



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAIBA  
CENTRO DE HUMANIDADES – CAMPUS III  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

**TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE EM GUARABIRA COMO  
FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR**

**ROSE MARRY DOS SANTOS SOUZA**

**GUARABIRA-PB  
2011**

**TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE EM GUARABIRA COMO  
FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR**

**ROSE MARRY DOS SANTOS SOUZA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação  
Licenciatura Plena em Geografia da Universidade  
Estadual da Paraíba, Centro de Humanidades, Guarabira  
– Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção  
do Título de Licenciado em Geografia.

**Orientador: Prof. Dr. José Jakson Amancio Alves**  
**Universidade Estadual da Paraíba**

**Guarabira-PB**  
**2011**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL DE  
GUARABIRA/UEPB

S719t	<p>Souza, Rose Marry dos Santos Temperaturas de superfície em Guarabira como fenômeno de Ilhas de Calor / Rose Marry dos Santos Souza. – Guarabira: UEPB, 2011. 32f. Il. Color. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - TCC) – Universidade Estadual da Paraíba.</p> <p>“Orientação Prof. Dr. José Jakson Amâncio Alves”.</p> <p>1. Urbanização    2. Temperatura - Clima 3. Ilha de Calor    I.Título.</p> <p>22.ed. 304.2</p>
-------	--

**ROSE MARRY DOS SANTOS SOUZA**

**TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE EM GUARABIRA COMO  
FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR**

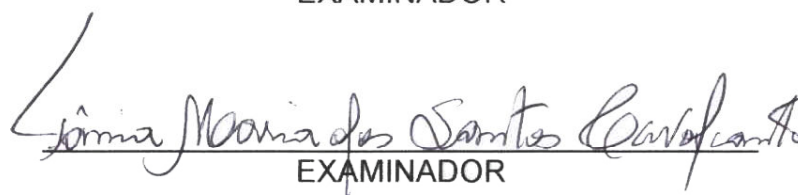
Aprovada em 22 / 06 / 2011

BANCA EXAMINADORA

  
ORIENTADOR

Profº Dr. José Jakson Amâncio Alves

  
EXAMINADOR

  
EXAMINADOR

## **Dedico**

A Jeová Deus.

Ao meu Pai.

E a todos os amigos e amigas que tenho guardados em meu coração.

## **Agradecimentos**

A Jeová Deus, pela força, coragem e sabedoria que tem mantido em mim durante toda trajetória do meu Curso, enfim na minha vida.

A meu Pai que esteve sempre disposto em apoiar meu esforço nesta fase acadêmica.

Ao orientador Profº Dr. José Jakson Amâncio Alves.

**Pois eis que crio novos céus e uma nova terra;  
e não haverá recordação das coisas anteriores,  
nem subirão ao coração...**

**Não terão fome, nem terão sede, nem se  
abaterá sobre eles o calor abrasador ou o sol,**

**(Isaias – 49:10 – 65:17)**

## **RESUMO**

SOUZA, Rose Marry dos Santos. **TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE EM GUARABIRA COMO FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR**. Monografia apresentada ao Curso de Graduação Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Humanidades, Guarabira-PB, 2011.

As características diferenciadas da estrutura urbana e cobertura do solo da cidade de Guarabira-PB, onde encontramos áreas com um elevado percentual de áreas cobertas por asfalto e concreto, circundado e separando centro-periferia, determinam o aparecimento de um gradiente horizontal de temperatura conhecido como o fenômeno da ilha de calor urbana. Além dos aspectos locais referentes à ocupação do solo, diversos trabalhos científicos têm demonstrado a preocupação com o aumento desse fenômeno que influencia na qualidade de vida. Assim, o principal objetivo do presente estudo consiste em observar e analisar, a partir de levantamentos in locu para transformar em um conjunto com dados observacionais a influência da temperatura de superfície e características locais da cidade de Guarabira na formação de ilha de calor urbana.

**Palavras-chave: Ilha de Calor, Urbanização, Temperatura, Clima.**



## **ABSTRACT**

SOUZA, Rose Marry dos Santos. **SURFACE TEMPERATURES IN GUARABIRA AS HEAT ISLANDS PHENOMENON**. Monograph presented to the Graduation Course Licenciatura Full in Geography of the State University of Paraíba, Humanities Center, Guarabira-PB, 2011.

The characteristics differentiated from the city soil urban structure and coverage of Guarabira-PB, where we find areas with a percentile elevated of overcast areas for asphalt and concrete, circled and separating center-periphery, determine the appearance of a horizontal gradient of temperature known as the island phenomenon of urban heat. Besides the referring local aspects to the soil occupation, several scientific jobs have been demonstrating the preoccupation with the increase of this phenomenon that influences in life quality. This way, the present study main goal consists in observe and to analyze, starting from surveys in locu to transform in a set with given observacionais the surface temperature influence and local characteristics of the city of Guarabira in the island formation of urban heat.

**Keywords: Heat Island, Urbanization, Temperature, Climate.**

# **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO LITERÁRIA</b>	<b>12</b>
<b>3. ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>17</b>
<b>3.1 METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
<b>4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DA TEMPERATURA DO AR A SUPERFÍCIE EM VÁRIAS LOCALIDADES DA CIDADE DE GUARABIRA</b>	<b>21</b>
<b>4.1 ESTABELECIMENTOS DA RELAÇÃO ANÁLISE DESCRITIVA</b>	<b>23</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os grandes centros mundiais estão atualmente sofrendo as conseqüências de seu mal planejamento urbano, de seus deficientes ordenamento territoriais e de seu errôneo modelo de desenvolvimento.

O meio ambiente urbano tem sua capacidade de suporte extrapolada a cada dia, consumindo mais do que o necessário e gerando mais resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) do que o ambiente pode assimilar.

O modelo de desenvolvimento sustentável previsto pela Conferência de Estocolmo para o Desenvolvimento e Meio Ambiente (1972) não teve sua essência assimilada. O caminho escolhido é prejudicial para o meio ambiente, incluindo aí o próprio homem. E as conseqüências geradas refletem na sua qualidade de vida.

Uma das conseqüências geradas pelo processo de ocupação e desenvolvimento nas cidades é o fenômeno de ilha urbana de calor. Quantidades de ar quente se fazem presentes em maior concentração no centro das cidades que sofrem com esse desequilíbrio. E essa condição dificulta a evaporação, reduz o poder de dispersão dos poluentes atmosféricos gerados trazendo complicações para a vida do homem nas grandes, médias e até pequenas cidades.

Observamos também, que o planeta vem sofrendo um processo de aquecimento pela emissão de gases causadores do efeito estufa exercendo considerável pressão sobre os recursos ambientais. Obviamente, não se pode esperar que o bem ambiental esteja disponível para o futuro, caso a exploração se mantenha nos atuais patamares haja vista que o ar atmosférico não possui a capacidade de se regenerar no grau de pureza de acordo com os padrões de qualidade.

Guarabira possui elevado grau de áreas com asfalto e poucas plantas, e também, uma grande concentração das fontes de emissão de poluentes. As peculiaridades topográficas e atmosféricas da região afetam diretamente a dispersão destes poluentes que, por sua vez, interferem nas mais diversas atividades humanas. Além disso, a característica de uso do solo apresenta um elevado percentual de áreas cobertas por asfalto e concreto, as quais são superfícies capazes de converter e armazenar a radiação solar incidente em maior grau. O conjunto dos fatores acima é capaz de determinar o aparecimento de um gradiente horizontal de temperatura conhecido como o fenômeno da ilha de calor urbana.

O presente trabalho visa identificar o fenômeno Ilhas Urbanas de Calor em Guarabira por meio do equipamento MT-241 – relógio termo-higrômetro (marca Mimita). Para tal, foram determinados perfis, partindo de zonas periféricas e passando pelo centro e foram

geradas tabelas e gráficos visando à compreensão e identificação desse fenômeno inserido na cidade de Guarabira - PB.

## 2. REVISÃO LITERÁRIA

O alerta para a gravidade dos riscos causados pela degradação ambiental e pelo processo do crescimento econômico, em detrimento da escassez dos recursos naturais, que não serviam à humanidade, foi dado em 1972, em Estocolmo, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, promovido pelas Organizações das Nações Unidas – ONU, a qual trouxe novos conceitos de desenvolvimento sustentável e de desenvolvimento, cuja característica principal consistia na desejável conciliação entre o desenvolvimento, a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida.

Em 1982, a Carta Mundial da Natureza; em 1987, o Relatório BRUNTLAND “Nosso Futuro Comum”; em 1992, no Rio de Janeiro, a Conferência da Terra, mais conhecida como o ECO-92 adotou na Declaração do Rio e na Agenda 21, o desenvolvimento sustentável como meta a ser buscada e respeitada por todos os países.

Didaticamente, podemos dizer que o ar atmosférico integra o meio ambiente natural. É formado por uma mistura de vários elementos e componentes distintos. A biosfera é a parte da Terra em que existe vida. A atmosfera é a massa de ar que envolve a Terra, composta de 78% de nitrogênio, de 21% de oxigênio, de 0,9% de argônio e de 0,03% de anidrido carbônico, entre outras substâncias e vapor d’água (Silva, 1994).

O ar é a mistura gasosa que envolve a Terra e integra ao processo vital de respiração e fotossíntese, à evaporação, à transpiração, à oxidação além dos fenômenos climáticos e meteorológicos necessários a manutenção da vida, pois, além de ser a matéria-prima da respiração dos seres vivos, filtra os raios solares, arrefece o calor, equilibra os ecossistemas. A disponibilidade é ampla e o seu uso insere-se imperceptivelmente nos seres que o utilizam, malgrado sua intangibilidade e seu caráter etéreo cujo controle da qualidade desempenha, repisa-se, no contexto da vida terrestre. Se faltar, a vida se extinguirá. Se sua pureza for comprometida sua função ecológica perecerá (Silva, 1994).

A poluição do ar resulta na alteração das características físicas, químicas ou biológicas normais da atmosfera, produzindo danos aos seres vivos, à fauna, à flora e aos meios abióticos. Assim, vultosas quantidades de elementos químicos estão relacionadas com as condições produzidas pelas condições topográficas, climáticas, meteorológicas; também, toneladas de poluentes, são lançadas no meio ambiente decorrentes das atividades produtivas que afetam o bem estar da população e necessitam de mecanismos de controle do seu uso, gozo e fruição desses bens poluentes da atmosfera que deverão ser restringidos para níveis suportáveis. Muitas são as fontes poluidoras do ecossistema planetário. No contexto

estacionário, as indústrias e as fontes móveis, representadas pelos veículos automotores. Esta análise sistêmica é indispensável para que se assegure qualidade ambiental do entorno com o zelo para que não se inviabilize atividades produtivas(Szinvelski, 2005).

Assim, os mecanismos malfeitores da saúde humana são constituídos por elementos químicos como o monóxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), o dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), os hidrocarbonetos, o ozônio (O<sub>3</sub>), o material particulado (MP), cujo leque de incômodos e doenças é amplo, dependendo do grau de exposição e intensidade. Os males respiratórios, redução da oxigenação, leucemia, leucopenia, anomalias e demais seqüelas. A poluição atmosférica é atentatória ao patrimônio ecológico, econômico, natural, físico, cultural e memória. Por sua vez, os riscos globais produzem ainda as chuvas ácidas, com a redução da camada de ozônio e o efeito estufa, entre outros fenômenos (Szinvelski, 2005).

Nessa vereda, o ar atmosférico integra o meio ambiente, em seu aspecto natural. O meio ambiente tem natureza jurídica de bem difuso, pertence a todos e, ecologicamente equilibrado, é pressuposto do exercício do direito à vida como bem ambiental por ser essencial à sadia qualidade de vida, quer sob os aspectos materiais, quer sob os aspectos imateriais (Brasil, 2004).

Um outro fenômeno natural que pode ocorrer em qualquer parte do planeta, no entanto, sua ocorrência é maior nos centros urbano-industriais. Costuma acontecer no inverno, nos dias frios(Coelho, 2001).Em situações normais o ar, aquecido pela irradiação da superfície, por ficar menos denso (mais leve), eleva-se dando lugar ao ar frio, dessa maneira formam-se correntes de convecção do ar, que estabelecem uma dinâmica favorável à dispersão de poluentes. Ou seja, a radiação solar (ondas curtas - ultravioleta), atravessa a atmosfera e chega ao planeta, trazendo o aquecimento (Lombardo,1985).

A radiação terrestre resultante não conseguem seu desenvolvimento pleno no espaço, pois os gases-estufa (principalmente CO<sub>2</sub>) absorvem e emitem esta radiação de volta para o planeta, o que permite a manutenção da temperatura média do globo em certos níveis(Szinvelski, 2005).

Portanto, o efeito estufa é um fenômeno absolutamente natural, e sem ele não haveria vida na Terra. Entretanto, a emissão em larga escala dos gases estufas (gerados principalmente pela queima de combustíveis fósseis e pela atividade industrial) geram uma intensificação do fenômeno aumentado à temperatura média global e provocando variações climáticas. Como conseqüências, poderiam provocar, além da alteração de padrões agrícolas e de diversos processos ecológicos, alterações no ciclo hidrológico e derretimento das geleiras e plataformas de gelo, provocando o aumento do nível dos mares. Porém, não há como prever com certeza

estas conseqüências. O que se sabe é que a temperatura da Terra cresceu cerca de 2°C nos últimos cem anos, o que não é normal. A intensificação da emissão dos gases-estufas, que vem desde a Revolução Industrial, é que preocupa os cientistas, pois pode aumentar a temperatura global em até 2°C nos próximos cem anos(Szinvelski, 2005).

Um outro, muito freqüente nos dias atuais é o aumento da temperatura nos centros urbanos. Ocorre principalmente, em virtude da grande área asfaltada, das imensas massas de concreto, da intensa emissão de gases poluentes e da ausência de vegetação. Esses fatores provocam o aumento da média térmica, intensificado pelo grande número de edifícios que impendem ou dificultam a penetração dos ventos. A diferença de temperatura do ar atmosférico entre a cidade e seus arredores pode atingir de 6°C a 8°C (Szinvelski, 2005).

A ilha de calor resulta da elevação das temperaturas médias nas zonas centrais da mancha urbana ou região metropolitana, em comparação com as zonas periféricas, causadas principalmente pela influência antrópica nestas regiões. Ocorrem basicamente devido às diferenças de irradiação de calor entre as regiões edificadas, das regiões com solo exposto e das regiões com vegetação e também à concentração de poluentes, maior nas zonas centrais da cidade (Teza; Baptista, 2005).

A substituição por grande quantidade de casas e prédios, ruas e avenidas, pontes e viadutos e uma série de outras construções, que é maior quanto mais se aproxima do centro das grandes cidades, faz aumentar significativamente a irradiação de calor para a atmosfera em comparação com as zonas periféricas ou rurais, onde, em geral, é maior a cobertura vegetal. Nota-se, que diferentes padrões de reflectividade, ou de albedos, são altamente dependentes dos materiais empregados na construção civil. Percebe-se que, dependendo do albedo, mais radiação será absorvida e mais calor será emitido pela superfície (Teza; Baptista, 2005).

Na atmosfera das zonas centrais da cidade, é muito maior a concentração de gases e materiais particulados, responsáveis por um efeito estufa localizado, que colabora para aumentar a retenção de calor. Sem contar que os automóveis, é uma grande fonte de produção de calor o qual, se soma ao calor irradiado pelos edifícios, acentuando o fenômeno da ilha de calor (Lombardo, 1985).

As cidades apresentam temperaturas médias maiores do que as zonas rurais de mesma latitude. Dentro delas, as temperaturas aumentam das periferias em direção ao centro. O uso de grande quantidade de combustíveis fósseis em aquecedores, automóveis e indústrias transformam a cidade em uma potente fonte de calor (Lombardo, 1985).

Os materiais usados na construção, como o asfalto e o concreto, servem de refletores para o calor produzido na cidade e para o calor solar. De dia, os edifícios funcionam como um labirinto de reflexão nas camadas mais altas de ar aquecido. À noite a poluição do ar impede a dispersão de calor (Lombardo, 1985).

As áreas centrais de uma cidade concentram a mais alta densidade de construções, bem como atividades de emissoras de poluentes. A massa de ar quente carregada de material particulado que se forma sobre essas áreas tende a subir até se resfriar. Quando isso ocorre, retorna a superfície, dando origem a intensos nevoeiros na periferia da mancha urbana, retornando à região central, formando um verdadeiro círculo vicioso de fuligem e poeira (Lombardo, 1985).

As áreas metropolitanas costumam apresentar vários picos de temperatura. As atividades que causam esse afeito podem estar concentradas em várias regiões do tecido urbano, que funcionariam como o centro. Bairros fabris pouco arborizados tendem a ser mais quentes que bairros residenciais de luxo, com baixa densidade de construção e muitas áreas verdes (Lombardo, 1985).

A elevação da temperatura nessas áreas centrais da mancha urbana facilita ascensão do ar, quando não há inversão térmica, formando uma zona de baixa pressão. Isso faz com que, os ventos soprem, pelo menos durante o dia, para essa região central, levando muitas vezes, maiores quantidades de poluentes. Assim, sobre a zona central da mancha urbana forma-se uma "cúpula" de ar pesadamente poluído (Lombardo, 1985).

Parâmetros importantes para caracterização e determinação da intensidade da ilha de calor:

- a redução da evaporação (pela ausência de vegetação e água disponível);
- a radiação solar que não é usada na evaporação é carregada para o aquecimento das ruas, edifícios e do ar da cidade;
- o aumento da rugosidade (pela presença de edifícios), aumentando a turbulência, que age para transferir calor para cima, ao mesmo tempo em que diminui o escoamento zonal;
- quantidade de solo exposto, condição esta que eleva a temperatura de superfície;
- topografia da cidade, onde montanhas e vales podem servir como barreiras para a dispersão do ar quente;



- as propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais de pavimentação absorvem energia durante o dia, e à noite emitem radiação de onda longa, o que ocasiona excesso de temperatura durante a noite, maior que durante o dia.

Por fim, a caracterização da ilha de calor urbana através do surgimento de gradientes horizontais de temperatura (Stull, 1993) pode, de maneira geral, ser controlada por diversos fatores. Dentre os principais fatores, destaca-se a caracterização da cidade (corpos d'água, natureza do solo, vegetação, uso do solo, arquitetura, os materiais de construção e fontes antropogênicas), localização geográfica, topografia, climatologia urbana, sazonalidade e condições sinóticas do tempo (Oke, 1982).

Estudos de cunho observacional têm grande importância na determinação de parâmetros de superfície e atmosféricos que são relevantes na formação e manutenção dos gradientes térmicos horizontais. Oke (1982) relata uma série de artigos envolvendo a ilha de calor urbana, destacando o balanço de energia em áreas rurais, urbanas e suburbanas.

A influência das condições atmosféricas na escala de tempo sazonal foi abordada por Ackerman (1985). Seus resultados, extraídos de uma série temporal de 20 anos de dados, indicam que fatores sazonais tendem a modular o ciclo diurno na ilha de calor urbana. Katsoulis e Theoharatos (1985) analisaram registros de temperatura do ar no período de 22 anos (1961-1982), cobrindo a área de maior densidade populacional da cidade de Atenas. Seus resultados mostram um aumento da temperatura mínima média no período de estudo relacionado com o crescimento urbano.

O trabalho de Balling e Cervený (1987) associa a média mensal da intensidade dos ventos com o desenvolvimento da ilha de calor urbana em Phoenix, EUA. Os autores concluíram que as mudanças observadas no campo de vento em Phoenix estão relacionadas diretamente com a da ilha de calor urbana, devido ao aumento do gradiente de temperatura entre a área metropolitana e os seus arredores.

O estudo de Maitelli et al (2004) investiga características espaciais e temporais da ilha de calor em Cuiabá/MT, utilizando estações móveis e de ponto fixo. Os resultados revelam que a ilha de calor localiza-se no distrito comercial, com elevação da temperatura de até 1.5°C nos dias chuvosos e de até 3.0°C em dias sem chuva.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

A região geográfica a que nos referimos neste trabalho coincide com um espaço homogêneo resultante da combinação de fatores físico e sócioeconômicos. Daí, porque a compartimentação do espaço com base na identificação de regiões geográficas distingui-se da que se destina a delimitar regiões naturais que em relação à metodologia, quer em relação ao enfoque adotado:

- a) Quanto à metodologia adotada, além do método da observação e inventário dos fatos do meio físico preocupa-se em quantificar os dados sócioeconômicos;
- b) Quanto ao enfoque, a região geográfica não é entendida apenas como um espaço natural homogêneo, mas o espaço natural transformado pela atitude humana. Em outras, palavras ele é o resultado da relação que se estabelece entre o homem e o meio ao longo do tempo.

Desse modo, partindo do conceito de região como espaço criado concomitante a ação dos fatores físicos e sócio-econômicos, escolhemos dentre as microrregiões paraibanas a região de Guarabira que é inserida na Mesorregião do Agreste Paraibano. O vocábulo agreste comporta em si mesmo uma situação intermediária entre o úmido e o semi-árido, por conseqüente a individualidade regional relativa ao termo deve ser sinônimo de pluralismo tanto nas condições naturais, como no que se refere à organização da produção (Alves, 2007).

O município de Guarabira-PB está localizado na microrregião na Mesorregião do Agreste Paraibano, encontra-se situado entre as coordenadas geográficas 6° 51' 17" Latitude Sul; e 35° 29' 24" de Longitude Oeste. O município está a 96 km da capital do Estado possuindo uma área territorial de aproximadamente 181 km<sup>2</sup> com a população de aproximadamente 51.482 habitantes, com densidade demográfica média de 337 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2000). Limita-se ao norte com Pirpirituba - PB, ao leste com Araçagi - PB, ao Sul com Mulungu - PB, ao sudeste com Alagoinha - PB, a oeste com Cuitegi - PB e a noroeste com Pilõezinhos – PB (MELO, 1997).

O relevo da Mesorregião do Agreste paraibano no qual se situa o município de Guarabira – PB, apresenta semelhança com o relevo da Mesorregião do Sertão Paraibano, onde está situado nos amplos compartimentos rebaixados da Borborema e o Agreste Baixo fica mais extremamente entre os Baixos Platôs Costeiros e rebordo do Planalto da Borborema, no qual apresenta uma área baixa, com superfície colinosa e um relevo suave e ondulado (PDUG, 1988).

O município de Guarabira-PB situa-se no domínio quente e úmido na depressão sublitorânea no qual sua área territorial é caracterizada por trechos planos e serranos. Sendo eles planos na zona da caatinga e serranos na zona circunvizinha do Brejo paraibano, com altitudes que variam de 100 a 200m. A vegetação é do tipo arbóreo e arbustivo, caracterizado como caatinga (MELO, 1997).

Considerando a distribuição espacial das temperaturas, Guarabira-PB mostra uma dependência acentuada do relevo, ou seja, da altitude absoluta em relação ao nível do mar., porém apresenta uma temperatura elevada, em média de 26°C, por está localizado numa área de depressão no qual apresenta como meses mais quentes janeiro e fevereiro e o menos quente julho e o agosto.

O clima do município é do tipo tropical quente e úmido (AS') com chuvas de outono e inverno. Sua pluviosidade varia de aproximadamente 800 mm/a, onde apresenta período seco de 4 á 5 meses, que tem início em setembro e término em janeiro (MELO, 1997).

Os tipos de solo do município de Guarabira - PB são Podzólico Vermelho Amarelo) equivalente Eutrófico; Litólicos Eutróficos, (Bruno não-cálcio), Planossolos Solódico, o que demonstra uma grande variedade de tipos de solos (SILVA, 1985). “Geologicamente o município de Guarabira - PB pertence ao complexo de embasamento cristalino granítico com rochas muito antigas, da era arqueózoica, que formam o complexo Gnaissicomigmático e granodiorito” (ASSIS, 1985).

Os rios que cortam o município de Guarabira-PB são afluentes da bacia hidrográfica do Mamanguape. O município apresenta os seguintes rios: o Araçagi que banha a vila de Cachoeira dos Guedes, e o Guarabira que nasce no sítio Olho D'água no município de Pilõeszinhos - PB e corta no sentido Oeste-Leste a sede municipal, desaguando no rio Araçagi. Além dos rios, o município de Guarabira - PB é composto por riachos que são afluentes do rio Guarabira, como: riacho dos cachorros; riacho Tananduba; riacho Jacaré; riacho Quati; e riacho Tapado (AGEP, 1985).

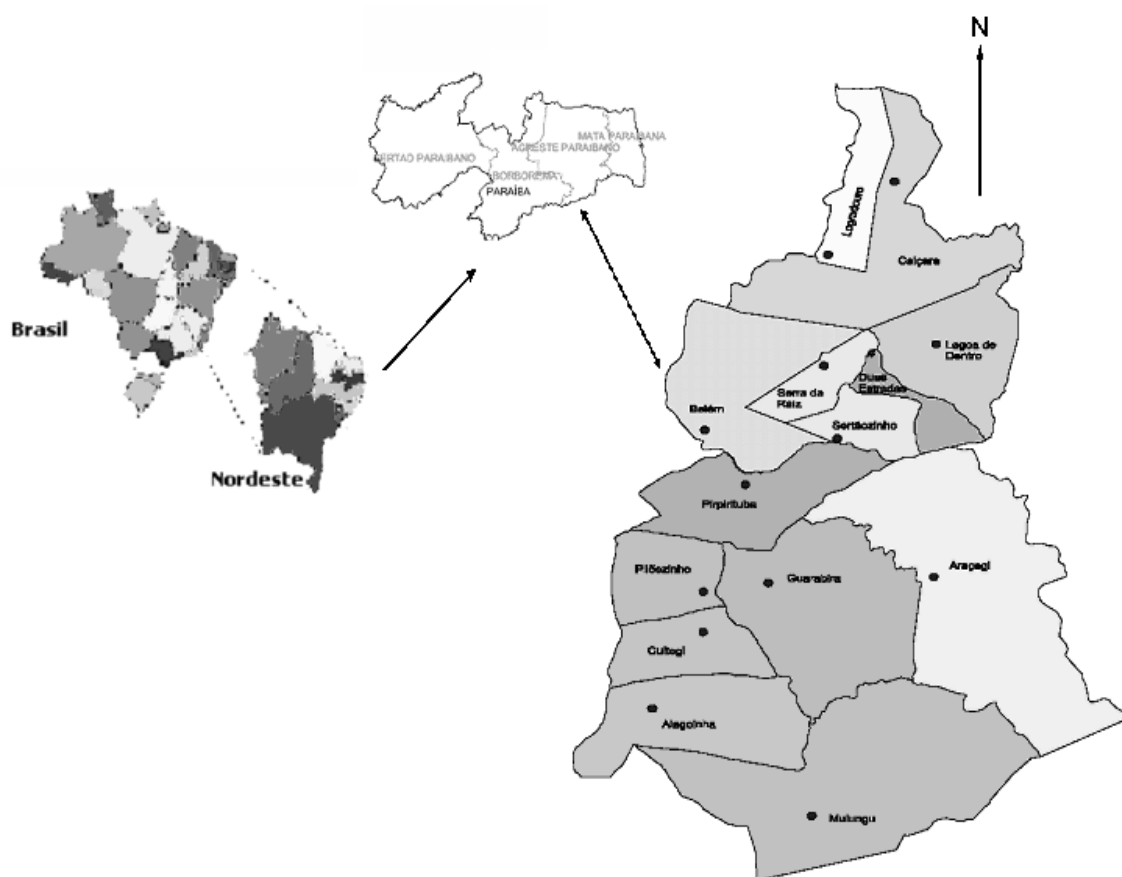


Figura 1 – Região de Guarabira em destaque em relação ao Estado da Paraíba, Nordeste e Brasil.

Fonte: Elaboração própria, 2006.

### 3.1 Metodologia

A metodologia aplicada a esse trabalho começou com um levantamento bibliográfico sobre o tema e seguido de um intenso trabalho de campo; com a seleção dos lugares, visando à escolha de locais que possuíssem a menor interferência e/ou maior interferência como contribuição ao surgimento de ilhas de calor (Quadro 1), denominado de setor, em função da topografia de Guarabira.

<b>Ordem</b>	<b>Localidade</b>	<b>Setor</b>
1	Rodoviária (a)	Médio
2	Bairro Juá (a)	Baixo
3	Bairro Novo	Alto
4	Praça	Médio
5	Praça Centro	Médio
6	Rodoviária (b)	Médio
7	Monumento do Milênio	Médio
8	Praça da Alimentação	Médio
9	Rua da Feira	Médio
10	São Manoel	Baixo
11	Santa Terezinha (a)	Alto
12	Praça do Juá	Baixo
13	Santa Terezinha (b)	Alto
14	Centro (a)	Médio
15	Bairro Juá (b)	Baixo
16	Centro (b)	Médio

Quadro 1 – Relação das Localidades e delimitação dos setores  
Fonte: Elaboração própria, 2006

Após a seleção dos locais, por meio do equipamento MT-241 – relógio termohigrômetro (marca Mimita) e um GPS (marca Garmim) foram realizados novos trabalhos de campo para medição da temperatura do ar a superfície no intervalo de 30 minutos, entre as 09h30min às 10h30min. Esse horário foi escolhido em função de evitar possíveis interferências maiores nos dados amostrais, em função do horário de pique de automóveis e circulação de pessoas.

Para tratamento estatístico dos dados foi utilizado o programa Excel da Microsoft e o programa Surfer na identificação de focos de ilhas de calor.

#### 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DA TEMPERATURA DO AR A SUPERFÍCIE EM VÁRIAS LOCALIDADES DA CIDADE DE GUARABIRA

A análise estatística de amostras permite calcular parâmetros estatísticos nas observações efetuadas, para assim, compactar os dados obtidos, sumarizando todas as informações de modo a facilitar as interferências sobre os dados.

A correta utilização de métodos estatísticos aplicados à climatologia pressupõe a observância de pelo menos três fases: (i) organização dos dados; (ii) estabelecimento de relação entre eles; e (iii) teste de significância dos resultados (ASSIS et al, 2000).

Neste trabalho optamos na aplicação das duas primeiras fases, primeiro em função do número de amostras, 16 localidades no total; segundo em função da problemática investigada, em que as duas primeiras etapas apontam resultados já satisfatórios para a análise dos focos de ilhas de calor de Guarabira.

Informações organizadas dos dados estão disponibilizadas no Quadro 2, com resultados amostrais, como também, altitude, localidade, umidade relativa e o setor, que foi um arranjo da espacialidade na coleta dos dados durante a primavera e verão no município de Guarabira durante o ano de 2006.

Hora	Temperatura(°C)	Umidade(%)	Localidade	Altitude
09h30min	40,8	41	Rodoviária	115
10h00min	43,3	40		
10h30min	43,5	28		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	50,4	40	Juá	98
10h00min	50,6	43		
10h30min	50,9	35		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	40,9	51	Bairro novo	112
10h00min	42,8	48		
10h30min	44,4	43		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	44,9	43	Praça	105
10h00min	46	43		
10h30min	46,4	38		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	42,1	46	praça centro	101

10h00min	46,9	46		
10h30min	48,4	44		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	35,5	51	Rodoviária	107
10h00min	37,9	49		
10h30min	39	44		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	32,8	36	Monumento do Milênio	117
10h00min	32,9	44		
10h00min	39,9	35		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	31,5	46	praça alimentação	100
10h00min	31,6	41		
10h30min	32,6	35		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	33,6	43	rua da feira	100
10h00min	38,9	32		
10h30min	42	33		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	33	46	São Manoel	96
10h00min	39,9	41		
10h30min	41,3	39		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	31,5	55	Santa Terezinha	118
10h00min	33,8	52		
10h30min	33,9	51		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	36,4	46	praça do juá	93
10h00min	36,9	41		
10h30min	40,9	45		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	33,4	50	Santa Terezinha	118
10h00min	36	42		
10h30min	37,6	37		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	33,9	58	Centro	101
10h00min	33,9	44		
10h30min	36,4	53		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude

09h30min	32,4	51	Juá	115
10h	35,5	45		
10h30min	33,1	48		
Hora	Temperatura	Umidade	Localidade	Altitude
09h30min	32,6	50	Centro	100
10h00min	39	45		
10h30min	35	42		

Quadro 2 – Resultado das amostras com suas respectivas localidades

Fonte: Trabalho de Campo, 2006.

#### 4.1 Estabelecimento da Relação (Análise Descritiva)

A análise descritiva permite calcular parâmetros estatísticos, a saber: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, grau de curtose, grau de assimetria, menor observação, maior observação, amplitude e número de observação.

Com relação às observações feitas no primeiro intervalo (09h30min), na qual a descrição estatística se encontra na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição estatística das (09h30min)

Análise	Descritiva	Dos	Dados
	<b>Média</b>	<b>44,250</b>	
	<b>Mediana</b>	<b>42,900</b>	
	<b>Moda</b>	<b>31,500</b>	
	<b>Desvio Padrão</b>	<b>4,523</b>	
	<b>Variância</b>	<b>20,457</b>	
	<b>Grau de Curtose</b>	<b>0,028</b>	
	<b>Grau de Assimetria</b>	<b>-0,657</b>	
	<b>Menor Observação</b>	<b>40,800</b>	
	<b>Maior Observação</b>	<b>50,400</b>	
	<b>Amplitude</b>	<b>9,600</b>	
	<b>Número de Observações</b>	<b>16</b>	

Fonte: Elaboração própria, 2006

Com base na interpretação da Tabela 1 apontamos o seguinte resultado:

- A temperatura de superfície média foi de 44,25°C; porém, a moda ficou em torno de 31,5°C, sendo esse o valor mais freqüente dos dados amostrais;
- A amplitude sendo a diferença entre os valores extremos dos dados amostrais, foi da média de 9,6 °C. Esse resultado é alto, mas é justificado pela espacialidade dos locais onde foram efetuadas as coletas. Essa característica indica temperaturas extremadas,



isto justifica a existência de focos de calor, que dependendo do ambiente, podem evoluir para ilhas de calor;

- c) O desvio padrão foi da ordem de 4,52. Entendendo que o desvio padrão aponta a uniformidade dos dados, o valor encontrado indica uma variabilidade dos dados encontrados no campo, isto significa que os valores de temperatura de superfície do ar das 16 localidades não são homogêneos. Então a falta de uniformidade aponta para a existência de focos de calor;
- d) Em relação ao grau de assimetria, esse foi negativo (-0,657), que significa o valor da mediana maior que a média e a moda na simetria, como mostrada na Figura 4. Esse resultado demonstra que os dados possuem um grau de afastamento de uma distribuição da unidade de simetria negativa. Só reforçando a constatação que os dados de temperatura de superfície do ar em Guarabira, variam com as localidades.

A partir dessas constatações observa-se claramente que os dados de temperatura do ar têm valores bem diferenciados em função da sua localização dentro da espacialidade abrangida pelo trabalho. Isto representa a existência de focos de ilhas de calor, pois dado a leitura interpretativa dos dados e sua descrição estatística fica clara a variabilidade nos valores de temperatura.

Com relação às observações feitas no segundo intervalo (10h), na qual a descrição estatística se encontra na Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição estatística das (10h:00)

<b>Análise</b>	<b>Descritiva</b>	<b>Dos</b>	<b>Dados</b>
	<b>Média</b>	<b>45,675</b>	
	<b>Mediana</b>	<b>44,650</b>	
	<b>Moda</b>	<b>-</b>	
	<b>Desvio Padrão</b>	<b>3,572</b>	
	<b>Variância</b>	<b>12,756</b>	
	<b>Grau de Curtose</b>	<b>0,604</b>	
	<b>Grau de Assimetria</b>	<b>-0,563</b>	
	<b>Menor Observação</b>	<b>42,800</b>	
	<b>Maior Observação</b>	<b>50,600</b>	
	<b>Amplitude</b>	<b>7,800</b>	
	<b>Número de Observações</b>	<b>16</b>	

Fonte: Elaboração própria, 2006

Com base na interpretação da Tabela 2 apontamos o seguinte resultado:

- e) A temperatura de superfície média foi de 45,67°C; porém, a moda ficou em torno de 31,5°C, sendo esse o valor mais freqüente dos dados amostrais. Esses valores foram superiores ao primeiro intervalo;

- f) A amplitude sendo a diferença entre os valores extremos dos dados amostrais, foi da média de 7,8°C. Esse resultado foi mais baixo que o primeiro intervalo. Porém, continua indicando pelo seu valor temperaturas extremadas, isto mantém a justificativa da existência de focos de calor;
- g) O desvio padrão foi da ordem de 3,57. Esse valor aponta uma tendência à uniformidade dos dados, mesmo assim, se mantém, uma variabilidade nos valores;
- h) Em relação ao grau de assimetria, diminuiu em relação ao primeiro intervalo, mas continua negativo (-0,563), mantendo a constatação que os dados de temperatura de superfície do ar em Guarabira, variam com as localidades.

A partir dessas constatações observa-se claramente que os dados da descrição estatística da temperatura a superfície do ar entre o primeiro intervalo e o segundo intervalo diminuíram. Essa evidência só demonstra uma diminuição na discrepância entre os valores, caminhando para uma homogeneização da temperatura das diversas localidades com o aumento do intervalo/horário. Porém, como o desvio se mantém alto e a assimetria é negativa, a existência de focos de ilhas de calor fica clara na variabilidade dos valores de temperatura.

Com relação às observações feitas no terceiro intervalo (10h30min), na qual a descrição estatística se encontra na Tabela 3.

Tabela 3 – Descrição estatística das (10h30min)

<b>Análise</b>	<b>Descritiva</b>	<b>dos</b>	<b>Dados</b>
	<b>Média</b>	<b>46,300</b>	
	<b>Mediana</b>	<b>45,400</b>	
	<b>Moda</b>	<b>-</b>	
	<b>Desvio Padrão</b>	<b>3,297</b>	
	<b>Variância</b>	<b>10,873</b>	
	<b>Grau de Curtose</b>	<b>1,224</b>	
	<b>Grau de Assimetria</b>	<b>-0,494</b>	
	<b>Menor Observação</b>	<b>43,500</b>	
	<b>Maior Observação</b>	<b>50,900</b>	
	<b>Amplitude</b>	<b>7,400</b>	
	<b>Número de Observações</b>	<b>16</b>	

Fonte: Elaboração própria, 2006

Com base na interpretação da Tabela 3 apontamos o seguinte resultado:

- i) A temperatura de superfície média foi de 46,30°C; porém, a moda ficou em torno de 31,5°C, sendo esse o valor mais freqüente dos dados amostrais. Esses valores foram superiores ao primeiro e segundo intervalo, mostrando o aumento da temperatura com o aumento das horas para o meio dia;

- j) A amplitude sendo a diferença entre os valores extremos dos dados amostrais, foi da média de 7,4°C. Esse resultado foi mais baixo que o primeiro e o segundo intervalo. Justificando a diminuição na diferença de temperaturas entre os intervalos entre as localidades estudadas;
- k) O desvio padrão foi da ordem de 3,29. Esse valor apontou apenas uma pequena diminuição entre o segundo intervalo, que foi bem maior entre o primeiro intervalo, significando certa conservação dos valores coletados em relação ao segundo intervalo;
- l) Em relação ao grau de assimetria, bem menor em relação ao primeiro e ao segundo intervalo, mas continua sendo negativo (-0,494).

Entre os três intervalos (09h30min às 10h30min) foi notado um aumento médio de temperatura de 2,5°C. Por fim, os dados apresentam uma variabilidade de temperatura em função do arranjo espacial dos dados coletados, Guarabira apresentam um grau elevado de diferenças de temperaturas, porém, uniformiza com o aumento do horário-solar, diminuindo as diferenças de temperaturas entre as localidades, porém, não a temperatura.

Os demais indicadores que constam nas Tabelas (1, 2 e 3) são informações complementares, dadas pelo equipamento, disponibilizados, como fonte de futuras consultas e trabalhos.

Avaliando a temperatura das localidades nos três intervalos, a partir dos Gráficos 1, 2 e 3, nota-se que nas localidades do Juá e entre a praça e a praça central de Guarabira, são as localidades que se mantêm valores em destaque de temperatura nos intervalos estudados.

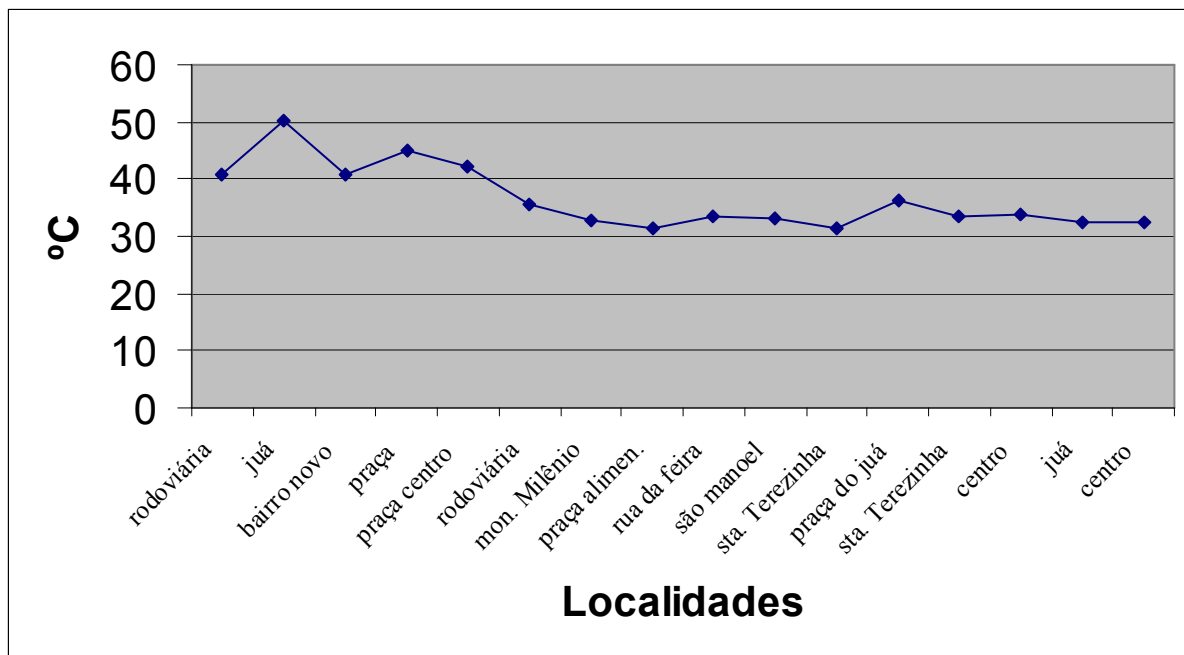


Gráfico 1 - Comportamento da Temperatura do Ar a Superfície (09h30min)

A menor temperatura ficou com o entorno do Bairro da Santa Terezinha.

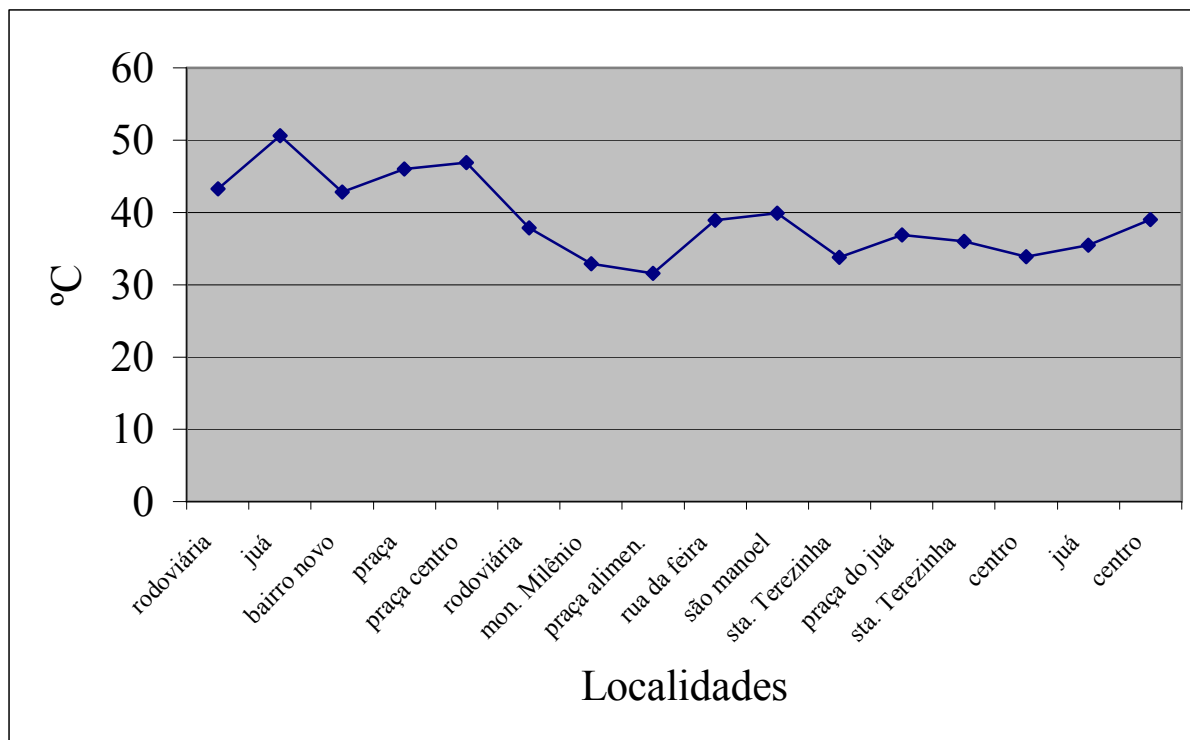


Gráfico 2 - Comportamento da Temperatura do Ar a Superfície (10h00min)

O bairro Novo em Guarabira tem altas temperaturas, em função das edificações, pouca arborização, o que foi comprovado *in locu*, durante a coleta de dados.

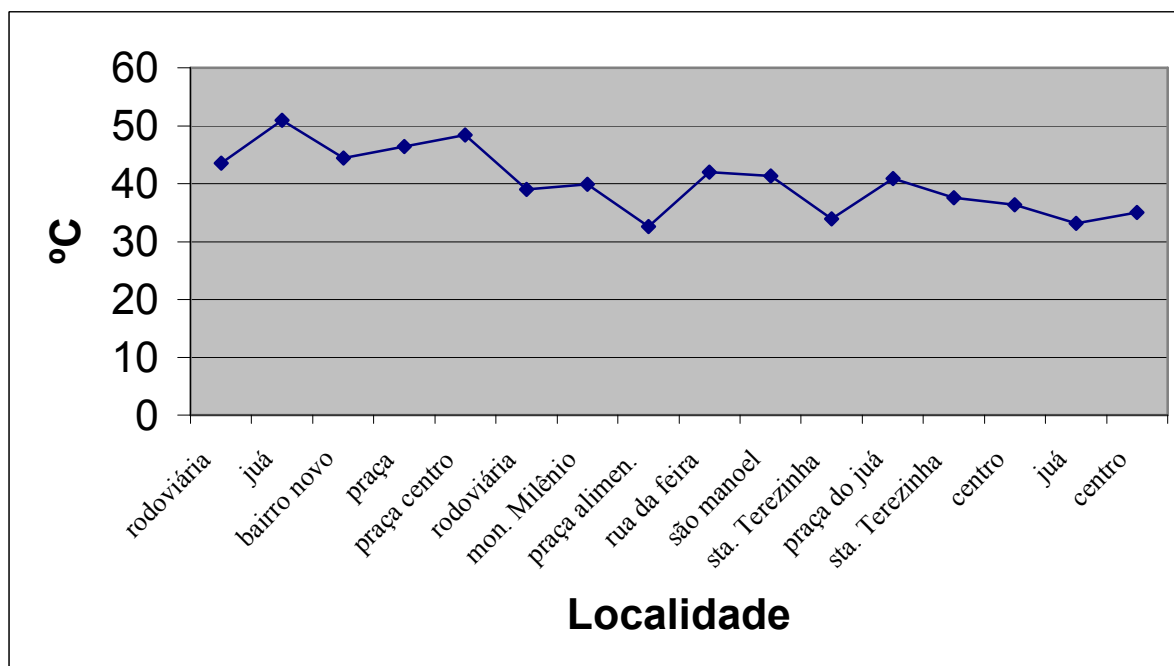


Gráfico 3 - Comportamento da Temperatura do Ar a Superfície (10h30min)

Por fim, ao analisar o Gráfico 4 (resumo dos demais gráficos), resultado da junção dos dados dos vários intervalos e das várias localidades, podemos constatar que as ilhas de calor evidenciadas como resultado desse estudo estão no Juá e no centro de Guarabira, pois as mesmas se mantiveram evidentes durante os três intervalos e oscilação uniforme no aumento de temperatura.

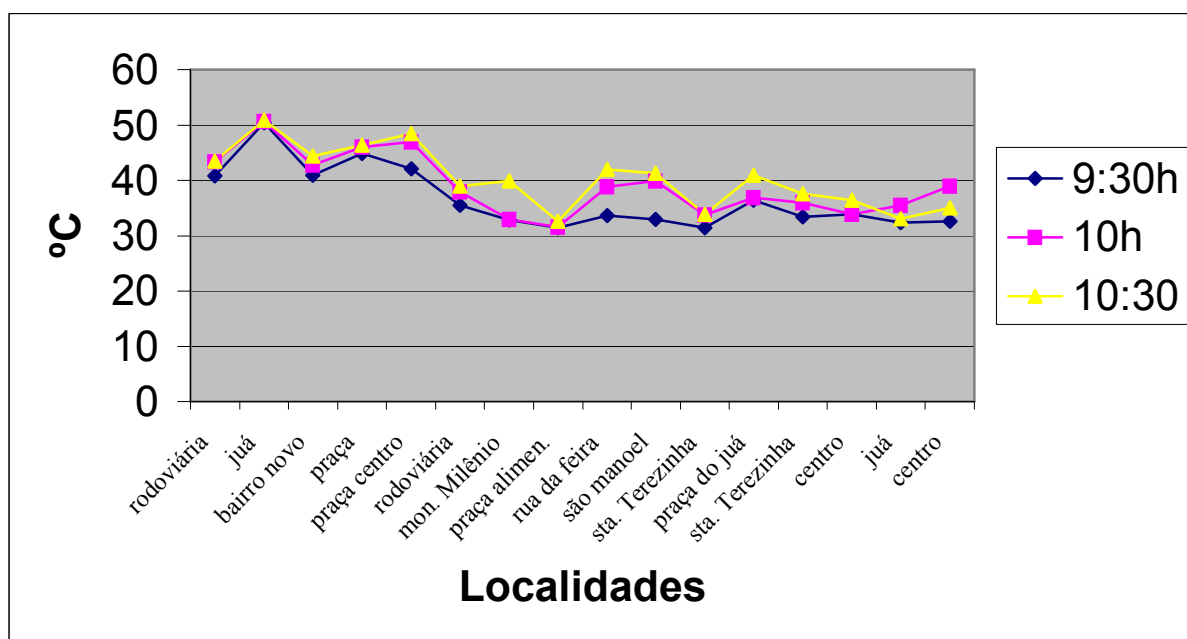


Gráfico 4 - Comportamento da Temperatura do Ar a Superfície nos três horários medidos

Já na Rua da Feira e na Rua São Manoel foram as que apresentaram maior discrepância nos valores de temperatura entre o primeiro e o terceiro intervalo.

A existência de ilhas de calor é evidente, porém, a grande surpresa foi o Bairro do Juá, que superou a praça da alimentação, e que pela proximidade, das praças centrais, deveria se manter no mesmo patamar de temperaturas. A praça da alimentação, rua da feira e Rua São Manoel, foram as localidades como nota-se no Gráfico 4 que apresentaram a maior evolução no valor das temperaturas entre os três intervalos (09h30min às 10h30min).

Os resultados enfim, mostrou que a problemática das ilhas de calor, não são problemas apenas das cidades grandes, nas pequenas e médias cidades também ocorrem, não com a intensidade de grandes metrópoles, mas ocorrem, e principalmente quando a uma expansão urbana forte, onde tem como consequência a diminuição da área verde da cidade, como é o caso da cidade de Guarabira.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fenômeno ilhas de calor não ocorre apenas em metrópoles brasileiras, ocorre necessariamente em áreas urbanas. Esse problema ambiental é consequência de um planejamento urbano deficiente ou inexistente, que se desenvolve a partir de pressupostos que poderiam ser abrandados com ações tomadas previamente ao assentamento da população.

Temperaturas de superfície maiores foram detectadas em toda a região central da cidade, ocorrendo um decréscimo da temperatura em relação às periferias. Esse comportamento da temperatura é padrão. Pois em todas as cidades foi detectado um grande adensamento de edificações no centro da cidade, com construções que são feitas de materiais que possuem características de absorver mais radiação e emitir mais calor para superfície.

Um outro aspecto é a topografia de depressão que não é favorável à dispersão de poluentes e particulados atmosféricos, fator que intensifica o fenômeno ilha urbana de calor. O fato de uma cidade estar inserida em um contexto de desenvolvimento, possuindo um planejamento urbano e um direcionamento para a sua expansão urbana, como o Plano Diretor, não anula as condições favoráveis para o surgimento de problemas ambientais como a ilha urbana de calor. Resultado da diminuição das áreas verdes, das áreas de lazer e do aumento do concreto, do asfalto, dos edifícios, circulação de automóveis etc.

Guarabira apresenta evidenciadas duas ilhas de calor, como vimos nos resultados apresentados nesse trabalho, e os motivos para esse fenômeno urbano, são os mesmos, vistos nas demais cidades onde se professa esses fenômenos.

Concluímos apontando uma simples sugestão, para os governos e demais estudiosos sobre essa problemática urbana na atualidade, intensificado com o aquecimento global, que é florestar e reflorestar, tanto a zona urbana como a zona rural. Manter as árvores é um sinal de vida tanto na cidade como no campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, B. “Temporal march of the Chicago heat island”. *Journal Climate Applied Meteorology*. v 24, pp. 547–554, 1985.
- ATLAS GEOGRÁFICO DO ESTADO DA PARAÍBA. Secretaria da Educação. Governo do Estado da Paraíba/UFPB. João Pessoa: GRAFSET, 1985.
- ALVES, José Jakson Amancio. Bio\_Geografia. João Pessoa: 2007. P.120.
- BALLING JR, R. C, CERVENY, R S. “Long-term associations between wind speeds and the urban heat island of Phoenix, Arizona”. *Journal of Applied Meteorology*, v.26, pp.712-716, 1987.
- BRASIL. **Constituição 1988**: Texto Constitucional com as alterações adotadas pelas Emendas. Ed. Atualizada. Brasília: Senado Federal, 2004.
- COELHO, Marcos de Amorim; TERRA, Lygia. Geografia Geral: o espaço natural e socioeconômico. 4. ed., São Paulo: Moderna, 2001.
- KATSOULIS, B. D., THEOHARATOS, G. A. “Indications of the Urban Heat Island in Athens, Greece”. *Journal of Applied Meteorology*, v.24, pp.1296–1302, 1985.
- LOMBARDO, Magda Adelaide. Ilha de Calor nas Metrôpoles. Ed. Hucitec, São Paulo, 1985.
- MAITELLI, G. T.; ZAMPARONI, C. A. G. P., SOUZA, S. C. Mudanças de uso do solo e variações climáticas na Amazônia Mato-grossense In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza/CE. Meteorologia e Desenvolvimento Sustentável. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004. v.1. p.1-12
- Dordrecht. 666 p. 1993.
- MARTILLI, A., CLAPPIER, A., ROTACH, M. W. “An Urban Surface Exchange Parameterization for Mesoscale Models”. *Boundary Layer Meteorology*, v.104, pp. 261-304, 2004.
- MELO, A. B. C. de,. Previsibilidade da Precipitação na Região Semi-árida do Nordeste do Brasil, Durante a Estação Chuvosa, em Função do Comportamento Diário das Chuvas na Pré-estação. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. 1997, 124 p. (DCA-CMM.TD N°06)
- OKE, T. K. “The energetic basic of the urban heat island”. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v. 108, pp.1-24, 1982.
- SILVA, B. B.,. Estudo da Precipitação no estado da Paraíba: regimes pluviais e caracterização de anos secos e chuvosos. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, UFPB, Campina Grande, PB, 1985, 100p.
- SILVA, José Afonso. **Direito Ambiental Constitucional**. 9. ed., São Paulo: Malheiros Editores, 1994.



STULL, R. B.. An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Publishers, 1993.

SZINVELSKI, Ildo Mário. **A poluição veicular ambiental:** aspectos legais. Monografia de Especialista em Direito Ambiental. Universidade Luterana do Brasil – ULBRA. Canoas, RS, Janeiro de 2005, 152p.

TEZA, Cláudio Tavares Viana; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello. **Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3911-3918.

IBGE. Censo 2000. Disponível em < [http://www.ibge.gov.br/censo\\_2000](http://www.ibge.gov.br/censo_2000)>. Acesso em 26 de abril de 2007.