



**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO**

**Campus Recife**

**Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança**

**Tecnologia em Gestão Ambiental**

**JOELMA CRISTINE FIGUEIREDO DE OLIVEIRA**

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS ILHAS DE AMENIDADE NOS CENTROS  
URBANOS: o caso do Recife**

**Recife**

**2019**

JOELMA CRISTINE FIGUEIREDO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS ILHAS DE AMENIDADE NOS CENTROS  
URBANOS: o caso do Recife**

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva

Recife

2019

Ficha elaborada pela bibliotecária Emmely Cristiny Lopes Silva CRB4/1876

O48e

2019 Oliveira, Joelma Cristine Figueiredo de.

Estudo da influência das ilhas de amenidade nos centros urbanos: o caso do Recife / Joelma Cristine Figueiredo de Oliveira. --- Recife: O autor, 2019.

47f. il. Color.

TCC (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Pernambuco, Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança - DASS, 2019.

Inclui Referências.

Orientador: Professor Dr. Hernande Pereira da Silva.

1. Sensoriamento remoto. 2. Conforto térmico. 3. LANDSAT. I.Título. II. Silva, Hernande Pereira da. (Orientador). III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 621.3678 (21ed.)

JOELMA CRISTINE FIGUEIREDO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS ILHAS DE AMENIDADE NOS CENTROS  
URBANOS: o caso do Recife**

Trabalho aprovado. Recife, 02 de agosto de 2019.

**Banca examinadora:**

---

Profº. Dr. Hernande Pereira da Silva  
Orientador – IFPE

---

Profº. Dr. José Severino Bento  
Examinador Interno - IFPE

---

M.e. Tiago Henrique de Oliveira  
Examinador Externo - Prefeitura da Cidade do Recife

Recife

2019

Minha gratidão por este trabalho ao Senhor  
Jesus Cristo, meu amigo, minha vida.  
Sempre agradecida pelos bens que recebo,  
os quais não têm preço.  
A minha amada família sempre presente e  
responsável por minhas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, meus infinitos agradecimentos ao meu Pai celeste por ser o maior responsável em não me deixar desistir de realizar meus sonhos, ajudando-me e fortalecendo-me cada dia. Sem você, não chegaria até aqui.

A minha família, sempre incentivadora. Minha mãe Lúcia, meu pai Joel, minha irmã Rose Cristiny e meu sobrinho amado Juan. Vocês são tudo pra mim.

Ao meu querido orientador e mestre Hernande Pereira, obrigada! Você sempre participante de minha vida acadêmica e pessoal, como um bom amigo e incentivador. Serei eternamente grata.

A todos os mestres do IFPE que fizeram parte de minha história e realização como Tecnóloga em Gestão Ambiental, área essa que amo de coração. Vocês trouxeram conhecimento e acima de tudo, mais amor ao meio ambiente em que vivemos. Em especial ao professor Dr. José Severino Bento o qual tenho profunda admiração e também por aceitar meu convite para compor a banca examinadora de meu trabalho de conclusão, obrigada!

Mais uma vez agradeço ao meu amigo e irmão em Cristo, o Dr. Tiago Henrique de Oliveira por sua colaboração mais uma vez. Bom saber que sempre posso contar com você. Muito obrigada! Aos meus amigos do curso, que seguiram comigo nessa jornada por todos os anos e os quais pude construir lindas amizades. Agradeço a Luiz Alberto de Menezes, pela força e incentivo sempre e por ter se tornado parte importante nessa conquista. Em especial agradeço a minha querida amiga, Mestre e doutoranda Mychelline Cunha por estar do meu lado, socorrendo-me nos momentos de dificuldades mas, dando forças para que esse trabalho saísse e eu conseguisse extrair o melhor para finalizá-lo.

Agradeço a todos de coração!

*Do Senhor é a Terra e tudo o que nela existe, o mundo e os que nele vivem.*

*Salmos 24 v. 1*

## RESUMO

As necessidades de desenvolvimento e crescimento do espaço têm sido uma constante busca da humanidade ao passar dos tempos. Sabe-se que modificações antrópicas associadas às reações da natureza, trarão resultados para gerações futuras, muitas vezes de consequências catastróficas e irreversíveis. A supressão das áreas verdes urbanas e conseqüentemente o elevado adensamento, geram transtornos climáticos que podem afetar negativamente a qualidade de vida da população da cidade. O uso das políticas públicas e estudos dos aspectos econômicos possuem papéis importantes para ações que contribuam na melhoria das práticas desenvolvidas para solucionar problemas climáticos e ambientais surgidos nos centros urbanos. Isso pode ser notado em relação aos problemas existentes atualmente na cidade, como exemplo nas mudanças de temperatura em virtude da retirada da cobertura vegetal e da impermeabilização do solo, formando as chamadas Ilhas de Calor Urbanas, mostrando assim a importância dos estudos das Ilhas de Amplitude ou Frescos, as quais influenciam no conforto térmico local, propondo ações práticas de conservação e recuperação de áreas verdes através do planejamento. A proposta deste trabalho é analisar as condições climáticas ambientais na cidade do Recife/ PE, utilizando tecnologia multitemporal através do uso de Sensoriamento Remoto que identifique as transformações ocorrentes. Carente de ambientes de temperaturas amenas, ar atmosférico mais limpo, poluição sonora reduzida, bem estar com a presença de elementos naturais que comprovadamente trazem saúde tanto física, quanto emocional, constatou-se que a cidade de Recife/ PE, em análise feita por meio do uso de imagens de satélite Landsat TM 5, com obtenção dos níveis de IVDN e temperatura da superfície, apresenta reduzidas áreas verdes densas na cidade. Deste modo, percebe-se que a cidade demanda por áreas verdes em maior quantidade, principalmente nos centros urbanos, que possibilitem a formação das Ilhas de Amplitude, gerando Conforto Térmico para maior qualidade ambiental e de vida da população. Os estudos apresentados vêm contribuir com o planejamento adequado do poder público nos centros urbanos em relação ao meio ambiente local.

Palavras-chave: Recife. LANDSAT. Conforto Térmico. Sensoriamento Remoto.



## **ABSTRACT**

The development and growth needs of space have been a constant pursuit of humanity over time. Anthropogenic modifications associated with nature's reactions are known to bring results for future generations, often with catastrophic and irreversible consequences. The suppression of urban green areas and, consequently, the high density, generate climatic disturbances that can negatively affect the quality of life of the city's population. The use of public policies and studies of economic aspects play important roles in actions that contribute to the improvement of practices developed to solve climate and environmental problems that arise in urban centers. This can be noted in relation to the problems that currently exist in the city, as an example of temperature changes due to the removal of vegetation cover and soil sealing, forming the so-called Urban Heat Islands, thus showing the importance of studies of Amenity Islands. or Fresh, which influence local thermal comfort, proposing practical actions for conservation and restoration of green areas through planning. The purpose of this paper is to analyze the environmental climatic conditions in the city of Recife / PE, using multitemporal technology through the use of Remote Sensing to identify the transformations that occur. Lacking environments of mild temperatures, cleaner atmospheric air, reduced noise pollution, well being with the presence of natural elements that have proven to bring both physical and emotional health, it was found that the city of Recife / PE, in analysis made through The use of Landsat TM 5 satellite imagery to obtain IVDN levels and surface temperature has reduced dense green areas in the city. Thus, it is clear that the city demands more green areas, especially in urban centers, which enable the formation of the Amenity Islands, generating thermal comfort for greater environmental and life quality of the population. The studies presented contribute to the proper planning of the public power in urban centers in relation to the local environment.

**Keywords:** Recife. LANDSAT. Thermal Comfort. Remote Sensing.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Distribuição da população em Recife entre 1872 e 2010.....</b>	<b>-17-</b>
<b>Tabela 2 - Ranking IDHM de Recife.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabela 3 - Modelo de Mecanismo dos Impactos da Mudança Climática sobre a Saúde Humana .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabela 4 - Dados comparativos das emissões de GEE.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabela 5 - Políticas Públicas .....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Mapa de unidades de Forma e Ocupação Urbana.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 2 - Projeção das emissões totais de GEE por setor em Recife 2000-2030 .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 3 - Setor de Transporte - indexação do consumo de energia, despesas energéticas e emissões de carbono entre 2000 e 2030. ....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 4 - Sensoriamento Remoto .....</b>	<b>-29-</b>
<b>Figura 5 - Transecto de Ilha de Calor nos meses de Junho de 1987 e 1991 no bairro de Boa Viagem, Recife/ PE .....</b>	<b>-33-</b>
<b>Figura 6 - Localização da área de estudo, cidade do Recife/ PE .....</b>	<b>-36-</b>
<b>Figura 7 - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - IVDN da cidade do Recife/ PE.....</b>	<b>-39-</b>
<b>Figura 8 - Índice de Temperatura da Superfície - Ts da cidade do Recife/ PE.....</b>	<b>-42-</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.6</b>
2.1 OCUPAÇÃO URBANA DA CIDADE DO RECIFE/ PE .....	16
2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS E POLÍTICAS PÚBLICAS NOS ESTUDOS CLIMÁTICOS DA CIDADE DO RECIFE/ PE .....	20
2.3 TECNOLOGIA NOS ESTUDOS CLIMÁTICOS DA CIDADE DO RECIFE/ PE .....	28
2.4 MICROCLIMA URBANO, AS ILHAS DE AMENIDADE E CONFORTO TÉRMICO: O CASO DO RECIFE/ PE .....	30
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	36
3.2 MÉTODOS .....	37
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISE .....</b>	<b>38</b>
4.1 ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL NA CIDADE DE RECIFE/ PE .....	38
4.2 ANÁLISE TEMPORAL DA TEMPERATURA À SUPERFÍCIE NA CIDADE DE RECIFE/ PE .....	41
4.3 ILHAS DE AMENIDADE E SUA IMPORTÂNCIA NA QUALIDADE DE VIDA PARA A CIDADE DO RECIFE/ PE .....	43
<b>5 CONSIDERAÇÕES .....</b>	<b>44</b>
5.1 RECOMENDAÇÕES .....	45
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## INTRODUÇÃO

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a influência das Ilhas de Amenidade nos centros urbanos.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os transtornos climáticos causados pelo adensamento urbano;
- Analisar aspectos econômicos ambientais para fins sustentáveis nas cidades;
- Apresentar Políticas Públicas existentes em combate às Mudanças Climáticas;
- Propor ações práticas de conservação e recuperação de áreas verdes nas cidades.

Está evidente ao passar dos tempos uma transformação gradativa do meio ambiente e é notório que a intervenção humana é uma das grandes responsáveis por essas mudanças. Recife vem sofrendo ao longo dos anos, modificações espaciais de grandes proporções. As necessidades de desenvolvimento e crescimento do espaço têm sido uma constante busca da humanidade ao passar dos tempos.

Sabe-se que modificações antrópicas associadas às reações da natureza, trarão resultados para gerações futuras, muitas vezes de consequências catastróficas e irreversíveis. Isso pode ser notado em relação aos problemas ambientais e climáticos existentes atualmente, como exemplo nas mudanças de temperaturas em virtude da retirada da cobertura vegetal e da impermeabilização do solo na busca do progresso.

A cidade do Recife, classificada como uma metrópole regional, obteve seu crescimento populacional pautado gradativamente em movimentos sociais, um dos responsáveis por deslocar um grande movimento de população para a capital

pernambucana. Em pesquisa realizada por Rezende (2000 apud CABRAL; SÁ, 2009):

A partir de 1930 o Recife recebia um expressivo contingente populacional vindo da zona rural, sonhando com melhorias de vida, já na década de 1940 a população da cidade que era de 348,4 mil pessoas, aumenta para 524,7 mil habitantes em 1950, tendo o município do Recife expandido sua área territorial de 180 km<sup>2</sup> para 209 km<sup>2</sup>.

Os aspectos econômicos e tecnológicos podem colaborar no desenvolvimento sustentável, principalmente para grandes cidades e contribuir na redução das emissões de carbono, melhorando assim as condições ambientais e climáticas locais.

A Prefeitura da Cidade do Recife-PCR publicou um relatório de Aspectos Econômicos das Cidades de Baixo Carbono, emitido em parceria com a Universidade de Leeds/ Reino Unido e ICLEI Brasil, demonstrando opções eficientes e renováveis para a cidade com números comparativos importantes para o planejamento urbano, utilizando várias vertentes, sendo uma delas a Política de Baixo do Carbono. O relatório mostra que a Região Metropolitana do Recife composta por 14 municípios, apresenta 42% da população de todo estado. Porém esta população está concentrada em 2,81% de todo o território pernambucano.

De acordo com o relatório, em média existem 7000 pessoas por km<sup>2</sup> na região, quase três vezes a população existente por km<sup>2</sup> na cidade de Londres. Isso vem acarretando inúmeros problemas e afetando o clima local.

Os autores Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich (2012) apresentam de forma bem técnica, um breve histórico da evolução da captação de imagens e o avanço tecnológico que só favoreceram aos estudos das dinâmicas da vegetação e outros corpos terrestres, que servem para análise e interpretação dos dados obtidos, que contribuirão ao estudo espaço temporal e percepção da influência antrópica nos transtornos ambientais e climáticos, que podem também servir a diversos ramos do conhecimento.

O clima urbano sofre influências diversas e suas atividades e respostas podem apresentar mosaicos dentro de um pequeno espaço urbano, de acordo com suas características locais.

Segundo Coltri (2006 apud NASCIMENTO; BARROS, 2001):

[...] O estudo do clima urbano se baseia numa linha de pesquisa da climatologia responsável pela compreensão do clima da cidade, enfocando, inicialmente, uma análise espacial local (clima local) que se estende a níveis regionais (clima regional) e globais (clima zonal), destacando-se, em cada escala, a influência urbana.

O microclima urbano pode variar por diferentes aspectos. A pouca presença de áreas verdes consideráveis nos centros urbanos e a impermeabilização do solo, despertam para reflexão no que diz respeito à qualidade de vida da população, essa por sua vez carente de ambientes de temperaturas amenas, ar atmosférico mais limpo, poluição sonora reduzida, bem estar com a presença de elementos naturais que comprovadamente trazem saúde tanto física, quanto emocional.

Com a intensa impermeabilização do solo, essa cobertura verde tem sido cada dia mais escassa, o que poderia ser repensado pela necessidade de manutenção ambiental e climática nesses locais. Segundo Lombardo (1985) [...] “regiões com maior concentração de espaços livres, com vegetação e nas proximidades ou junto aos reservatórios d’água, as temperaturas sofrem declínios acentuados”.

Conforme Nóbrega e Lemos (2011 apud CASCIOLI et al., 2009) Estudos afirmam a relação direta entre o conforto térmico, crescimento das cidades, intervenção humana na paisagem, condições climáticas e qualidade de vida dos habitantes.

De acordo com Londe e Mendes (2014 apud NUCCI, 2008), a criação de áreas verdes públicas onde predominam a vegetação arbórea proporcionam inúmeros benefícios que asseguram a qualidade ambiental do espaço urbano, tais como conforto térmico, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, atenuação da poluição do ar, sonora e visual e abrigo para fauna.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 OCUPAÇÃO URBANA NA CIDADE DO RECIFE/ PE

A cidade do Recife, capital do estado pernambucano, é classificada como metrópole regional por apresentar um grande contingente populacional e representa uma das principais cidades do país por sua importância territorial, econômica, médica, cultural e tecnológica. Em consequência do adensamento populacional urbano e falta de planejamento adequado, verticalização, além da diminuição de áreas verdes, surgiram problemas ambientais e transtornos climáticos para a capital.

A população da Cidade do Recife aumenta com o passar dos tempos de forma expressiva e acelerada conforme pode-se verificar através do Censo populacional apresentado pelo IBGE ao longo dos anos. Ao se comparar a população existente na cidade no ano de 1872 com um número de 116.671 habitantes e em 2010 apresentando a quantidade de 1.537.704 habitantes, ficando assim definida, uma expressiva quantidade de pessoas concentradas na capital pernambucana, conforme sinopse do Censo Demográfico 2010, segundo os municípios das capitais – 1872/ 2010. Fica assim evidente que entre os anos de 1900-1960, o percentual de aumento populacional foi de 250%, o maior em todo período apresentado (Tabela 1).

Estudo realizado por Cabral e Sá (2009 apud ETAPAS, 1989), os autores apresentam dados dos primeiros movimentos de bairros que surgiram na cidade do Recife. Em 1931 é criada a “Liga dos Proprietários da Vila de São Miguel” em Afogados; em 1947 surgem os “Comitês Populares e Democráticos de Bairros”; em 1948, a “Sociedades Mista Largo do Viveiro de Afogados”; a “Sociedade Mista 30 de Setembro”, na Mustardinha; no mesmo período surge a “Sociedade dos Proprietários do Largo dos Pescadores da Estrada dos Remédios”, dentre outros. Todos esses movimentos foram criados com objetivos de conquistar ou garantir direitos básicos, reivindicando melhorias urbanas e equipamentos sociais que atendessem as necessidades dos habitantes recifenses.



**Tabela 1 - Distribuição da população em Recife entre 1872 e 2010**

Municípios das Capitais	População nos Censos Demográficos											
	01.08.1872(1)	31.12.1890(1)	31.12.1900(1)	01.09.1920(1)	01.09.1940(1)	01.07.1950(1)	01.09.1960(2)	01.09.1970(2)	01.09.1980(2)	01.09.1991(3)	01.08.2000(3)	01.08.2010(3)
Recife	116 671	111 556	113 106	238 843	348 424	524 682	797 234	1 084 459	1 240 937	1 296 995	1 421 993	1 537 704

Fonte: IBGE (2018).

Sem planejamento, uma cidade apresentará deficiências. Em um ranking com 5.565 municípios no Brasil, Recife está na posição de número 210, juntamente com mais 7 outros municípios na classificação do Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal em 2010 (Tabela 2).

**Tabela 2 - Ranking IDHM de Recife**

Posição	Nome	IDHM (2010)	IDHM Renda (2010)	IDHM Longevidade (2010)	IDHM Educação (2010)
210 <sup>º</sup>	Recife (PE)	0.772	0.798	0.825	0.698
210 <sup>º</sup>	Santo Ângelo (RS)	0.772	0.765	0.863	0.696
210 <sup>º</sup>	Uberaba (MG)	0.772	0.772	0.845	0.705
210 <sup>º</sup>	Sales Oliveira (SP)	0.772	0.738	0.845	0.739
210 <sup>º</sup>	São Sebastião (SP)	0.772	0.747	0.875	0.703
210 <sup>º</sup>	Urussanga (SC)	0.772	0.756	0.876	0.695
210 <sup>º</sup>	Aratiba (RS)	0.772	0.801	0.856	0.670
210 <sup>º</sup>	Araxá (MG)	0.772	0.756	0.858	0.709

Ordenado pelo IDHM

Faixas de desenvolvimento humano

	Muito Alto	0,800 - 1,000
	Alto	0,700 - 0,799
	Médio	0,600 - 0,699
	Baixo	0,500 - 0,599
	Muito Baixo	0,000 - 0,499

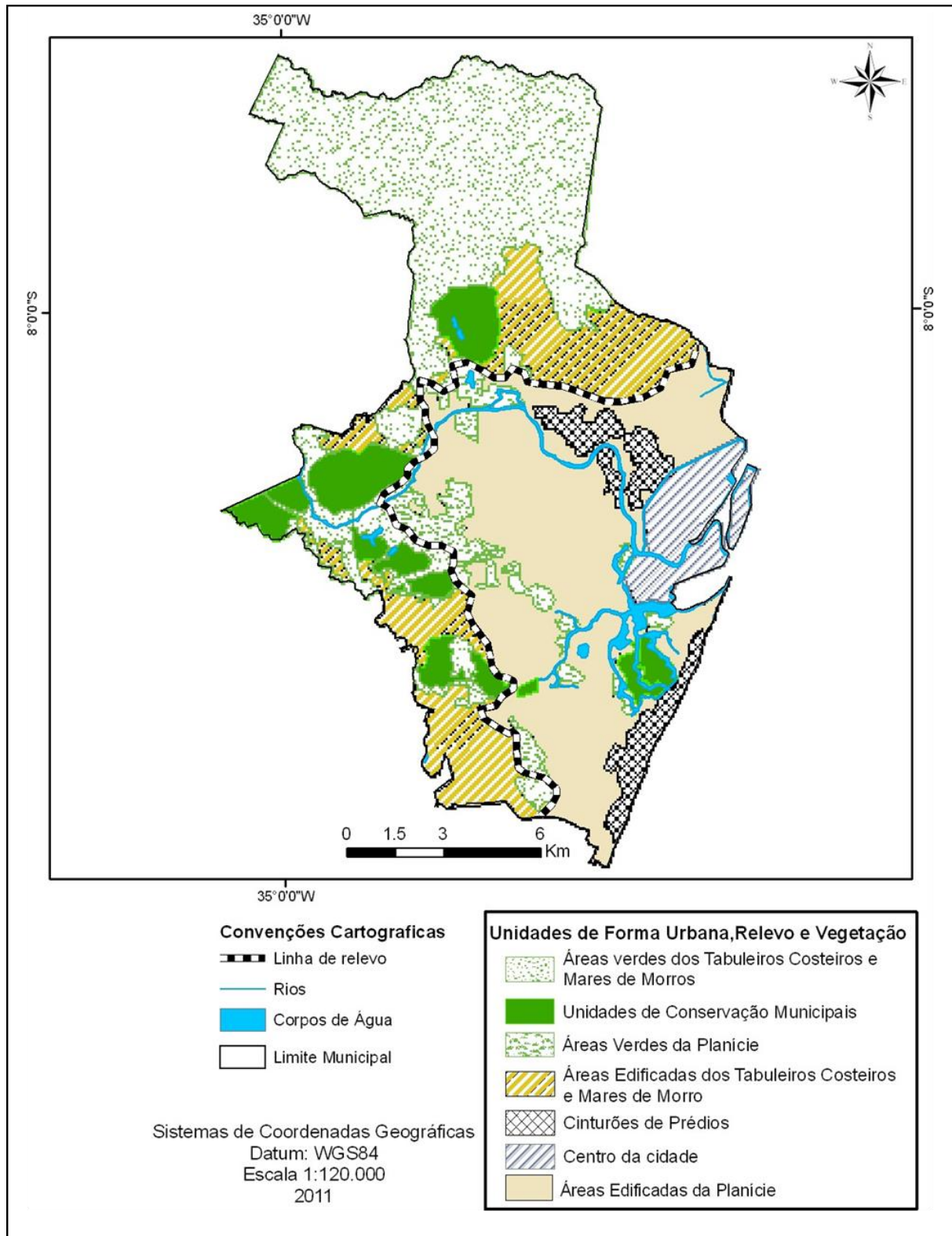
Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2018).

A relação entre urbanização e qualidade de vida, certamente dá-se ao construir-se uma cidade com planejamento prévio de qualidade e o cumprimento do mesmo, o que trará organização e desenvolvimento de fato em sua estrutura como um todo, através de ações em grande parte das políticas públicas.

De acordo com Barros e Lombardo (2013), o Centro Urbano da cidade do Recife “é composta por um conjunto de três ilhas, a do Recife, Joana Bezerra e a do Leite, nesta surgiu o núcleo primitivo urbano que deu origem a cidade”. Os autores definem que partiu dessa localização a expansão da cidade e que a mesma possui características de grande valor histórico e paisagístico, com construções distintas existentes desde a segunda metade do século XX.

Segundo os autores, outras unidades de forma e ocupação urbana existentes em Recife são apresentados por Cinturões de prédios; Áreas edificadas dos Tabuleiros Costeiros e Mares de Morro; Unidades de áreas verdes de tabuleiros e planícies e Unidades de Conservação e Áreas edificadas da planície (Figura 1).

**Figura 1 - Mapa de unidades de Forma e Ocupação Urbana**



Fonte: Barros; Lombardo (2013).

Conforme identifica Lombardo (1985 apud LONDE; MENDES, 2014):

Verificação da qualidade ambiental das cidades é cada vez mais evidente e importante, pois é no espaço urbano que os problemas ambientais geralmente atingem maior amplitude, notando-se concentração de poluentes no ar e na água, a degradação do solo e subsolo, em consequência do uso intensivo do território pelas atividades urbanas.

Assim Recife, cidade mal planejada, apresenta problemáticas em sua estrutura, afetando diretamente à saúde de sua população, como exemplos temos o adensamento urbano através da verticalização desordenada responsável pela formação de microclima urbano, poluentes sendo lançados à atmosfera pelo grande fluxo de veículos e poucas áreas verdes presentes na cidade que serviriam para manutenção ambiental.

## 2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS E POLÍTICAS PÚBLICAS NOS ESTUDOS CLIMÁTICOS DA CIDADE DO RECIFE/ PE

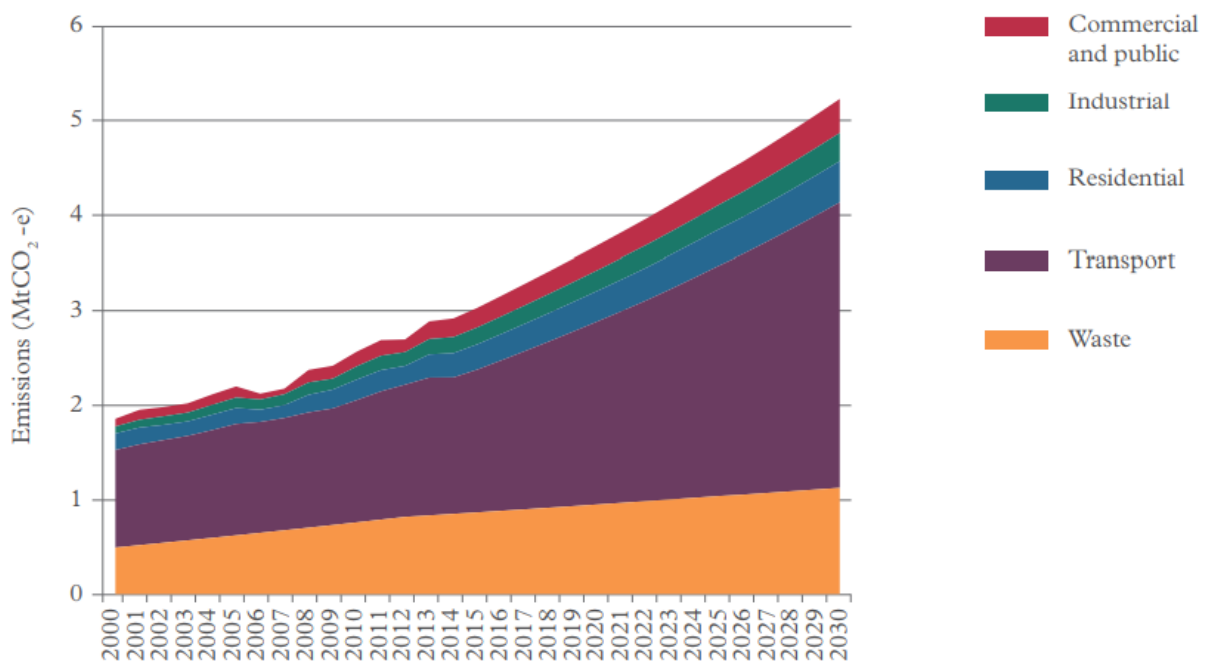
A Prefeitura da Cidade do Recife-PCR publicou um relatório de Aspectos Econômicos das Cidades de Baixo Carbono, emitido em parceria com a Universidade de Leeds/ Reino Unido e ICLEI Brasil (Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais), o qual foi elaborado para mostrar opções eficientes e renováveis para a cidade do Recife, sendo uma delas à baixa do carbono, utilizando várias vertentes. O mesmo mostra números comparativos importantes para o planejamento urbano das cidades.

Segundo números levantados no relatório, as emissões totais de carbono de Recife estão previstas para crescer 79,1% em relação aos níveis de 2014 até o ano de 2030 e que considerar as Mudanças Climáticas no planejamento urbano pode ser atrativa comercialmente, além de contribuir para grandes benefícios da redução dos futuros impactos ambientais.

De acordo com o relatório de Aspectos Econômicos das Cidades de Baixo Carbono, a infraestrutura rodoviária da região metropolitana do Recife não tem acompanhado o rápido crescimento populacional, resultando em congestionamentos no trânsito e transportes públicos lotados.

O setor dos transportes é responsável por grande parte das emissões de carbono (65,6%), seguido pelo setor de Resíduos (19,3%), energia residencial, (6,4%), energia industrial (4,9%), energia comercial/institucional (3,8%) e governo (0,4%), conforme ilustrado em gráfico de emissões de Gás de Efeito Estufa por setor em Recife, 2000 a 2030 (Figura 2).

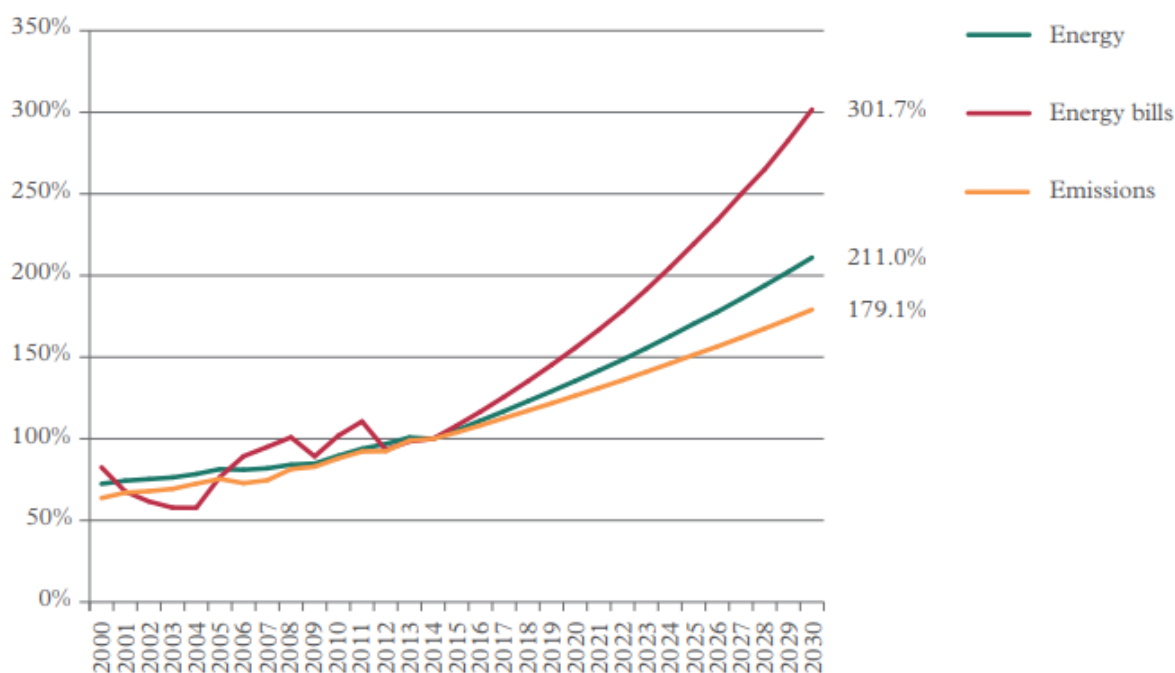
**Figura 2 - Projeção das emissões totais de GEE por setor em Recife 2000-2030**



Fonte: Prefeitura da cidade do Recife (2018).

A contribuição antrópica na emissão dos chamados Gases de Efeito Estufa (GEE) vem levantando problemas nos centros urbanos como transtornos climáticos. Um dos responsáveis é o rápido crescimento da aquisição dos veículos próprios que está projetado para levar as emissões de carbono do setor de transporte em aumentar 108,8%, passando de 1,44 Mt CO<sub>2</sub>-e em 2014 a um nível previsto de 3,01 Mt CO<sub>2</sub>-e em 2030 (Figura 3).

**Figura 3 - Setor de Transporte - indexação do consumo de energia, despesas energéticas e emissões de carbono entre 2000 e 2030.**

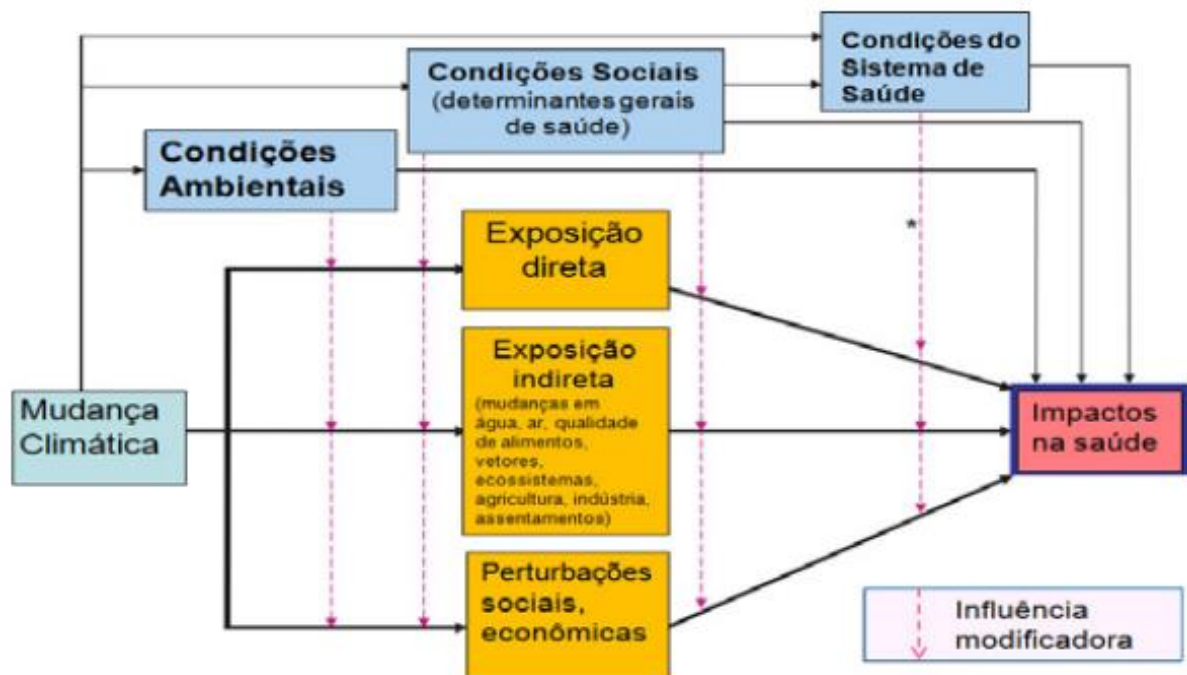


Fonte: Prefeitura da Cidade do Recife (2018).

O Ministério do Meio Ambiente através do Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima, determinada por meio do Decreto n. 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima, é parte integrante da estratégia brasileira de mitigação e adaptação à mudança climática (BRASIL, 2018).

Mais recentemente, tanto o IPCC - quanto a Organização Mundial de Saúde (OMS) têm consolidado informações sobre os impactos da mudança do clima na saúde humana. Esses impactos adversos podem incidir de maneira direta ou indireta sobre a saúde da população, podendo gerar consequências físicas, traumáticas, psicológicas, infecciosas e nutricionais. Os impactos diretos resultam de alterações extremas do clima como, por exemplo, ondas de calor e de frio, furacões, inundações, queimadas e secas (IPCC, 2007; WORLD HEALTH ORGANIZATION/OPAS, 2008). (Tabela 3).

**Tabela 3 - Modelo de Mecanismo dos Impactos da Mudança Climática sobre a Saúde Humana**



Fonte: IPCC (2018)

A PCR também apresentou o 1º Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa da Cidade do Recife (ICLEI, 2014), elaborada através da instituição criada da Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento das Mudanças Climáticas do Recife, através da Lei Nº 18.011/ 2014 onde, as diretrizes apresentadas abrangem o aumento a permeabilidade do solo e o combate à formação de Ilhas de Calor, decorrentes da urbanização e apresentam medidas como a arborização.

Na Lei Nº 18.011/ 2014, Capítulo II, Seção I dos Objetivos, art. 6º - VII diz: promover a conservação das Unidades Protegidas e a arborização das vias públicas, com a ampliação da área permeável e de cobertura vegetal, tendo em vista a sua função de regulação climática e de sumidouros de carbono.

Apresentado pelo Inventário, em 2013 Recife foi selecionado pelo ICLEI, em parceria com a ONU-Habitat (Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos) e financiada pela Comissão Europeia, para ser uma das cidades modelos do projeto Promovendo Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono– Urban LEDS, que contribuirá nas ações e compromissos, visando implementar

atividades sustentáveis, comunicando as mesmas para a sociedade local previamente.

O primeiro Inventário, analisando Agricultura, Floresta e Uso do Solo, fez o seguinte levantamento: são consideradas emissões provenientes de desmatamento, em áreas de interesse ambiental, sobretudo para execução de obras, relatados como bastante comuns na realidade da cidade do Recife. Para o cálculo da emissão de GEE, é feito uso de imagens de satélites, antigas e futuras, após instalação de certos empreendimentos, para fins de comparação dos dados (Tabela 4).

**Tabela 4 - Dados comparativos das emissões de GEE**

Cidade	tCO <sub>2</sub> e	População	PIB (R\$)	Emissões per capita (tCO <sub>2</sub> e/hab)	Emissões por PIB (kgCO <sub>2</sub> e/R\$)	Ano base
<b>Recife</b>	3.120.426	1.537.704	33.149.385	2,03	94,13	2012
<b>Belo Horizonte</b>	3.754.273	2.375.151	51.467.872	1,58	72,94	2010
<b>Rio de Janeiro</b>	11.351.700	5.974.578	117.771.722	1,90	96,39	2005
<b>São Paulo</b>	15.115.000	11.000.000	389.284.929	1,4	38,83	2009

Fonte: PCR (2018).

A Prefeitura da cidade do Recife, conforme determinado pela Lei Municipal 16.680 de 6 de agosto de 2001, apresentou na Semana do Meio Ambiente de 2010, a primeira versão do Plano de Arborização da Cidade do Recife (PCR, 2018).

O Plano tem por finalidade orientar a ação pública no desempenho das atividades de planejamento, plantio, monitoramento, avaliação e conservação da arborização urbana e possui o papel de colaborar, junto à sociedade civil organizada, a consolidar a melhoria da qualidade do ambiente urbano, através da arborização em espaços públicos e privados da cidade, tendo por finalidade a contribuição para a biodiversidade, equilíbrio ambiental e climático, bem estar da população, além de constituir a paisagem urbana. Tem como objetivo a elaboração das diretrizes, estratégias e normas para a arborização urbana, tendo em vista a proteção e a ampliação das áreas verdes da cidade.

Quanto às metas o Plano apresenta as gerais e específicas:



### 2.8.1 As metas gerais do Plano de Arborização Urbana são (PCR, 2018):

I. Reverter o quadro de deficiência de arborização, através da correção do seu déficit;

II. Elevação da cobertura vegetal arbórea da cidade, priorizando as regiões onde ela é mais escassa.

2.8.2 As metas específicas, estabelecidas a partir de dados estimados do déficit de arborização, são:

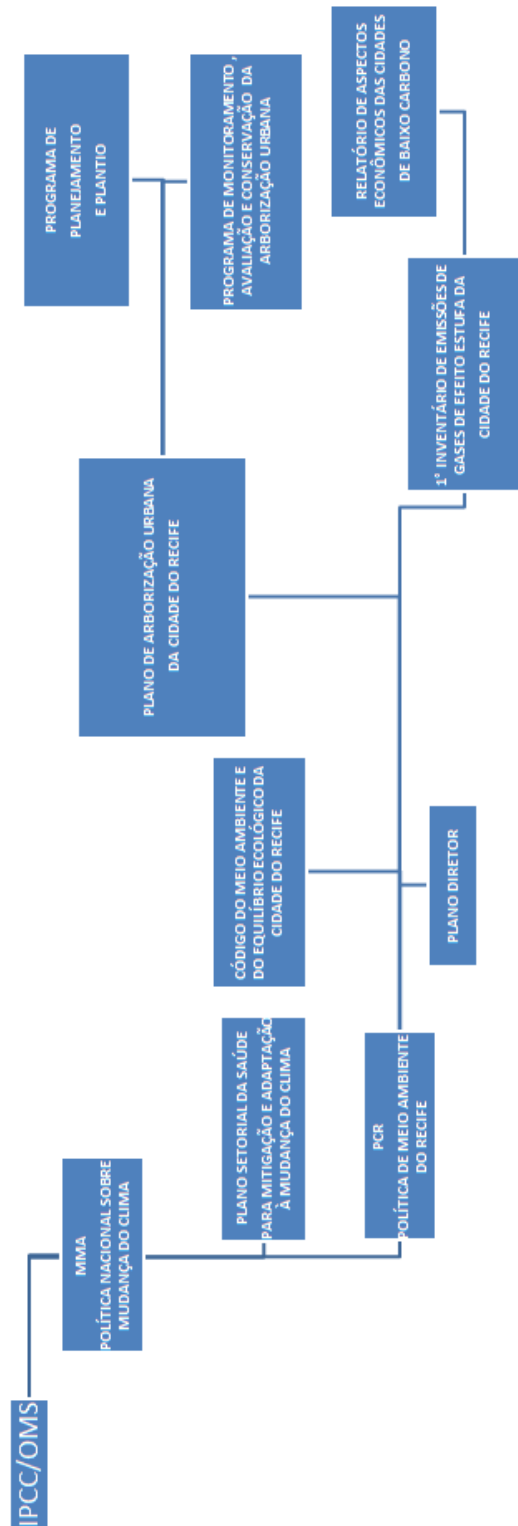
I. Produzir 42.000 mudas anuais, nos viveiros municipais, sendo 20.000 destinadas aos novos plantios; 6.000 ao replantio; 6.000 aos Programas Especiais e 10.000 para renovação dos estoques para os anos subsequentes;

II. Realizar o plantio de 100.000 mudas em 5 anos, ou seja 20.000 novos plantios por ano, estimando-se assim o atendimento da necessidade de arborização expressos pelo déficit da arborização;

Este seguirá os princípios contidos na Política de Meio Ambiente do Recife, Leis nº 16.243/1996 e nº 17.511/2008, também o Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico da Cidade do Recife, o Plano Diretor do Município do Recife e demais instrumentos normativos e jurídicos sobre arborização urbana.

Dentre alguns benefícios da arborização urbana apresentados estão, a oferta de sombra e amenização da temperatura, atuando como regulador das trocas gasosas e de vapores d'água e como consequência favorece o sequestro de carbono e promove a ação refrigerante para o solo e para as camadas da atmosfera sobrejacentes; a minimização da poluição atmosférica; a manutenção do equilíbrio ambiental e o favorecimento das relações humanas e do bem-estar social; dentre outros. O papel das Políticas Públicas é de base fundamental para às práticas sustentáveis (Tabela 5).

Tabela 5 - Políticas Públicas



Fonte: A autora (2019)

## 2.3 TECNOLOGIA NOS ESTUDOS CLIMÁTICOS DA CIDADE DO RECIFE/ PE

Dada a importância da tecnologia aplicada aos estudos ambientais, faz-se necessária a colaboração do uso do Sensoriamento Remoto (SR), ao estudo apresentado neste trabalho e uma breve explicação de sua definição.

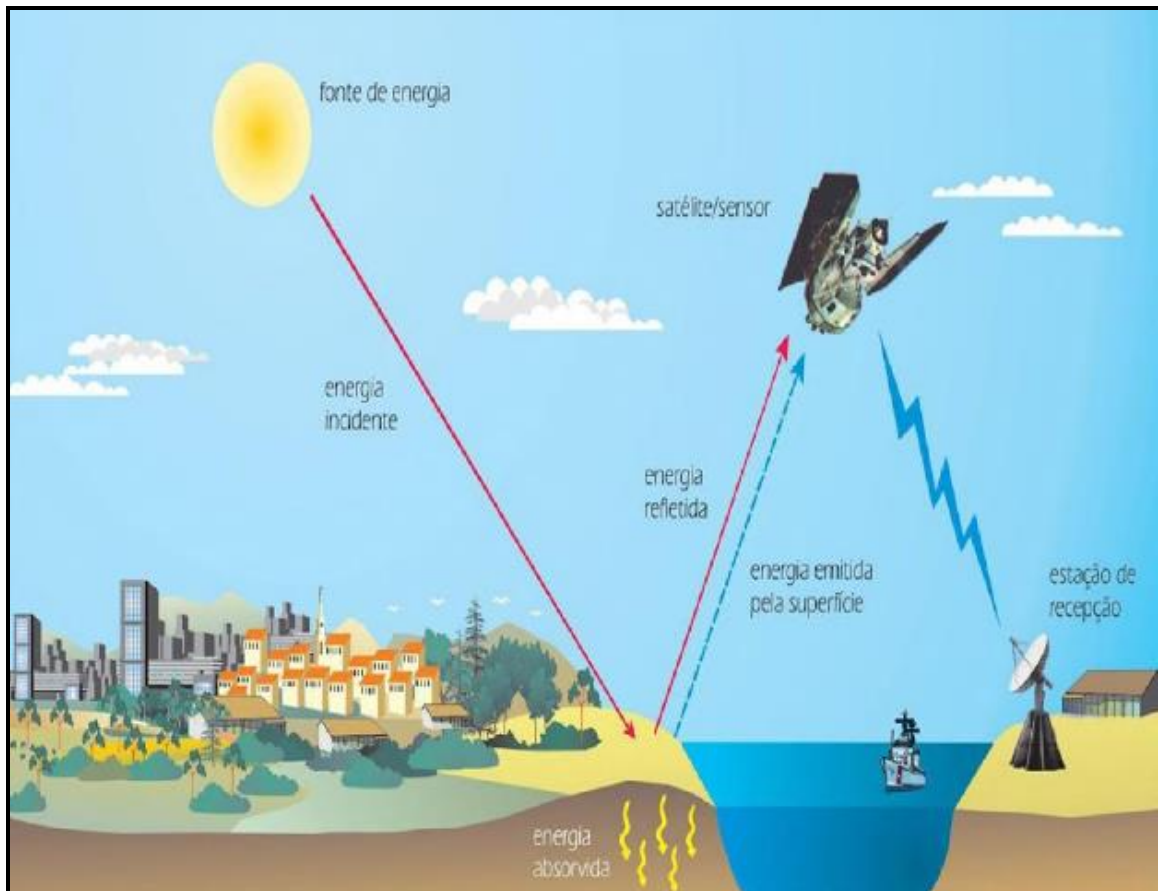
Segundo Crepani *et al* (2001),

A adoção das imagens de satélite como “âncora” para o Zoneamento Ecológico - Econômico traz consigo a possibilidade de se utilizar todo o potencial disponível no Sensoriamento Remoto e nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), além de desenvolver uma metodologia perfeitamente aplicável a novos produtos orbitais que estarão disponíveis no futuro.

O autor ainda relata que as imagens de satélite obtidas desenvolvem o trabalho de análise e interpretação das informações importantes para a Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso.

De acordo com Florenzano (2007), [...] o termo sensoriamento refere-se à obtenção de dados por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas (balões e aeronaves) e orbitais (satélites artificiais). O termo remoto, que significa distante, é utilizado porque a obtenção é feita à distância, ou seja, sem o contato físico entre o sensor e objetos na superfície terrestre, conforme apresentado na (Figura 4).

**Figura 4 - Sensoriamento Remoto**



Fonte: Florenzano (2007).

Em estudo realizado em Teresina, Piauí, Brasil, no período de 1993 a 1996, Correia *et al* (2007) apresenta um estudo de caso, aspectos ambientais relacionados à ocorrência da leishmaniose visceral, visando a discutir o uso de um conjunto de métodos aplicados a imagens de sensoriamento remoto em média resolução no estudo de endemias transmitidas por vetores em áreas urbanas, fazendo uso de imagem Landsat TM5.

Os autores escolheram as passagens em 17 de agosto de 1990, e uma Landsat-ETM7 de 6 de julho de 2001, órbita 219, ponto 64, projeção UTM. A imagem de 1990 foi escolhida por ter uma data próxima a do censo demográfico. A de 2001, por conter uma banda pancromática com 15m de resolução, foi utilizada para possibilitar o registro dos setores censitários à imagem em ambiente SIG. Através dos resultados obtidos, foi possível identificar as características de

ocupação do solo de interesse potencial na análise de riscos ambientais para a ocorrência de endemias urbanas transmitidas por vetores.

De acordo com estudo realizado por Moreira e Galvncio (2009) na cidade do Recife, utilizando imagem de satélite Landsat TM5, obtidas nos dias 10 de junho de 1984 e 29 de agosto de 2007, os autores constataram que nas áreas que apresentaram solo impermeabilizado, as temperaturas apresentaram-se mais elevadas por possuírem material de alta absorção térmica, enquanto que em área pontuada, como no caso no manguezal do bairro do Pina, essa com uma expressiva cobertura vegetal, as temperaturas apresentaram-se inferiores com diferença significativa no índice de temperatura.

Os autores Ponzoni *et al* (2012) apresentam de forma bem técnica, um breve histórico da evolução da captação de imagens e o avanço tecnológico que só favoreceram aos estudos das dinâmicas da vegetação e outros corpos terrestres, que servem para análise e interpretação dos dados obtidos, que contribuirão ao estudo espaço temporal e percepção da influência antrópica nos transtornos ambientais e climáticos, que podem também servir a diversos ramos do conhecimento. Para os autores, um dos conceitos principais do SR é a interação entre a radiação eletromagnética e os alvos de diferentes recursos naturais como, água, solos, rochas e vegetação.

A utilização de imagens de satélites obtidas através do Sensoriamento Remoto será de grande importância neste trabalho. Peça fundamental para percepção e identificação das dinâmicas surgidas através dos tempos e que possam ter influenciado nos transtornos climáticos ocorridos na cidade do Recife/PE, através da ação antrópica ao longo dos anos.

#### 2.4 MICROCLIMA URBANO, AS ILHAS DE AMENIDADE E CONFORTO TÉRMICO: O CASO DO RECIFE/ PE

Monteiro (1976) considera o clima urbano como um sistema e desenvolveu a metodologia chamada Sistema Clima Urbano (SCU) onde o mesmo serve para análise desse clima, o qual é composto por subsistemas, os quais articulam-se segundo canais de percepção.

Segundo Lombardo (1985) [...] “regiões com maior concentração de espaços livres, com vegetação e nas proximidades ou junto aos reservatórios d’água, as temperaturas sofrem declínios acentuados”.

Diante da complexidade das definições das áreas verdes nos centros urbanos, Lima et al. (1994) apresenta os seguintes conceitos subdivididos em:

[...] -Área verde: onde há o predomínio de vegetação arbórea. Devem ser consideradas as praças, os jardins públicos e os parques urbanos, além dos canteiros centrais e trevos de vias públicas, que tem apenas funções estéticas e ecológicas. Porém, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não se incluem nesta categoria.

-Parque Urbano: são áreas verdes, maiores que as praças e jardins, com função ecológica, estética e de lazer.

-Praça: são consideradas áreas verdes quando apresentarem vegetação e não forem impermeabilizadas, com função principal de lazer.

-Arborização Urbana: são os elementos vegetais de porte arbóreo no ambiente urbano.

Neste enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes.

Segundo Garcia (1995 apud GERMANO et al., 2011), a zona de conforto térmico favorável para o organismo humano encontra-se entre 22°C e 29°C de temperatura do ar e 30% a 60% de umidade relativa.

De acordo com Borges (2006), os estudos científicos sobre o clima urbano tiveram início ainda no Século XIX na Europa, com o trabalho de Luke Howard sobre o clima da cidade de Londres, publicado pela primeira vez em 1818. Pioneiro em identificar que as temperaturas do ar são frequentemente mais altas na cidade que na área rural à sua volta.

Segundo Corrêa (2006) em estudo analisando Recife como geossistema urbano, compara normas climatológicas do Recife nos anos de 1931 a 1960 e de 1961 a 1990, apresenta resultados afirmando que as superfícies artificializadas que compõem o espaço urbano, exercem função de grande importância no comportamento dos elementos climáticos, onde as variáveis são controladas pelos padrões de uso e ocupação do espaço.

Para Florenzano (2007):

[...] A quantidade de área verde existente dentro de uma cidade é um dos indicadores da qualidade de vida de seus habitantes. Quanto maior é o índice de área verde de uma cidade, maior é a qualidade de vida da sua população, com relação a esse aspecto.

De acordo com Nahas (2009):

[...] No campo conceitual, a mescla dos dois conceitos (qualidade de vida e qualidade ambiental) é de tal ordem que muitas vezes se torna difícil estabelecer se a qualidade de vida é um dos aspectos da qualidade ambiental ou se esta é componente do conceito de qualidade de vida.

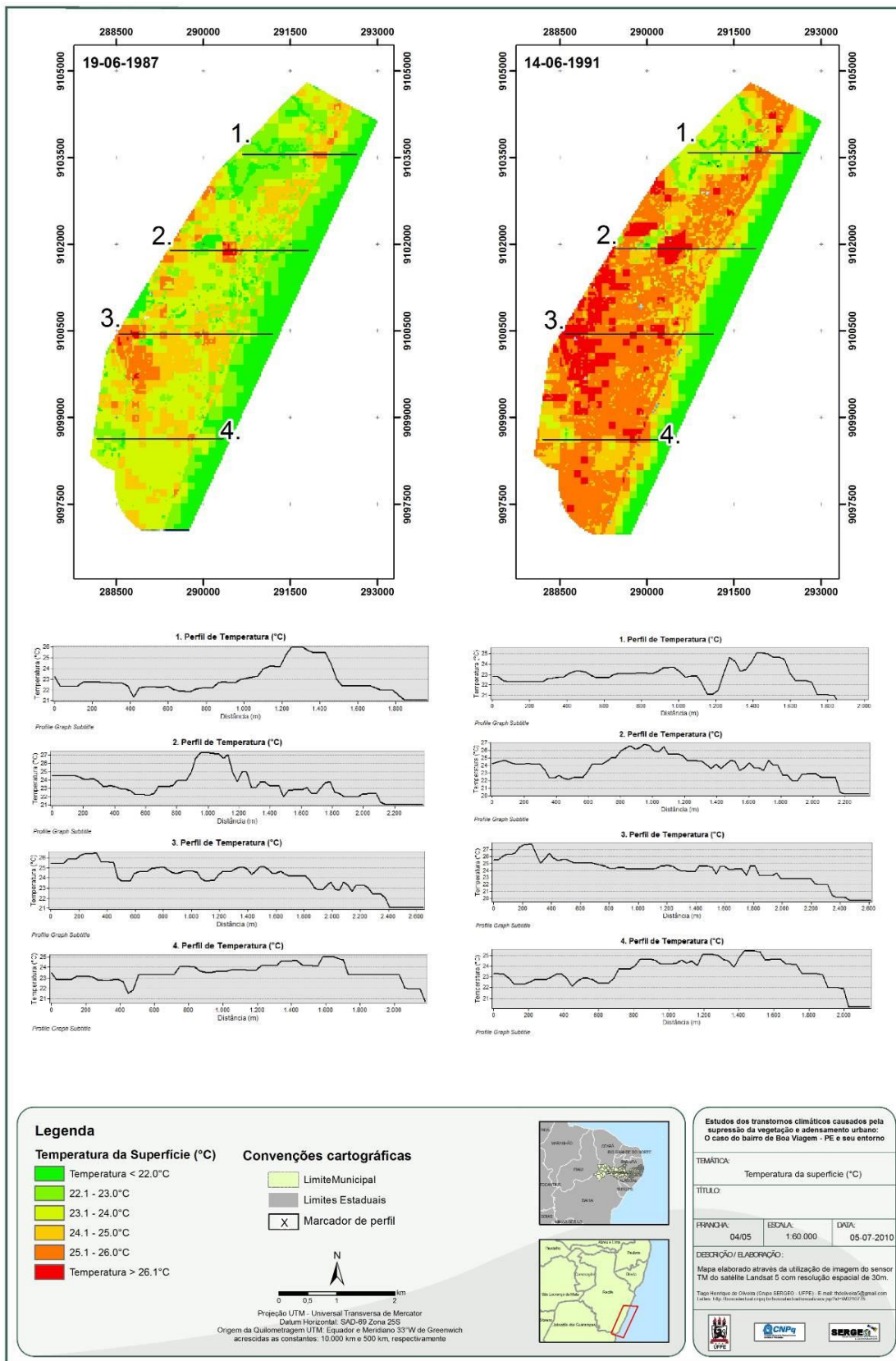
Moreira e Galvêncio (2009) em análise multitemporal da ilha de calor urbana na cidade do Recife-PE, afirmam que:

[...] As áreas verdes podem ser usadas para o equilíbrio climático em áreas urbanas, pois as mesmas além de contribuírem para estabilizar as temperaturas, proporcionam áreas mais agradáveis para as pessoas que residem em áreas adjacentes.

Em trabalho realizado por Oliveira; Oliveira; Galvêncio (2010) em análise espaço temporal de identificação e progressão das ilhas de calor no bairro de Boa Viagem na RMR apresentando transecto das imagens de satélite Landsat TM 5 , no Perfil 1 no mês de junho de 1987, as áreas de menores temperaturas variam entre 21°C e 22°C no Parque dos Manguezais e as maiores temperaturas apresentam-se com 26°C.

Já no Perfil 1 no mês de junho de 1991, as menores 21°C e as maiores com cerca de 25°C. Aos demais perfis 2, 3 e 4, segue-se o mesmo padrão de avaliação, ou seja, apresenta-se temperaturas maiores e desconforto térmico onde existem construções e asfalto. Porém nas imagens onde ainda existe cobertura vegetal e corpos hídricos, as temperaturas são menores que nas áreas construídas (Figura 5).

**Figura 5 - Transecto de Ilha de Calor nos meses de Junho de 1987 e 1991 no bairro de Boa Viagem, Recife/ PE**



Fonte: Oliveira; Oliveira; Galvêncio (2010).



Corroborando com Costa (2010) com relação à importância das áreas verdes, autor afirma que:

[...] Enquanto locais de lazer e recreação, tem a capacidade de neutralizar por meio do relaxamento, os fatores urbanos estressantes, como ruído, calor e poluição do ar. Essa capacidade é exercida sobre os frequentadores, quando estes entram em contato com os elementos naturais destas áreas.

Em estudo à atuação do microclima de fragmentos florestais urbanos no conforto térmico em Campinas, São Paulo, Dacanal; Labaki; Silva (2010) afirmam que:

[...] Diante das mudanças globais e da necessidade de adesão ao paradigma do século XXI, o do desenvolvimento sustentável, reconhece-se a importância da preservação e da reconstituição das florestas no meio urbano, em benefício da conservação de espécies da fauna e da flora, do balanço hídrico e da qualidade da água, da qualidade do ar, do clima e, conseqüentemente, da qualidade de vida humana.

Segundo Nóbrega e Lemos (2011),

A definição de conforto térmico não é simples e deve levar em consideração dois lados distintos: o pessoal (abrange o metabolismo e o vestuário) e o ambiental (relacionado à temperatura, umidade e velocidade do ar e temperatura média radiante).

Os resultados da pesquisa realizada pelos autores sobre conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife mostram que há um desgaste físico preocupante em centros urbanos densamente povoados. Utilizando-se equações de índice de calor e índice de temperatura e umidade, houve um grande número de resultados apontando cautela, cautela extrema e leve desconforto e desconforto extremo, o que é preocupante. Ainda sugere que esse desconforto pode ser amenizado com ações do poder público em aumentar o número de Ilhas de Frescor.

Em artigo apresentado sobre áreas verdes, conceitos e funções, Londe e Mendes (2014) afirmam:

[...] Na esfera do poder municipal, o planejamento e a gestão das áreas verdes estão previstos no Plano Diretor e são definidas segundo critérios de desenvolvimento e expansão urbana. De maneira geral, nestes planos, a acepção do termo possui um caráter abrangente, e comumente refere-se ao espaço onde há o predomínio de vegetação, englobando as praças, os jardins, as unidades de conservação, os canteiros centrais de ruas e avenidas, trevos e rotatórias de vias públicas. Todavia, muitos destes locais

não possuem sequer vegetação, e mesmo assim são consideradas erroneamente como áreas verdes.

De acordo com Ferreira; Carrilho; Mendes (2015 apud Paz, 2009, p. 45), define Ilha de Frescor ou Ilha de Amenidade como “os locais da cidade onde a temperatura se apresenta significativamente mais baixa e igualmente associados à presença de áreas vegetadas”. Concluindo que nessa o ar tende a ser mais fresco e mais denso por apresentarem temperatura e umidade do ar mais estáveis quando comparadas as áreas densamente construídas e pavimentadas. Ainda cita Germano (2012, p. 29) que entende Ilha de Frescor como “importantes elementos do conforto térmico urbano, contribuindo na amenização da temperatura e no aumento da umidade relativa do ar”.

Com relação a Conforto Térmico, Ferreira; Carrilho; Mendes (2015 apud LAMBERTS, 2011, p.5) citam:

[...] estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda. A não satisfação pode ser causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio, quando o balanço térmico não é estável, ou seja, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente. E para se ter um conforto térmico adequado a temperatura e umidade do ar são elementos fundamentais.

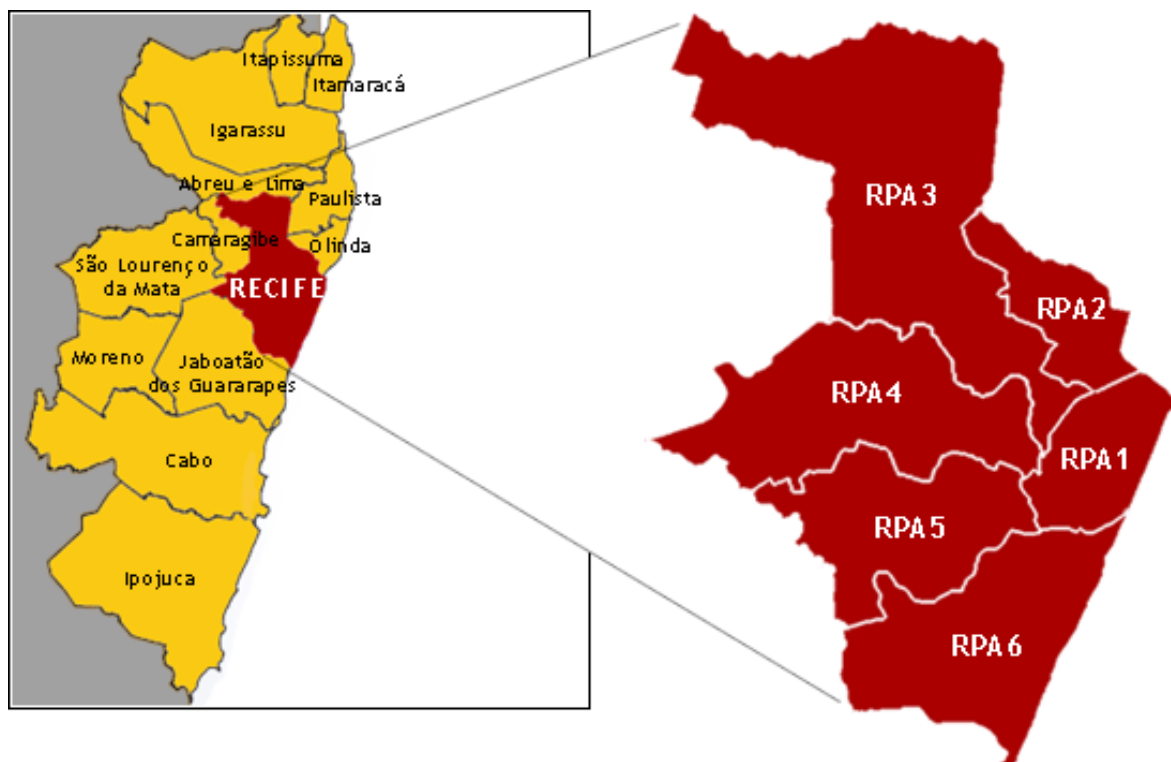
### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O objeto de estudo é a cidade do Recife identificado na Figura 6, localizado no estado de Pernambuco no Nordeste brasileiro. Recife está situada a uma latitude de 8° 03' 14" Sul e longitude 34° 52' 51" oeste, numa planície flúvio-marinha e possui altitude média que varia entre 4 e 10 metros acima do nível do mar, compreende uma área de 218 km<sup>2</sup>.

Recife possui temperaturas médias que apresentam-se em torno dos 25°C, sendo os meses de janeiro e fevereiro como os mais quentes, chegando a ultrapassar os 26°C. A população estimada do Recife para 2018, segundo o IBGE (2010), chegará a 1.637.834 habitantes e possui uma densidade demográfica em 2010 de 7.039,64 hab/km<sup>2</sup>.

**Figura 6 - Localização da área de estudo, cidade do Recife/ PE**



Fonte: CPRH, 2019.

### 3.2 MÉTODOS

Foram utilizados Índices de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) e de Temperatura da Superfície (°C), cedido por Oliveira, 2012 e modificados para serem utilizados nesta pesquisa. A metodologia pode ser observada através de Oliveira, 2012.

Foram aplicadas 4 imagens do sensor TM do satélite Landsat 5 (órbita e ponto 214/65 e 214/66) obtidas em 28 de setembro de 1989, 08 de setembro de 2005, 28 de julho de 2007 e 25 de setembro de 2011, processadas no SERGEO (Grupo de Pesquisa de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento) da UFPE (Universidade Federal de Pernambuco).

Através da observação dos dados meteorológicos disponíveis na PCD Recife (dados observados a partir do ano de 2000, para a PCD Recife, e disponibilizados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE), foi verificada a ocorrência de precipitação nos dias anteriores ao dia do imageamento das imagens de 2005 a 2011. Deve-se levar em consideração no ano de 2005, elevado índice de precipitação, ocorrendo assim um alto nível de nuvens na imagem deste período.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISE

### 4.1 ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL NA CIDADE DE RECIFE/PE

Podem ser identificadas através de análise das imagens do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada – IVDN apresentado na Figura 7 que nos períodos utilizados neste estudo nos anos de setembro de 1989, setembro de 2005, julho de 2007 e setembro de 2011, ocorreram variações nos valores de IVDN. É possível observar áreas mais vegetadas e outras que sofreram supressão da vegetação.

De acordo com Rosembach; França; Florenzano (2005) NDVI acima de 0.5 corresponde a áreas florestadas e NDVI abaixo de 0.10 corresponde a área urbana ou solo exposto.

A Noroeste das imagens é possível perceber as regiões de maior presença vegetativa onde o IVDN apresenta uma variação entre 0.60 chegando até 0.70 onde é representado por uma coloração esverdeada, representando assim uma vegetação mais expressiva e densa, indicado no Ponto 01. Nessa localização, pode-se encontrar o Parque Estadual de Dois Irmãos e é perceptível uma extensa área verde com importante representação territorial, com cerca de 384 hectares.

Também pode ser identificado mais a Oeste da cidade, o Jardim Botânico do Recife, possuindo uma área de 10,7 ha inserida dentro da Mata do Curado que possui 113,6 há, estando inserido nas áreas com o IVDN variando entre 0.60 e 0.70, apresentado no Ponto 02.

Outra localização identificada apresentada é o Parque dos Manguezais localizado no bairro do Pina, Zona Sul do Recife possui 215 ha de extensão, conforme mostrado no Ponto 03.

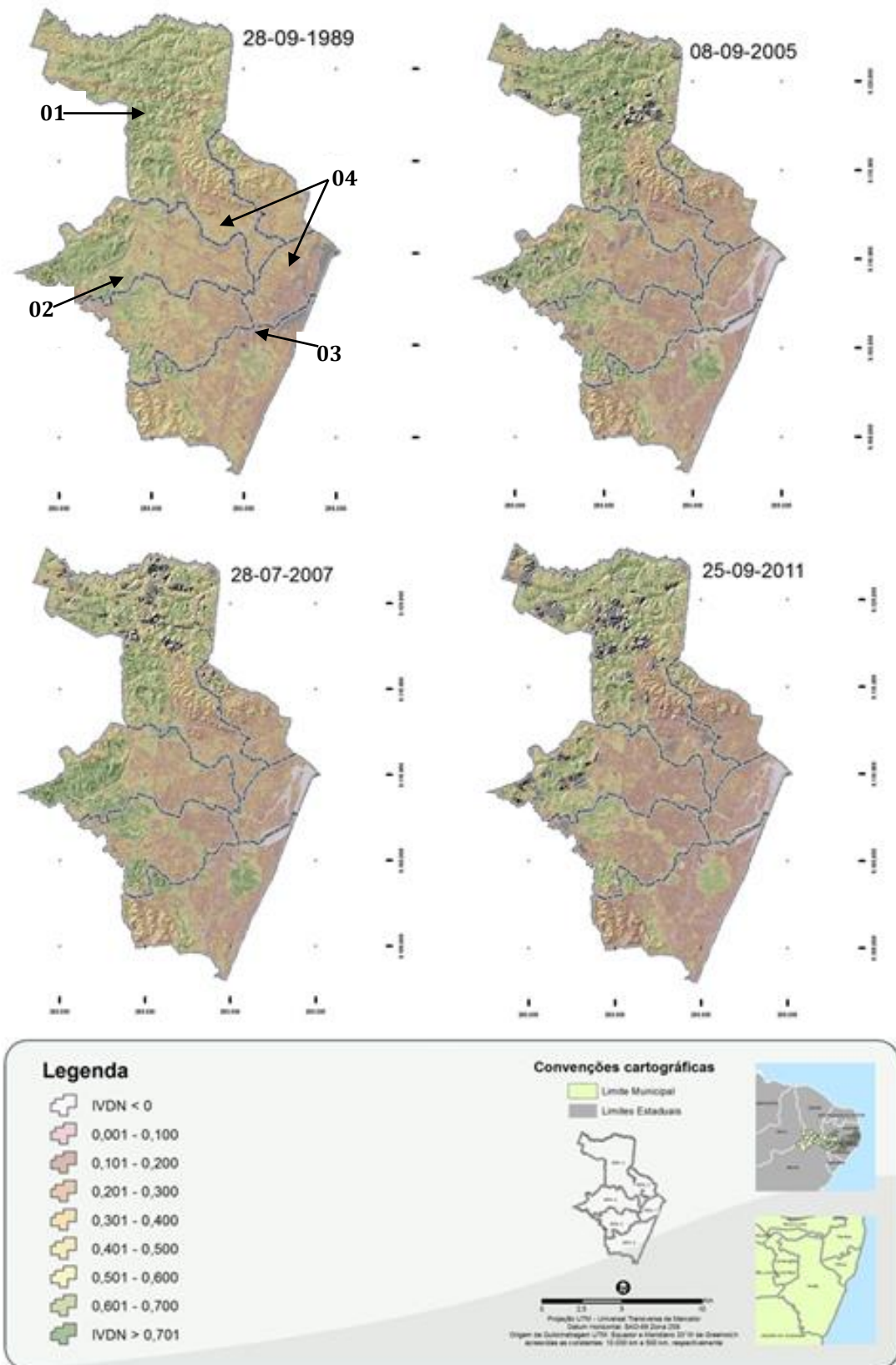
É perceptível que Recife apresenta em sua maior extensão territorial, índices de IVDN abaixo de 0.10, com uma coloração mais avermelhada, o que evidencia pouca presença de vegetação e grande impermeabilização do solo ou simplesmente, solo exposto, principalmente em sua região Central e Nordeste no Ponto 04.

Fazendo uma comparação geral nas imagens estudadas, pode-se perceber momentos de regeneração das áreas verdes representadas, principalmente nas áreas de mangue e uma redução em alguns pontos podendo ser evidenciado pela ocupação urbana ou simplesmente, retirada da vegetação local.

É possível pelos dados apresentados verificar que ao passar dos anos ocorreu uma intensificação no processo de urbanização no município do Recife através da ocupação urbana e impermeabilização do solo e uma intensificação da supressão da vegetação, diminuindo desta forma as áreas verdes da cidade.

Segundo Dacanal; Labaki; Silva (2010) o elemento vegetação aparece como parte integrante do projeto urbano, reconhecendo-se sua importância na alteração das condições microclimáticas e, conseqüentemente, no desempenho térmico das construções, além da influência positiva no conforto térmico.

Figura 7 - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - IVDN da cidade do Recife/ PE.



Fonte: Oliveira (2012 apud Oliveira, 2019).

## 4.2 ANÁLISE TEMPORAL DA TEMPERATURA À SUPERFÍCIE NA CIDADE DE RECIFE/ PE

Através da observação da Figura 8 representando a Temperatura da Superfície (Ts) do sensor TM na cidade do Recife, é possível perceber que nas áreas sem cobertura vegetal de grande expressão e que possui solo impermeabilizado, principalmente em virtude das construções existentes pelo processo de urbanização, as temperaturas apresentam-se variação acima dos 24°C, chegando em alguns períodos a possibilidade de ultrapassar os 28°C.

Nas imagens de 28 de setembro de 1989 e 25 de setembro de 2011, foram apresentadas as maiores temperaturas, o que pode ser determinado pelo período seco nas datas correspondentes, chegando a ultrapassar os 28°C. Já no período de 08 de setembro de 2005 e 28 de julho de 2007, apresenta-se em maior parte da cidade, entre 24°C indo até os 26°C, o que pode ser representado por uma alta umidade e precipitação nos períodos estudados.

Nas imagens onde a coloração é representada pela cor azul, as temperaturas apresentaram-se mais baixas em virtude da presença das áreas verdes em quantidade bastante expressiva e na representação com a coloração avermelhada, as maiores temperaturas em todos os períodos estudados por apresentarem menor representação vegetativa e por serem áreas urbanizadas que possuem construções e solos impermeáveis ou expostos.

No Ponto 01 está representado o Aeroporto Internacional do Recife, localizado no bairro da Imbiribeira onde apresentou altas temperaturas por ser uma área de solo impermeável, variando entre 26.1°C chegando a ultrapassar os 28°C.

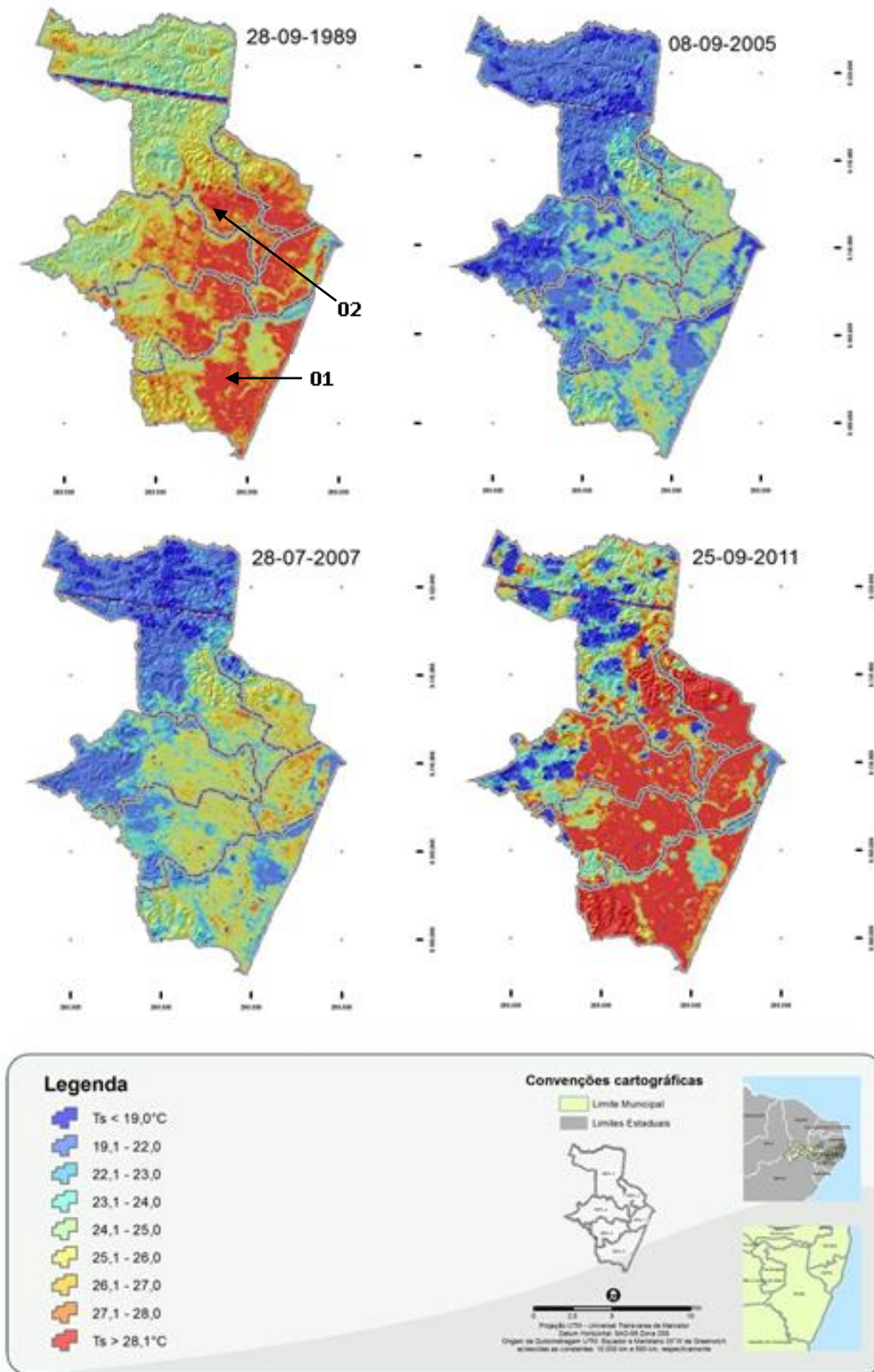
No Ponto 02 temos o bairro de Casa Amarela e todo entorno, apresentando áreas construídas e quase que imperceptível presença de vegetação local, sendo assim, suas temperaturas em todas os períodos das imagens, também apresentam-se acima dos 26.1°C.

Conforme analisado por Nascimento e Barros (2009):

[...] é plausível compreender que nas áreas mais centrais e por conseguinte mais urbanizadas, os valores de temperatura tendem a ser os mais elevados, como ocorre nos locais com atividades comerciais, devido a pouca existência de cobertura vegetal ou corpos hídricos.



Figura 8 - Índice de Temperatura da Superfície - Ts da cidade do Recife/ PE.



Fonte: Oliveira (2012 apud Oliveira, 2019).

### 4.3 ILHAS DE AMENIDADE E SUA IMPORTÂNCIA NA QUALIDADE DE VIDA PARA A CIDADE DO RECIFE/ PE

Em estudo realizado em algumas cidades médias brasileiras na região sudeste, Gomes e Soares (2003) destaca a importância da efetiva participação do poder público no que se refere a arborização, afirmando que:

[...] medidas como a arborização de vias públicas, praças, vazios urbanos destinados à área verde, encostas e fundos de vale, principalmente com espécies nativas, podem contribuir significativamente na amenização do clima urbano e, sobretudo, para a melhoria da qualidade de vida humana.

Segundo Miller (2007 apud Dacanal; Labaki; Silva, 2010), são apresentados alguns benefícios psicológicos das áreas verdes tais como sentimentos de saúde, de paz e de serenidade, melhoria da autoestima, saúde física, restauração psíquica e mental, socialização, solidariedade, ensino e desenvolvimento das crianças, valores pessoais e sociais, liberdade e espiritualidade.

Estudos realizados por Cascioli; Pessanha; Amorim (2009) afirmam a relação direta entre o conforto térmico, crescimento das cidades, intervenção humana na paisagem, condições climáticas e qualidade de vida dos habitantes, conforme citado por Nóbrega e Lemos (2011). Os resultados encontrados pelos autores, através de aplicação de Índice de Calor (IC) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) afirmam que os resultados indicam que há desconforto térmico na cidade do Recife.

Dependendo dos números calculados para tais índices, podem variar indicando quando há conforto e quando há risco eminente e nocivo à saúde humana, sugerindo que uma das opções mais viáveis seria ação do poder público, investindo na manutenção das áreas verdes urbanas.

## 5 CONSIDERAÇÕES

Constatou-se que a cidade de Recife/ PE, em análise feita por meio do uso de técnica de sensoriamento remoto através de imagens de satélite Landsat TM 5, com obtenção dos níveis de IVDN e temperatura da superfície, apresentam-se reduzidas áreas verdes na cidade, essas sendo responsáveis pela formação das chamadas Ilhas de Amenidade ou de Frescor e Conforto Térmico ambiental que conseqüentemente, contribui na qualidade de vida da população.

As áreas que possuem adensamento urbano com a presença de grandes construções, avenidas, residências e comércios, conforme apresentado nas imagens de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) e Temperatura da Superfície (Ts), destacaram-se como as que possuem maiores temperaturas, e as áreas verdes, apresentaram as menores temperaturas.

Nos períodos de 28 de setembro de 1989 e 25 de setembro de 2011, apresentou temperaturas acima dos 26°C, chegando a ultrapassar os 28°C, as mais quentes datados nas imagens. Já no período 08 de setembro de 2005 e 28 de julho de 2007, uma variação que vai dos 24°C aos 26°C, levando em consideração a possibilidade de umidade e precipitação para os períodos estudados. O IVDN nessas áreas teve variação abaixo de 0.10. Como exemplo apresentado nas localizações do Aeroporto Internacional do Recife e bairro de Casa Amarela e seu entorno.

As áreas apresentadas nas imagens estudadas que possuem cobertura vegetal são as que obtiveram as menores temperaturas, estando abaixo de 24,1°C. Como exemplo apresentado nas localizações do Parque Estadual de Dois Irmão, Jardim Botânico do Recife e Parque dos Manguezais.

Deste modo, percebe-se que a cidade do Recife demanda por áreas verdes em maior quantidade, principalmente nos centros urbanos, que possibilitem a formação das Ilhas de Amenidade, gerando conforto térmico para maior qualidade ambiental e de vida da população.

Através dos resultados obtidos com uso de técnica de sensoriamento remoto, os estudos apresentados vêm contribuir com o planejamento adequado do poder público nos centros urbanos em relação ao meio ambiente local.

## 5.1 RECOMENDAÇÕES

Para obtenção de qualidade de vida ambiental, é necessária a existência de Conforto Térmico. Para isso, recomenda-se investimento do poder público na construção de parques com vegetação mais densa, manutenção das áreas verdes já existentes como exemplo o mangue e conservação dos corpos hídricos distribuídos na cidade, além da fiscalização através de monitoramento com uso de tecnologia adequada para proteção dessas áreas, dando continuidade a esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AMMANN, S.B. **Movimento popular de bairro: De frente para o Estado, em busca do Parlamento**. São Paulo: Cortez, 1991.
- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Ranking-Todo Brasil 2010**. 1 tabela. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- BARROS, H. R. de.; LOMBARDO, M. A. **Zoneamento climático urbano da cidade do Recife: Uma contribuição ao planejamento urbano**. São Paulo: 2013. n. 33, p. 187-197. 2013.
- BASTIAANSEN, W. G. M. *et al.* **Remote Sensing Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) 1**. Formulation. Journal of Hydrology: 1998. v. 212-213, p. 198-212. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/245099273\\_A\\_remote\\_sensing\\_surface\\_energy\\_balance\\_algorithm\\_for\\_land\\_SEBAL](https://www.researchgate.net/publication/245099273_A_remote_sensing_surface_energy_balance_algorithm_for_land_SEBAL). Acesso em 2018.
- BORGES, Marcus. **Influência da vegetação no conforto térmico em ambientes urbanos**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima**. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Saude.pdf>. Acesso em: 03 set. 2018.
- CABRAL, A. A. C.; SÁ, A. J. de. Os movimentos sociais urbanos e suas manifestações concretas no Brasil e no Recife: Síntese retrospectiva. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA, v.26, n.3, set./dez. 2009.
- CASCIOLI, C. S.; PESSANHA; AMORIM. O Conforto Térmico em Rosana/SP. *In*: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa - MG. **Anais [...]**. Minas Gerais: UFV, 2009. v. 1. p. 1-13.
- COLTRI, P. P. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. São Paulo, 2006.
- CORRÊA, A. C. de B. Contribuição à análise do Recife como um geossistema urbano. **Revista de Geografia**, Recife, v. 23, n.3, jul./dez. 2006.
- CORREIA, V. R. de M.; MONTEIRO, A. M. V.; CARVALHO, M. S.; WERNECK, G. L. Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro, 23 (5): p.1015-1028, maio 2007.

COSTA, C. S. **Áreas Verdes: um elemento chave para a sustentabilidade urbana.** **Arquitextos**, São Paulo, v. 11, 126 p., 2010.

CPRH. **Refúgio de vida silvestre mata do engenho Uchôa:** Plano de manejo. 2013. Disponível em: [http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS\\_ANEXO/0%20PM%20UCHOA%20FINAL.pdf](http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/0%20PM%20UCHOA%20FINAL.pdf). Acesso em: 15 ago. 2019.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; *et. all-* Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. **INPE**. São José dos Campos: p. 11-17. Jun. 2001.

DA LETRA, T. **Trânsito e transporte são os maiores problemas do Recife.** 2013. Disponível em: [http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2013/10/16/interna\\_vidaurbana,468322/transito-e-transporte-sao-os-maiores-problemas-do-recife.shtml](http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2013/10/16/interna_vidaurbana,468322/transito-e-transporte-sao-os-maiores-problemas-do-recife.shtml). Acesso em: 18 ago. 2014.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. da. **Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos.** *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun. 2010.

FERREIRA, L. de F.; CARRILHO, S. T.; MENDES, P.C. Áreas verdes urbanas: uma contribuição aos estudos das Ilhas de Frescor. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium.** Ituiutaba: Universidade Federal de Uberlândia. v. 6, n. 2, p. 101-120, jul./dez 2015.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto:** 2ª edição do *Imagens de Satélite para Estudos Ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

GARCÍA, F.F. **Manual de climatologia aplicada.** Madrid: Editorial Síntesis, 1995.

GERMANO, P.J.M.M.E.T.; SAMPAIO, A.C.F; ANGELIS, B.L.D.D. Investigação multitemporal de ilhas de calor e de frescor no campus da Universidade Estadual de Maringá-PR utilizando imagens do satélite LANDSAT 5 TM. *In: VII Encontro Internacional de Produção Científica*, 2011, Maringá-PR. **Anais [...]**. Paraná: Ed. CESUMAR, 2011.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. S. A vegetação nos centros urbanos: Considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos**, Rio Claro: 1(1): p. 19-29. Jun. 2003.

ICLEI. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Recife. 2014. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/taxonomy/term/9099?op=NTI5Mg==>. Acesso em: 03 set. 2018.

IBGE – Censo 2010. Disponível em: [www.ibge.com.br](http://www.ibge.com.br). Acesso em: 28 ago. 2018.

IPCC. **Cambio climático 2007:** Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza: IPCC, 2007. 104 p.

LIMA, A. M. L. P.; et. al. Problemas de Utilização na Conceituação de termos como Espaços Livres, Áreas Verdes e Correlatos. *In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana*, 2., 1994, São Luis, MA: **Anais [...]**. Maranhão: 1994. p. 539-553.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas Metrôpoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Ed. HUCITEC, 1985.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Uberlândia: UFU, p. 264-272, Jun. 2014

McMICHAEL, A. J. **Global climate change and health: an old story writ large**. Genebra: WHO, 2003. p. 1-17.

MILLER, R. W. **Urban Forestry**: planning and managing urban greenspaces. 2. ed. Long Grove: Waveland, 2007.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOUSP, 1976. Séries teses e monografias, n. 25.

MOREIRA, E. B. M. & GALVÍNCIO, J. D. Análise multitemporal da ilha de calor urbana na cidade do Recife, através de imagens do Landsat TM-5. *In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2009, Natal. **Anais [...]**. Natal: INPE, abr. 2009. 25-30. p. 1441-1448.

NAHAS, M.I.P. Indicadores Intra-urbanos como instrumento de gestão da qualidade de vida urbana em grandes cidades: uma discussão teórico-metodológica. *In: VITTE, A.C.; KEINERT, T.M.M. (Orgs.). Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana: discussões teórico-metodológicas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 312 p.

NASCIMENTO, D. T. F., BARROS, J. R. Identificação de Ilhas de Calor por meio de Sensoriamento Remoto: estudo de caso no município de Goiânia – GO/2001. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.29, n.1, p. 119-134, jan./jun. 2009.

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. da S. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. **Revista de Geografia**. Recife, v. 28, n. 1, 2011.

NUCCI, T. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2.ed. Curitiba: o autor, 2008. 150 p.

OLIVEIRA, J. C. F. de; OLIVEIRA, T. H. de; GALVÍNCIO, J. D. **Mudanças climáticas e impactos ambientais**: Análise espaço-temporal do fenômeno de Ilhas de Calor no bairro de Boa Viagem, Recife-PE e entorno, através de imagens TM Landsat. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2010. p. 153-172.

OLIVEIRA, T. H. de. **Mudança espaço temporal do uso e cobertura do solo e estimativa do balanço de energia e evapotranspiração diária no município do Recife-PE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós Graduação em Geografia, UFPE. Recife: 2012. 154 p.

OMS – Organização Mundial de Saúde. **Consulta regional referente à Estratégia mundial da OMS sobre a saúde, o meio ambiente e a mudança climática**. 2018. Disponível em: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/49636>. Acesso em: 03 set. 2018.

ONU. **Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos**. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/onuhabitat/>. Acesso em: 03 set. 2018.

OPAS. **Mudanças Climáticas e Ambientais e seus Efeitos na Saúde: cenários e incertezas para o Brasil**. Série Saúde Ambiental. Brasília: 2008. v. 1.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T, M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2. ed. Atualizada e ampliada. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Aspectos econômicos para cidades de baixo carbono**. 2018. Disponível em: [http://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/aspectos\\_economicos\\_para\\_cidades\\_de\\_baixo\\_carbono.pdf](http://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/aspectos_economicos_para_cidades_de_baixo_carbono.pdf). Acesso em: 28 ago. 2018.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Plano de Arborização da Cidade do Recife**. 2010. Disponível em: [http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/CADERNO\\_PLANO.pdf](http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/CADERNO_PLANO.pdf). Acesso em: 15 set. 2018.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **1º Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa da Cidade do Recife**. 2018. Disponível em: [http://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/4.\\_primeiro\\_inventario\\_de\\_emissao\\_d\\_e\\_gases\\_de\\_efeito\\_estufa\\_da\\_cidade\\_do\\_recife.pdf](http://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/4._primeiro_inventario_de_emissao_d_e_gases_de_efeito_estufa_da_cidade_do_recife.pdf). Acesso em: 15 set. 2018.

ROSEMBACK, R.; FRANÇA, A.S.; FLORENZANO, T.G. (2005). Análise comparativa dos dados NDVI obtidos de imagens CCD/CBERS-2 e TM/LANDSAT-5 em área urbana. *In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia-GO. Anais [...]*. Goiás: abr. 2005. p. 1075-1082.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Mudança climática e saúde humana: riscos e respostas: Resumo Atualizado 2008**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.