DOUTORADO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

BENEDITO GLEDSON DE ARAUJO OLIVEIRA

Tese de Doutorado

Rio Claro - SP

2015

DOUTORADO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

BENEDITO GLEDSON DE ARAUJO OLIVEIRA

USO DA TERRA E CLIMA URBANO E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE A POPULAÇÃO DE EUGLOSSINI NA CIDADE DE PARNAÍBA, PI, BRASIL.

Tese de doutorado apresentado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas como parte de um dos requisitos para aquisição do título de doutor em Geografia

Orientadora: Dr. Magda Adelaide Lombardo

Rio Claro - SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

595.799 Araujo, Benedito Gledson Oliveira
A663u Uso da terra e clima urbano e suas influências sobre a população de Euglossini na cidade de Parnaíba, PI, Brasil / Benedito Gledson Oliveira Araujo. - Rio Claro, 2015
129 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Magda Adelaide Lombardo

1. Abelha. 2. Bioindicação. 3. Análise ambiental. 4. Climatologia. 5. Geoprocessamento. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

DOUTORADO

Tese de Doutorado

USO DA TERRA E CLIMA URBANO E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE A POPULAÇÃO DE EUGLOSSINI NA CIDADE DE PARNAÍBA, PI, BRASIL.

BENEDITO GLEDSON DE ARAUJO OLIVEIRA

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Magda Adelaide Lombardo

Dr. Carlos Sait Pereira de Andrade

Dr. Andréia Medinilha Pancher

Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho

Dr. Jefferson Lordello Polizel

Rio Claro (SP), 04 de Agosto de 2015.

Dedicatória

Dedico em primeiro lugar este trabalho ao Deus que sempre esteve comigo nas horas fáceis e também difíceis, que me trouxe até aqui. Como explicar um menino do interior do Piauí ter a oportunidade de cursar doutorado numa das maiores Universidades do país, se não for pelo favor de Deus? Muito obrigado Senhor por mais esta oportunidade. Também dedico a minha família, meus pais Luis Glairton Aguiar Oliveira, Maria Gorete de Araujo Oliveira, a minha esposa Iriane do Nascimento Rosa, meus filhos que nasceram durante essa vida acadêmica corrida Melissa Rosa Oliveira e Mateus Gabriel Rosa Oliveira, obrigado por todo apoio e força, vocês sempre acreditaram em mim. Aos meus avós paternos Tarcísio Barbalho de Oliveira e Maria das Dores Aguiar Oliveira e avós maternos José Lourenço de Araujo (*in memorian*) em especial a minha avó Adelaide Eduarda da Silva (*in memorian*) que sempre me dizia que um dia eu seria doutor. Enfim todos que foram e são instrumentos de Deus para me abençoar para que eu chegasse até aqui. A Ti Senhor Deus toda honra e glória, pois o Senhor estabeleceu os céus e formaste a Terra com o poder da Tua Palavra! Muito obrigado Pai!

Agradecimento

Eu agradeço em primeiro lugar a Deus, aos meus amigos e familiares, esposa e filhos. À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de mesquita Filho” Campus Rio Claro, a minha orientadora Magda Adelaide Lombardo por me mostrar que mais do que ser um grande profissional, o nosso lado humano é o que realmente faz o diferencial naquilo que somos. A capacidade de ajudar o próximo na intenção de simplesmente fazer a diferença na vida de alguém. A Professora Magda Lombardo, obrigada pelo exemplo! Ao meu pastor Damião Costa Filho, pelos conselhos e todo companheirismo. A banca avaliadora pelas sugestões para este trabalho. Meus alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, alunos dos cursos de Licenciatura Plena em Química e Física, que colaboraram nas coletas. A professora Elisa Pessoa Aranha, professora do curso de Letras Português, da Universidade Estadual do Piauí em Parnaíba pelas correções na escrita. Enfim a todos que contribuíram direta e/ou indiretamente para conclusão deste trabalho.

Ora, Aquele que é poderoso para fazer infinitamente mais do que tudo quanto pedimos ou pensamos, segundo o poder que opera em nós

Efésios 3:20

Sumário

	Páginas
Resumo.....	**16**
Abstract.....	**17**
Introdução.....	**18**
Caracterização da área de estudo (Estudo de caso em Parnaíba-PI).....	**20**
Características hídricas do município.....	**23**
Divisão do Município.....	**25**
Pontos de coletas de dados.....	**29**
Etapa de campo - Coleta das abelhas e registros de dados climáticos nos pontos de estudo.....	**35**
Produção de Mapas.....	**37**
Capítulo I - As abelhas *Euglossini*, sua importância no meio natural e ação bioindicadora.....	**40**
A Biologia de *Euglossini*.....	**40**
A Polinizadora de plantas por abelhas *Euglossini* e sua importância na conservação de espécies.....	**42**
Função bioindicadora das abelhas *Euglossini*.....	**44**
Capítulo II - Uso e ocupação da terra na cidade de Parnaíba e seus impactos sobre a população de abelhas *Euglossini*.....	**48**
Alteração da paisagem e o Geoprocessamento.....	**48**
Aspectos gerais sobre o uso e ocupação do solo urbano em Parnaíba.....	**50**

Impacto da urbanização sobre as abelhas..... 56

Capítulo III - O clima urbano e suas influencias sobre as abelhas *Euglossini* na cidade de Parnaíba..... 64

O Desenvolvimento da climatologia e do clima urbano..... 64

Características climáticas e análise sinótica do período de coleta dos dados no município de Parnaíba - PI..... 76

Aspectos sobre o clima de Parnaíba - Análise dos dados meteorológicos coletados em diferentes paisagens presentes nos pontos de coleta dentro do município de Parnaíba, PI, Brasil..... 87

Análise espacial da variação da temperatura dos pontos analisados..... 105

A Análise espacial da umidade relativa dos pontos analisados..... 106

Relação das abelhas *Euglossini* com o clima urbano..... 107

Considerações finais..... 112

Referências bibliográficas..... 114

Apêndices..... 125

Anexos..... 127

Lista de Ilustrações

Mapas

Página

Mapa 01. Mapa da localização do município de Parnaíba, Piauí, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. Ano 2015..... 20

Mapa 02. Identificação de bacias hídricas no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Plano Diretor (Parnaíba). 2009..... 24

Mapa 03. Divisão urbana e localização de zonas e macrozonas pertencentes ao município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte. Parnaíba, 2009..... 27

Mapa 04. Mapa de localização dos pontos de coleta dentro do município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira e Daniel Veras. Ano: 2015..... 29

Mapa 05. Identificação da zona de crescimento urbano na cidade de Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Jefferson Polizel. 2015..... 53

Mapa 06. Uso e ocupação da terra no espaço urbano na cidade de Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Jefferson Polizel. 2015..... 54

Mapa 07. Uso e ocupação da terra no município de Parnaíba, Piauí, Brasil. 2015. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015..... 55

Mapa 08. Buffers de 500 m² aplicados nos pontos de coleta do Dirceu e Tabuleiro em Parnaíba – PI. Elaboração: Benedito Glson e Jefferson Polizel. 2015..... 58

Mapa 09. Buffers de 500 m² aplicados nos pontos de coleta do Centro e Planalto em Parnaíba – PI. Elaboração: Benedito Gledson e Jefferson Polizel. 2015..... 59

Mapa 10. Buffers de 1000 m² aplicados nos pontos de coleta do Dirceu e Tabuleiro em Parnaíba – PI. Elaboração: Benedito

Gledson e Jefferson Polizel. 2015..... 61

Mapa 11. Buffers de 1000 m² aplicados nos pontos de coleta do Centro e Planalto em Parnaíba – PI. Elaboração: Benedito Gledson e Jefferson Polizel. 2015..... 62

Mapa 12. Precipitação média anual no Estado do Piauí. Fonte: EMBRAPA, 2015..... 77

Mapa 13. Posição média da ZCIT no mês de abril de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 78

Mapa 14. Precipitação acumulada nos dias de coleta de dados. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 79

Mapa 15. Precipitação observada em 23/04/2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 80

Mapa 16. Precipitação observada em 24/04/2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 80

Mapa 17. Precipitação observada em 28/04/2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 81

Mapa 18. Temperatura mínima do mês de abril de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 81

Mapa 19. Temperatura máxima do mês de abril de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 82

Mapa 20. Posição média da ZCIT no mês de outubro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 83

Mapa 21. Precipitação acumulada nos dias de coleta de dados. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 84

Mapa 22. Temperatura mínima do mês de setembro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 85

Mapa 23. Temperatura mínima do mês de outubro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 85

Mapa 24 Temperatura máxima do mês de setembro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 86

Mapa 25. Temperatura máxima do mês de outubro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015..... 87

Mapa 26. Temperatura no período seco por horários nas quatro áreas de coleta em Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015..... 105

Mapa 27. Temperatura no período chuvoso por horários nas quatro áreas de coleta em Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015..... 106

Mapa 28. Umidade Relativa no período seco por horários nas quatro áreas de coleta em Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015..... 106

Mapa 29. Umidade Relativa no período chuvoso por horários nas quatro áreas de coleta em Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015..... 107

Gráficos

Página

Gráfico 01. Registros de Temperatura T(ºC) e Umidade Relativa U.R. (%), na estação chuvosa coletados nos pontos de estudo (Centro e Dirceu) no município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015..... 89

Gráfico 02. Registros de Temperatura T(ºC) e Umidade Relativa U.R. (%), na estação chuvosa coletados nos pontos de estudo (Tabuleiro e Planalto) no município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015..... 90

Gráfico 03. Registros de Temperatura T(ºC) e Umidade Relativa U.R. (%), na estação seca coletados nos pontos de estudo (centro e área rural) no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015..... 91

Gráfico 04. Registros de Temperatura T(ºC) e Umidade Relativa U.R. (%), na estação seca coletados nos pontos de estudo (Tabuleiro e Planalto) no município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015..... 92

Gráfico 05. Coleta de abelhas *Euglossini* em atividade de voo por faixa de temperatura registrado nos pontos de coleta na cidade de Parnaíba, PI. Autor: Benedito Gledson (2015)..... 109

Gráfico 06. Coleta de abelhas *Euglossini* em atividade de voo por faixa de umidade relativa registrado nos pontos de coleta na cidade de Parnaíba, PI. Autor: Benedito Gledson (2015)..... 110

Tabelas

páginas

Tabela 01. Comparativo do crescimento populacional na cidade de Parnaíba-PI, Estado do Piauí e Brasil de 1991 – 2010..... 22

Tabela 02. Evolução da população residente no município de Parnaíba, PI, Brasil de 1991 - 2010..... 22

Tabela 03. Distribuição de coletas de abelhas por Pontos de coleta/Estação em Parnaíba, PI, 2013..... 57

Tabela 04. Análise do uso e ocupação da terra utilizando buffers de 500 m² nos pontos de coleta em Parnaíba – PI..... 57

Tabela 05. Análise do uso e ocupação da terra utilizando buffers de 1000 m² nos pontos de coleta em Parnaíba – PI..... 60

Tabela 06. Médias de temperatura e umidade relativa por estação nas áreas de coleta no município de Parnaíba, PI, Brasil..... 60

Tabela 07. Dados Meteorológicos coletados na estação chuvosa entre os dias 22/04/2013 até 28/04/2013, na localidade **Centro**, no

município de Parnaíba, PI, Brasil..... 94

Tabela 08. Dados Meteorológicos coletados na estação chuvosa entre os dias 22/04/2013 até 28/04/2013, na localidade **Planalto**, no município de Parnaíba, PI, Brasil..... 95

Tabela 09. Dados Meteorológicos coletados na estação chuvosa entre os dias 22/04/2013 até 28/04/2013, na localidade **Tabuleiro**, no município de Parnaíba, PI, Brasil..... 96

Tabela 10. Dados Meteorológicos coletados na estação chuvosa entre os dias 22/04/2013 até 28/04/2013, na localidade **Dirceu Arco-verde**, no município de Parnaíba, PI, Brasil..... 97

Tabela 11. Dados Meteorológicos coletados na estação seca entre os dias 29/09/2013 até 05/10/2013, na localidade **Centro**, no município de Parnaíba, PI, Brasil..... 99

Tabela 12. Dados Meteorológicos coletados na estação seca entre os dias 29/09/2013 até 05/10/2013, na localidade **Planalto**, no município de Parnaíba, PI, Brasil..... 100

Tabela 13. Dados Meteorológicos coletados na estação seca entre os dias 29/09/2013 até 05/10/2013, na localidade **Tabuleiro**, no município de Parnaíba, PI, Brasil..... 101

Tabela 14. Dados Meteorológicos coletados na estação seca entre os dias 29/09/2013 até 05/10/2013, na localidade **Dirceu Arco-Verde**, no município de Parnaíba, PI, Brasil..... 103

Figuras e Imagens

Página

Figura 01. Imagem aérea da área de coleta Centro urbana no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Google Earth (2013)..... 31

Figura 02. Imagem aérea da área de coleta no bairro Tabuleiro no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Google Earth (2013)..... 32

Figura 03. Imagem aérea da área de coleta bairro Dirceu Arco Verde no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Google Earth (2013)..... 33

Figura 04. Imagem aérea da área de coleta no bairro Planalto no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Google Earth (2013)..... 34

Figura 05. Imagens das abelhas *Euglossini*..... 41

Figura 06. Abelha *Euglossini* em atividade de voo em busca de recurso floral. Fonte: The World's best fotos *Euglossini.* Ano: 2015..... 43

Figura 07. Representação da difusão de alterações ambientais no ambiente. Fonte: Rissato *et al*, 2006..... 46

Figura 08. Vista aérea da Avenida São Sebastião na cidade de Parnaíba-PI, Brasil. Fonte: skyscrapercity.com. 2015..... 52

Figura 09. Vista da Avenida Pinheiro Machado na cidade de Parnaíba-PI, Brasil. Fonte: Folha de Parnaíba. 2015..... 52

Figura 10. Vista da Avenida Pinheiro Machado na cidade de Parnaíba-PI, Brasil. Fonte: Portal F. Santos Ilha. 2015..... 52

Figura 11. Curso oferecido aos alunos participantes da presente pesquisa (etapas do processo de montagem entomológica das abelhas Euglossini). Fonte: Registros do autor. 2015... 126

Figura 12. Reportagem relatando sobre o crescimento econômico da cidade de Parnaíba no ano de 2012. Fonte: G1 Piauí. 2015..... 128

Resumo

Na atualidade o crescimento urbano tem gerado importantes impactos sobre o meio natural, principalmente em consequência da sua ampliação desordenada sem estudos prévios mais precisos ligados a gestão urbana. As abelhas *Euglossini* são encontradas dentro das regiões neotropicais, sendo polinizadoras exclusivas de várias espécies de plantas. A sua presença no ambiente está ligado a existência de certas famílias vegetais, principalmente das orquídeas. Essas abelhas são altamente vulneráveis a ações antrópicas. A presente pesquisa teve como objetivo analisar o uso da terra e clima urbano e suas influências sobre a população de *Euglossini*. A pesquisa foi realizada dentro dos limites urbanos do município de Parnaíba – PI. Sendo a segunda maior cidade do Estado à cidade de Parnaíba é classificada como de médio porte que atualmente passa por um crescimento urbano acentuado alavancado principalmente por atividades ligadas ao comércio e construção civil. Na metodologia foi realizado um levantamento dos dados reais de temperatura, umidade relativa do ar, ocorreram nos quatro pontos de coleta durante 14 dias, sendo sete dias consecutivos na estação chuvosa (de 22 a 28 de abril de 2013) e sete dias na estação seca (29 de setembro até o dia 05 de outubro de 2013). O tempo de esforço de coleta de campo foi de 12 horas diárias, das 7:00 até as 19:00 horas, perfazendo assim um total de 168 horas. Neste espaço de tempo em cada área foram registrados dados relativos a temperatura e umidade relativa em sete momentos durante o dia, para isto estipulou-se os seguintes horários: 7:00, 9:00, 11:00, 13:00, 15:00, 17:00, 19:00. Da mesma forma paralelamente foram coletadas as abelhas nas quatro áreas, sendo que para este fim, foram utilizadas armadilhas para captura e termohigrômetros para registros de temperatura e umidade relativa na hora da captura. Além disso foram confeccionados mapas através da obtenção de imagens de satélites utilizando os programas multispec e quantumgis versão 2.10. Na localidade do Dirceu Arco Verde, sendo localizada próxima a área rural, há a prevalência de temperaturas mais amenas com uma umidade relativa bem elevada no período chuvoso, mas que no inverno se mantém em níveis acima dos 60%. Na área do Tabuleiro, apesar de se localizar dentro dos limites urbanos, apresenta condições de temperatura amena e umidade relativa adequada, bem como, nota-se a presença de preservação de espécies vegetais. Em contraponto, no Centro da cidade de Parnaíba verificasse que as temperaturas são mais elevadas e a umidade relativa é mais baixa, assim como as áreas verdes são reduzidas e há o predomínio de áreas construídas. Neste contexto, houve pouca atividade das abelhas Euglossini nos períodos de coleta. Na localidade do Planalto, bairro em expansão recente, onde se encontra a maior taxa de ocupação residencial, com a ocorrência do desmatamento verifica-se que as temperaturas são elevadas e a umidade relativa é mais baixa. Deste modo, a atividade das abelhas Euglossini foi reduzida. A presença da família de abelhas Euglossini mostrou-se um bioindicador de qualidade ambiental, estando reduzida sua presença nos pontos analisados do Centro e do Planalto, apontando assim, para uma diminuição das espécies provocadas pela influência do clima urbano e do uso e ocupação da terra.

Palavras – chave: Abelhas *Euglossini*, Uso da terra, Clima urbano, Parnaíba-PI.

Abstract

Nowadays urban growth has generated significant impacts on the environment, mainly as a result of its disorderly expansion without more precise preliminary studies related to urban management. The *Euglossini* bees are found within neotropical regions, with exclusive pollinators of several plant species. Their presence in the environment is linked to the existence of certain plant families, especially orchids. These bees are highly vulnerable to human activities. This study aimed to analyze the land use and urban climate and its influence on the population of *Euglossini*. The survey was conducted within the city limits of the city of Parnaíba - PI. Being the second largest city in the state to the city of Parnaíba is classified as medium-sized which is currently undergoing a marked urban growth leveraged by human activity related to trade and construction. The methodology was a survey of the actual temperature data, relative humidity, occurred in the four collection points for 14 days, seven consecutive days in the rainy season (from 22 to 28 April 2013) and seven days in the dry season (September 29 until October 5, 2013). Field collection effort time was 12 hours daily, from 7:00 until 19:00 hours, so a total of 168 hours. This time in each area were recorded data on temperature and relative humidity in seven times during the day, for this the following times it was stipulated: 7:00, 9:00, 11:00, 13:00, 15: 00, 17:00, 19:00. Similarly parallel bees were collected in four areas, so being this close, traps were used to capture and termohigrômetros for temperature records and relative humidity at the time of capture. Also maps were made by obtaining satellite images using the MultiSpec programs and QuantumGIS version 2.10. In the resort of Dirceu Arco Verde, being located near the rural area, there is the prevalence of milder temperatures with a very high relative humidity during the rainy season, but in winter remains at levels above 60%. In the area of the board, although it is located within the city limits, it presents mild conditions of temperature and appropriate humidity, as well as to note the presence of preserving plant species. In contrast, in the Parnaiba City Center apparent that the temperatures are higher and the relative humidity is lower, as well as the green areas are reduced and there is a predominance of built-up areas. In this context, there was little activity *Euglossini* bees in the collection periods. In the resort of Plateau neighborhood in recent expansion, where most residential occupancy rate lies with the occurrence of deforestation can be seen that the temperatures are high and the relative humidity is lower. Thus, the activity of the bees *Euglossini* was reduced. The presence of family *Euglossini* bees proved to be an environmental quality bioindicator, being reduced its presence in points analyzed Central and Plateau, thus pointing to a decrease of species caused by the influence of urban climate and the use and occupation of land .

Key - words: *Euglossini* Bees, Land use, urban climate, Parnaíba-PI.

INTRODUÇÃO

Na atualidade o crescimento urbano tem gerado importantes impactos sobre o meio natural, sendo uma força crescente, a urbanização tem gerado consequências nos espaços ambientais principalmente em consequência da sua ampliação desordenada sem estudos prévios mais precisos, ligados à gestão urbana.

Muitos organismos têm desaparecido nos últimos anos em consequências de atividades urbanas, dentre estes, os polinizadores são os mais afetados, pois os mesmos necessitam de condições ambientais e climáticas favoráveis para exercerem suas atividades.

As abelhas *Euglossini* são encontradas dentro das regiões neotropicais, sendo polinizadoras exclusivas de várias espécies de plantas, a sua presença no ambiente está ligado a existência de certas famílias vegetais, principalmente das orquídeas. Segundo Silva & Rebêlo (2002), essas abelhas são altamente vulneráveis a ações antrópicas. Assim, de acordo com Ramalho *et* al (2009) a perda de área e qualidade de hábitat influenciam negativamente a comunidade destas abelhas, reduzindo a riqueza e diversidade de espécies. Pesquisas realizadas por Zucchie colaboradores *(*1969) apontam este grupo de abelhas como bioindicadores ambientais de áreas perturbadas.

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o uso da terra e clima urbano e suas influências sobre a população de *Euglossini*. A pesquisa foi realizada dentro dos limites urbanos do município de Parnaíba – PI. Sendo a segunda maior cidade do Estado à cidade de Parnaíba é classificada como de médio porte que atualmente passa por um crescimento urbano acentuado alavancado principalmente por atividades ligadas ao comércio e construção civil.

Como base neste princípio, a pesquisa buscará responder a hipótese de que as abelhas *Euglossini* apresentam vulnerabilidade mediante ao uso e ocupação da terra e as alterações provocadas pelo clima urbano local na cidade de Parnaíba-PI. Dentro desta linha de pensamento foram estabelecidos os seguintes objetivos:

Objetivo Geral:

Analisar o uso da terra e clima urbano e suas influências sobre a população de Euglossini no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Objetivos Específicos:

Descrever a ação das abelhas como bioincadores e sua importância no meio natural;

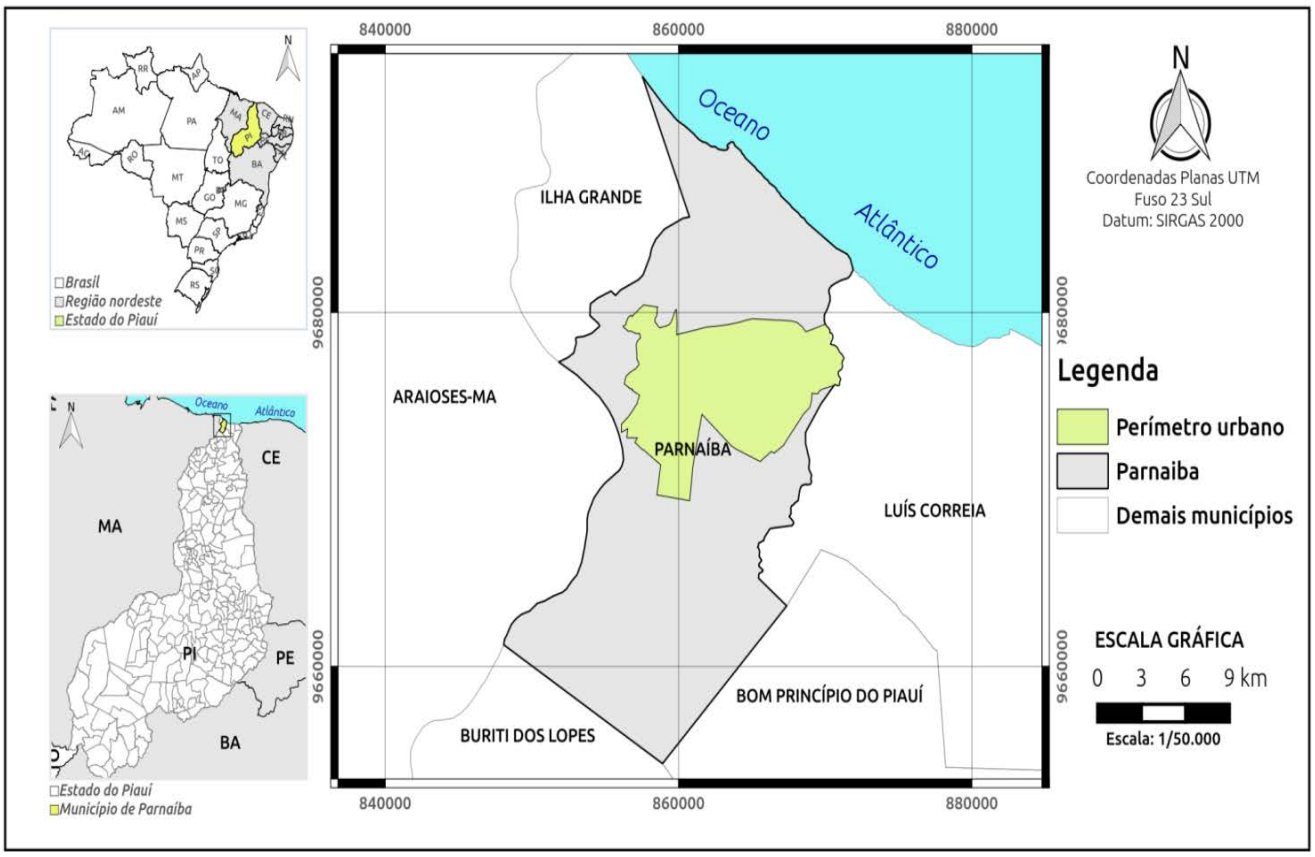
Analisar a variação da temperatura e umidade relativa do ar no contexto urbano da cidade de Parnaíba, PI identificando a atividade das abelhas mediante as influências do clima urbano.

Estudar o uso e ocupação da terra na área urbana do município de Parnaíba-PI com base no geoprocessamento e sensoriamento remoto identificando a área de influências das abelhas nos pontos de coleta.

Sendo assim, esta pesquisa se caracteriza como sendo correlacional, explicativa, pois pretendeu observar como as abelhas pertencentes ao grupo *Euglossini* se relacionam com os fatores ambientais ligados ao clima local presentes no ambiente urbano resultante do uso e ocupação da terra, sendo que se estes organismos exercem ou não ação de bioindicação nas áreas estudadas.

ÁREA DE ESTUDO (ESTUDO DE CASO EM PARNAÍBA-PI)

O Município de Parnaíba (mapa 01) é limitado ao norte pelo Oceano Atlântico, a leste pelo município de Luis Correia, a sudeste pelo município de Bom Princípio do Piauí, ao sul pelo município de Buriti dos Lopes, a noroeste pelo município de Ilha Grande (todos no Estado do Piauí), e a oeste pelos município de Araioses, no Estado do Maranhão. O território do Município compreende uma área total de 435,573 km^2, apresentando uma faixa litorânea de 66 km de extensão (30 km em ilha e 36 km no continente) (Parnaíba, 2009).



Mapa 01. Mapa de localização do município de Parnaíba, Piauí, Brasil. Autores: Benedito Gledson de Araujo Oliveira e Daniel Veras. Ano: 2015.

O município de Parnaíba está inserido dentro região da Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba – APA trata-se de uma unidade de conservação criada oficialmente por Decreto Federal, em 1996. A criação da APA ocorreu pelo fato de existir nesta região, exatamente na foz do rio Parnaíba, um delta (o delta do Parnaíba) que é conhecido por ser o único delta em mar aberto das Américas constituído por cinco barras (Igaraçú, Canárias, Caju, Carrapato ou Melancieiras e Tutóia), sendo formado por mais de 75 ilhas (ARAÚJO *et al*, 2006; PARNAÍBA, 2009).

De acordo com o plano diretor municipal (2009) a área do APA é importante do ponto de vista ecológico, pois tem como objetivo proteger os corpos hídricos bem como o delta presente na bacia, fauna e flora regional, a preservação das tradições culturais e o melhoramento da qualidade de vida das populações residentes, isso através de programas/projetos que idealizem a educação ambiental, mediante orientação e assessoria na exploração das atividades econômicas locais, fomentando assim, o turismo ecológico além de preservar as culturas e tradições e o desenvolvimento sustentável local.

O município possui uma população de 145.705 habitantes (IBGE, 2014). A densidade demográfica municpal é de 334,5 hab/km², onde a maior concentração populacional se encontra nas regiões mais antigas e de urbanização mais consolidada, sendo esse desempenho característico de grande parte dos municípios piauienses que ainda apresentam muitas regiões pertencentes a seus territórios inabitadas. A população parnaibana, seguindo a tendência do Estado piauiense e da brasileira tem crescido nas últimas décadas (tabela 01), atualmente cerca de 94,3% residem na zona urbana e apenas 5,7% da população na zona rural.

Neste sentido, além do crescimento demográfico, a população de Parnaíba está cada vez mais urbana (tabela 02) promovendo a necessidade de ampliação da sede da cidade com a criação de novos bairros.

Tabela 01. Comparativo do crescimento populacional na cidade de Parnaíba-PI, Estado do Piauí e Brasil de 1991 – 2010.

Ano	Parnaíba	Piauí	Brasil
1991	127.929	2.582.137	146.825.475
1996	131.392	2.665.787	156.032.944
2000	132.282	2.843.278	169.799.170
2007	140.839	3.032.421	183.987.291
2010	145.705	3.118.360	190.755.799

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010;

Tabela 02. Evolução da população residente no município de Parnaíba, PI, Brasil de 1991 - 2010.

Evolução da População Residente no Município.					
Discriminaçã	**1991**	**1996**	**1998**	**2000**	**2010**
Total	127.929	124.593	128.133	134.122	145.705
Urbana	105.104	112.586	115.781	123.062	137.507
Rural	22.825	12.007	12.352	11.060	8.198

Fonte: IBGE (2010).

Esse crescimento populacional urbano tem gerado uma série de necessidades de infraestrutura e serviços, o eu tem contribuído para a movimentação da economia Parnaibana. No entanto na mesma proporção tem gerado preocupações quanto à sustentabilidade desse crescimento e os impactos gerados por ele.

Características hídricas do município

Os principais corpos hídricos do Município (cursos de água, lagoas, etc.) fazem parte de uma única e mesma macrobacia: a do rio Parnaíba. Dentre estes destacam-se: o próprio Rio Parnaíba, o Rio Igaraçu, o Rio Portinho, a Lagoa do Portinho, a Lagoa do Prado, a Lagoa da Prata e o Igarapé do Urubu, entre outros (Mapa 02).

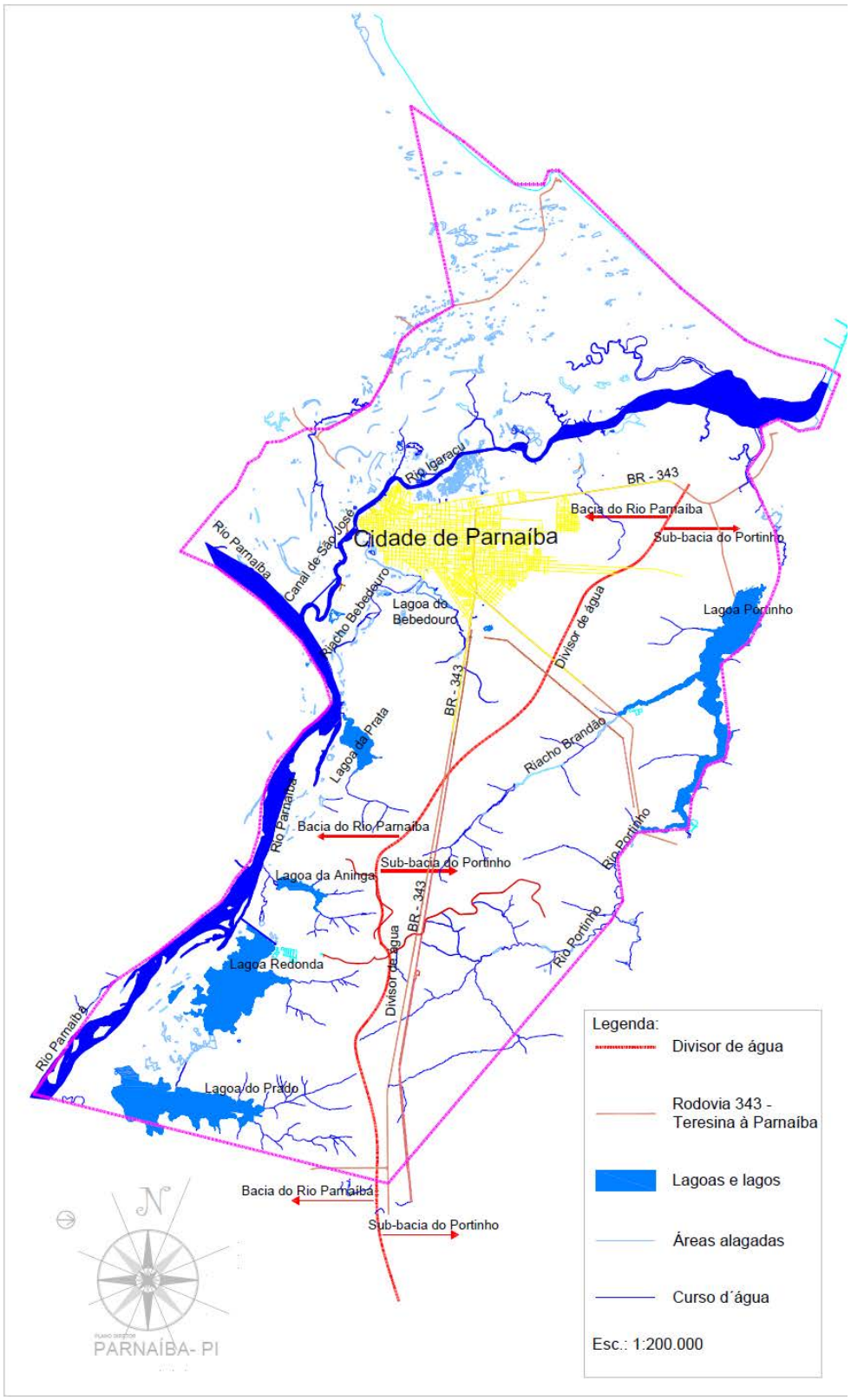
Dentro do Município a macrobacia do pode ser dividida em duas sub-bacias que organizam o sistema hídrico da área: o próprio rio Parnaíba e o rio Portinho.

Vegetação do município de Parnaíba

O norte piauiense é constituído por formações vegetais litorânea ou costeira, sendo formatado por uma vegetação bastante diversificada. Nela ocorre a vegetação de mangues, principalmente na área do delta do Parnaíba e também nas áreas de planícies flúvios-marínhas dos rios Portinho, Camurupim e Ubatuba (ARAÚJO *et* al, 2006).

"Essa vegetação é caracterizada por possuir árvores de pequeno porte: gramíneas, murici, crioli, mangues e cajueiros, Nessa região predominam dois tipos de vegetação de restinga e mangue" (RODRIGUES, 2007, pág. 68).

Nesse contexto a vegetação do município de Parnaíba é caracterizada por formações pioneiras, decorrentes das características pedológicas e hidrológicas do mesmo. Nesse sentido, encontram-se áreas antropizadas, de ocupação rural e formações de savana que correspondem aos solos quarztarênicos e litólicos. Nos trechos da foz do rio Parnaíba, compostos por gleissolos, e no litoral, encontram-se grandes porções de restingas e mangues, ocorrentes basicamente na foz múltipla do delta, e que constituem um santuário ecológico pouco conhecido e de formação bastante rara.



Mapa 02. Identificação de bacias hídricas no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Plano Diretor (Parnaíba). 2009

Divisão do município

O município Parnaibano se encontra dividido em macrozonas que tem por finalidade o ordenamento municipal, bem como o planejamento e ações estratégicas que regem o crescimento do município. Dentre estas, temos as seguintes macrozonas (mapa 03): urbana, de interesse ambiental e rural (PARNAÍBA, 2009).

A primeira (macrozona urbana) é uma área efetivamente utilizada para fins urbanos, na qual os componentes ambientais, em função da urbanização, foram modificados ou suprimidos, compreendendo os terrenos loteados e os ainda não loteados destinados ao crescimento normal dos assentamentos urbanos. Está dividido em zonas conhecidas como:

- Zona 01 / Porto das Barcas;
- Zona 02 / Centro Histórico / Área Central Antiga;
- Zona 03 / Nova Área Central;
- Zona 04 / Zona de Tamponamento entre as Áreas Centrais Antiga e Nova;
- Zonas 05 / Zona de Tamponamento lindeira à corpos de água;
- Zona 06 / Áreas lindeiras às Vias Arteriais Centrais e Periféricas;
- Zona 07 / Zonas Habitacionais Gerais;
- Zona 08 / Zona de Mansões;
- Zona 09 / Setores Industriais;
- Zona 10 / Vilas Cooperadas;
- Zona 11 / Zonas de Parques Urbanos
- Zona 12 / Zona de Chácaras

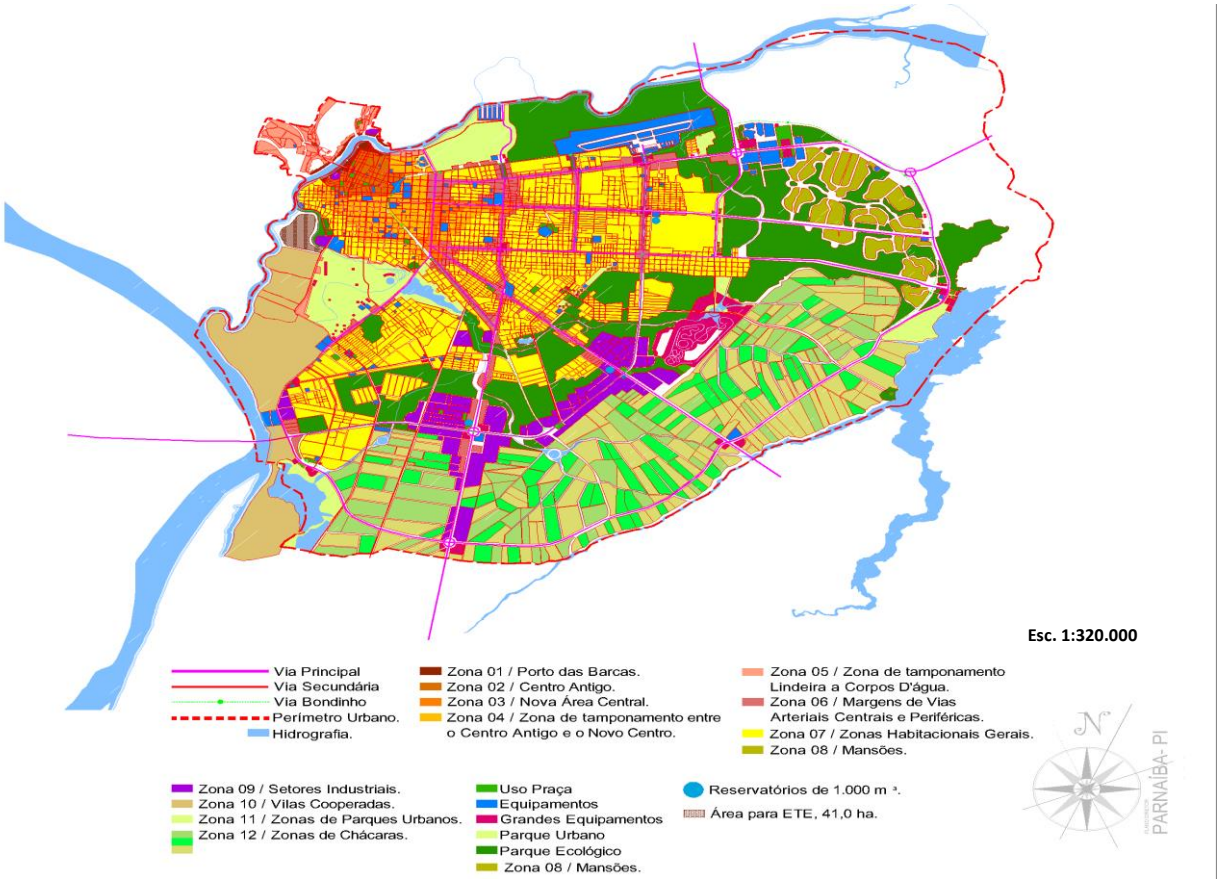
O segundo, as Macrozonas de Interesse Ambiental, estabelecem áreas dedicadas especificamente à proteção dos ecossistemas e dos recursos naturais, constituídas pelas seguintes Unidades de Conservação:

I – Unidade de Conservação 1 (constituída pela faixa litorânea); e

II – Unidade de Conservação 2 (constituída pela faixa de áreas hidromórficas à direita do rio Parnaíba)

E a terceira, Macrozona Rural é constituída pelo restante da área do município. Caracterizam-se pelo uso não urbano, e/ou alguns pontos que timidamente começam algumas atividades urbanas com uma matriz ainda rural (rurbano), destinadas principalmente a atividades agrícolas e extrativistas.

O que influencia no padrão de zoneamento é a utilização da terra no município de Parnaíba, pois esta acaba sendo realizada em consequência dos biomas presentes na região. Neste sentido encontramos uma área litorânea, bastante extensa e profunda, composta por uma faixa praial, seguida de uma zona de dunas móveis e fixas, mangues e mata ciliar. Nesta parte do município algumas atividades são desenvolvidas pela população dentre elas se destacam a pesca, caça aos caranguejos, apanhado de folhas de carnaúba, entre outros. Também há destaque para agricultura na região, onde a mesma gira em torno do cultivo de arroz e de subsistência (PARNAÍBA, 2009).



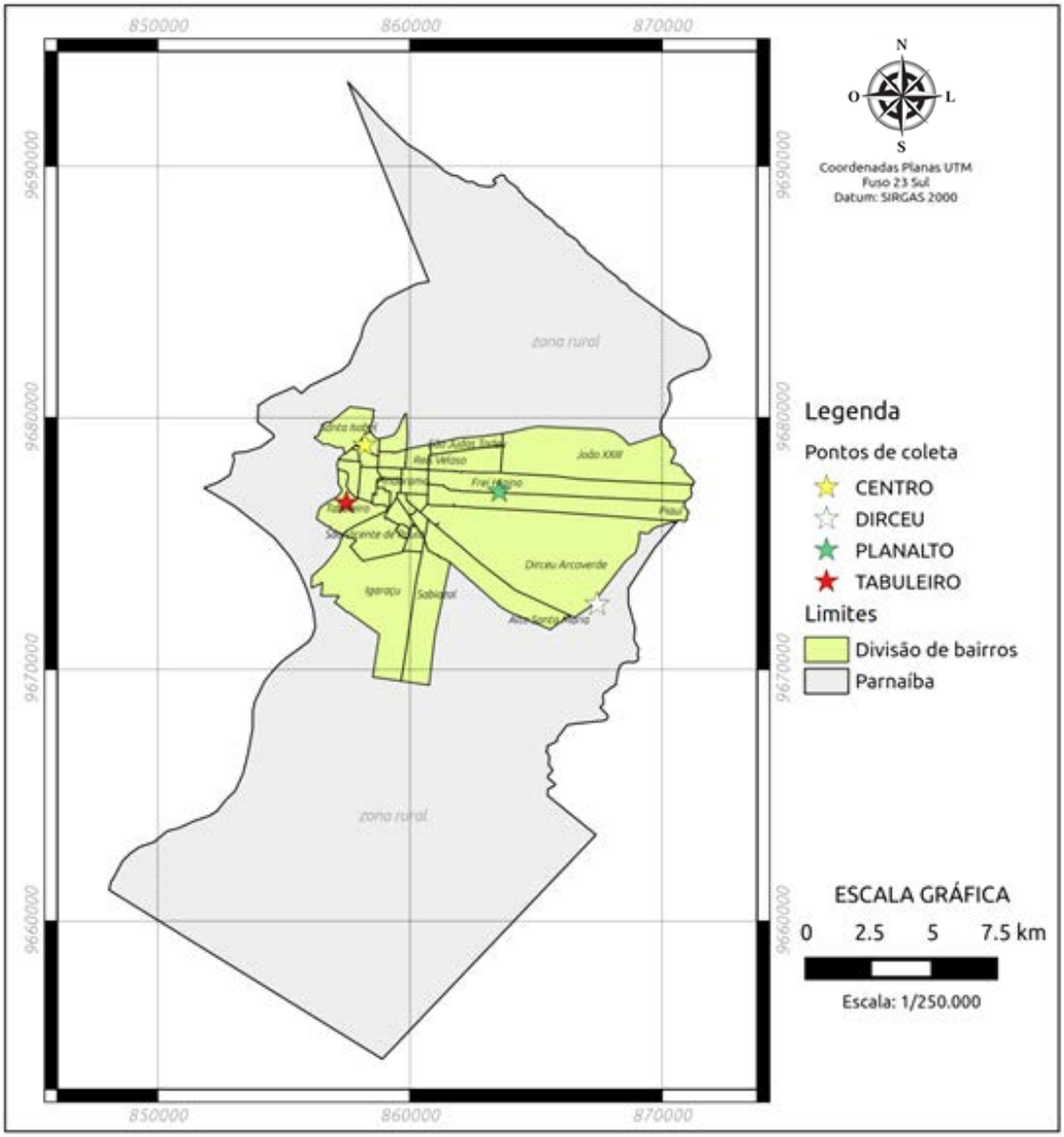
Mapa. 03. Divisão urbana e localização de zonas e macrozonas pertencentes ao município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte. Parnaíba, 2009.

Na área central do município localizada no vale do rio Parnaíba é desenvolvida a agricultura em carácter comercial com cultivos irrigados de arroz e cultivo de pastagens que favorecem o exercício da pecuária regional.

Às margens do rio Igaraçu e irradiando até chegar a bacia do rio Portinho se localiza a porção urbana do município, uma área bem antropizada onde se distinguem os zoneamentos locais da cidade. Uma zona de crescimento urbano é considerável, mas sem muitos edifícios, possuindo ainda bairros periféricos com características e atividades rurais.

Pontos de coletas de dados

Foram escolhidas quatro pontos de coleta com características distintas, sendo que três destas localizam-se no macrozoneamento urbano, estão localizados em bairros da cidade, são estes: Centro, Planalto e Tabuleiro e a quarta área nos limites do bairro Dirceu Arco-verde com a zona rural (figura 03).



Mapa 04. Mapa de localização dos pontos de coleta dentro do município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira e Daniel Veras (2015).

Ponto 01 (Centro) – localizado no centro econômico do município, coordenadas (2°54'2.20"S; 41°46'42.32"W) situado na zona central às margens do rio Igaruçu, braço do rio Parnaíba, área nordeste do município, esta área está situada na região com maior nível de urbanização do município atualmente, cercado por alguns prédios e obras comerciais, se localizam apenas alguns pontos de que ainda não possuem construções (figura 01).

Ponto 02 (Tabuleiro) – coordenadas (2°55'16.49"S; 41°47'3.05"W) ponto localizado, na região sudoeste da cidade, próximo a lagoa do Bebedouro, região da macrozona urbana e zona habitacionais gerais, mas que apesar disso, apresenta algumas peculiaridades características do bairro, pois exibe uma área extensa onde se localiza algumas propriedades com características rurais dentro dos limites da cidade, dessa forma mescla o urbano e rural (rurbano). Destacam-se as atividades agropastoris, possuindo alguns pontos de vegetação original bem marcante como carnaúba e babaçuais com certo nível de conservação. Contudo também nesta localidade há também grandes áreas desmatadas e com construções em andamento (figura 02).

Ponto 03 (Bairro Planalto) – coordenadas (2°55'0.16"S; 41°43'49.02"W) também identificado como uma das zonas de expansões do crescimento urbano, o bairro planalto se distingue dos outros por ser um bairro novo na cidade e em pleno desenvolvimento, tipicamente residencial, ainda há projetos de construções também de obras públicas previstas no plano diretor do município (figura 04).

Ponto 04 (Dirceu Arcoverde) – localiza-se na região situada na periferia da cidade, coordenadas (2°56'46.82"S; 41°43'47.75"W) localizada na porção sudeste do município, limítrofe com a zona rural, é uma área que contém o melhor nível de conservação em relação às outras descritas, com poucas edificações no seu entorno e um contato direto com a vegetação aberta proporcionando um fluxo destacado de espécies (figura 03).

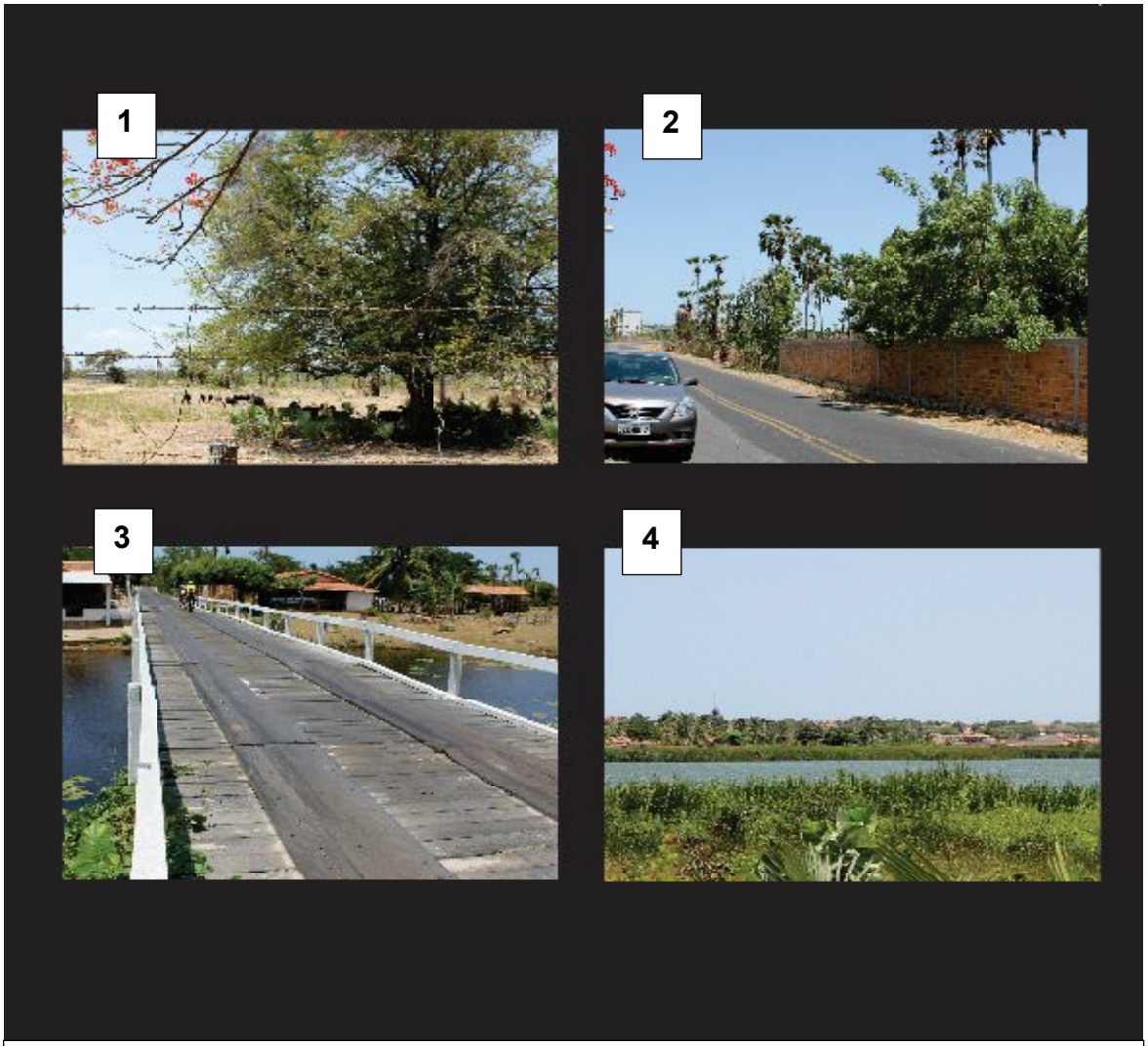
1 – Visão do centro Parnaibano do ponto de coleta;

2 – Rio Igaraçu;

3 – Visão da ponte Simplício Dias;

4 – Praça da Graça.

Figura 01. Imagem fotográfica da área próxima do ponto Centro no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Registro do autor (2015).



1 – Atividade Rural criação de gado;

2 – Braço do rio Parnaíba;

3 – Ponte de madeira;

4 – Lagoa do Bebedouro.

Figura 02. Imagem fotográfica da área próxima do ponto Tabuleiro no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Registros do autor (2015).

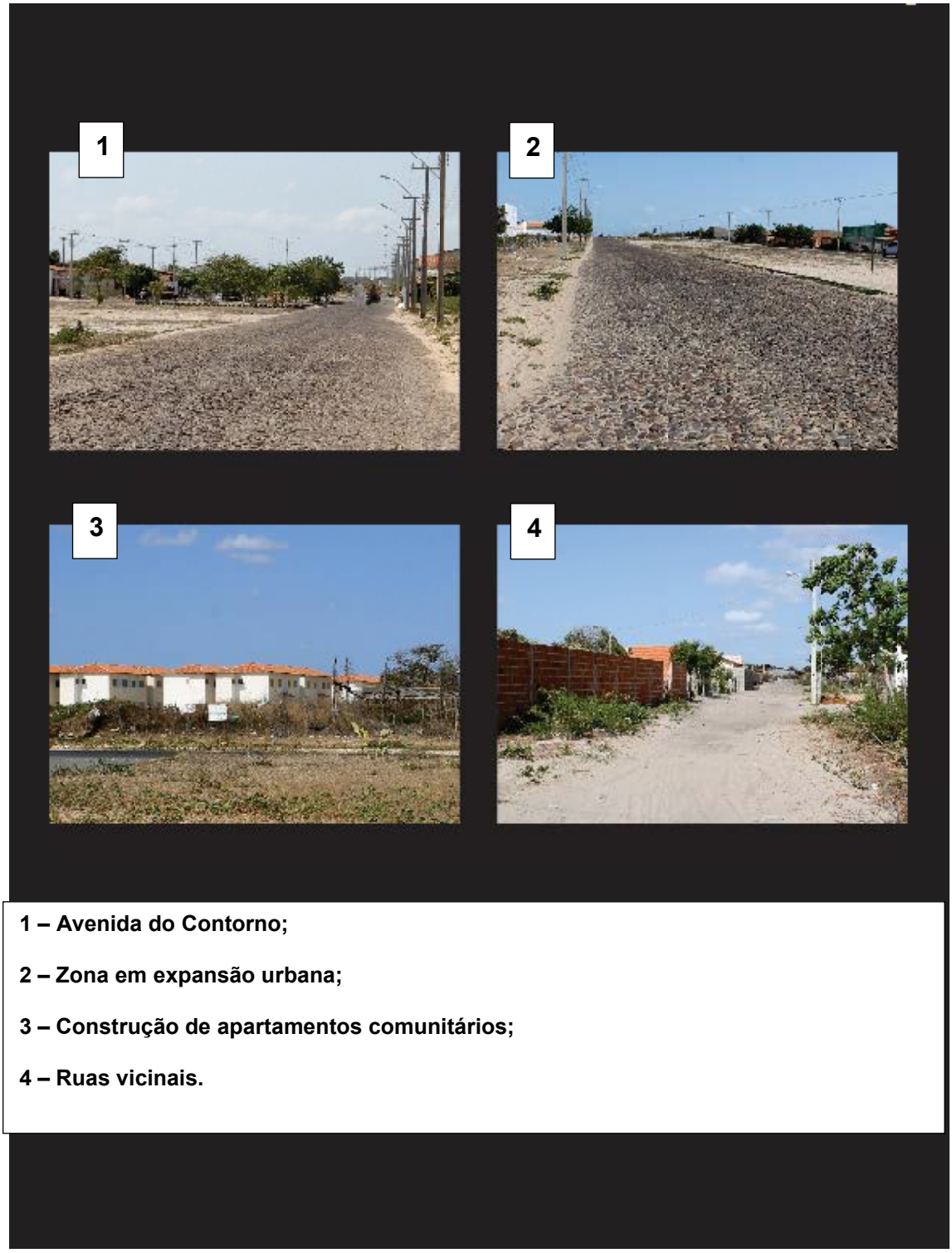


Figura 03. Imagem fotográfica da área próxima do ponto Planalto no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Registros do autor (2015).

1 – Estrada que dá acesso ao ponto de coleta Dirceu Arcoverde;

2 – Área entorno do ponto de coleta.

Figura 04. Imagem fotográfica da área próxima do ponto Dirceu Arco Verde no município de Parnaíba, PI, Brasil. Fonte: Registros do autor (2015).

Etapa de campo - Coleta das abelhas e registros de dados climáticos nos pontos de estudo.

Considerações sobre métodos de estudos do clima urbano

Para estudar o clima urbano faz-se necessário identificar a relação entre as diferentes escalas geográficas, desde a zonal (municipal) até a local (cidade), onde se encontra o urbano e as possibilidades de articulações entre elas. A estrutura interna do clima próprio das áreas urbanas é definida por meio da conexão entre suas partes.

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1976), um dos primeiros a estudar o clima urbano no Brasil, discutiu amplamente sobre a sua metodologia de análise, neste estudo ele passa a o vincular ao espaço geográfico, dando assim um grande passo para superação do tratamento da relação entre homem e natureza, criando a ideia da participação integrada como relação destes dois fatores na formação da atmosfera urbana.

A relação integrada entre os elementos naturais e o homem foi chamada de Sistema Clima Urbano (S.C.U.).

> A estrutura interna do S.C.U. não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica, ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas. (MONTEIRO, 1976, p.99).

O S.C.U. Abrange as variações da temperatura e da umidade relativa do ar, que são resultantes do balanço de energia nas cidades, consequência dos aspectos geourbanos e geoecológicos.

Dentro desta pesquisa, o clima foi entendido como a expressão das condições atmosféricas, resultantes da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície. Esta integração é responsável por alterações que podem acarretar problemas sociais e até mesmo econômicos.

O levantamento dos dados reais de temperatura, umidade relativa do ar, ocorreram nos quatro pontos de coleta durante 14 dias, sendo sete dias consecutivos na estação chuvosa (de 22 a 28 de abril de 2013) e sete dias na estação seca (29 de setembro até o dia 05 de outubro de 2013). O tempo de esforço

de coleta de campo foi de 12 horas diárias, das 7:00 até as 19:00 horas, perfazendo assim um total de 168 horas.

Neste espaço de tempo em cada área foram registrados dados relativos a temperatura e umidade relativa em sete momentos durante o dia, para isto estipulou-se os seguintes horários: 7:00, 9:00, 11:00, 13:00, 15:00, 17:00, 19:00. Da mesma forma paralelamente foram coletadas as abelhas nas quatro áreas, sendo que para este fim, foram utilizadas armadilhas para captura e termohigrômetros para registros de temperatura e umidade relativa na hora da captura.

As armadilhas utilizadas foram semelhante ao modelo "biológico" da Melpan Produtos Apícolas Ltda, utilizado por Campos *et al* (1989), confeccionado a partir de garrafas pet de 2 litros, com quatro aberturas laterais em forma de funil. A isca de cheiro consiste num novelo de algodão embebido com a respectiva essência, sendo esta colocada no interior da garrafa, pendurada, por uma arte de metal na altura das quatro aberturas, local por onde as abelhas entravam atraídas pelo cheiro, no momento da coleta.

Estas armadilhas foram colocadas em dois varais de fixação, com 10m de comprimento e a cerca de 1.8m de altura, sendo distanciadas por um espaço de 2.5m entre si. As essências utilizadas para atração das abelhas foram: eugenol, acetato de benzila, eucaliptol e salicilato de metila. A seqüência de fixação das armadilhas nos varais ocorreu em função das essências utilizadas, a saber: eucaliptol, acetato de benzila, saliciato de metila e eugenol. As abelhas coletadas foram mortas em frasco mortífero com acetato de etila e acondicionadas em sacos etiquetados com informações referente a data, horário, umidade relativa do ar e temperatura de coleta bem como o tipo de essência utilizado. Logo após as coleta, as abelhas foram mantidas no freezer até a montagem em morfo-espécies.

A interpretação dos dados coletados em campo e os estudos literários se mostraram de fundamental importância para a realização desta pesquisa. Para a análise dos resultados foram elaborados gráficos utilizando-se *softwares* estatísticos, permitindo-se as comparações entre os pontos de coleta

Produção de Mapas

1 – Seleção e obtenção das imagens de satélite

Para o estudo foram utilizadas imagens do sensor OLI (Operacional Terra Imager) do satélite Landsat 8, órbita/ponto 219/62, relativa ao ano de 2014 e imagens do satélite Rapideye.

O satélite Landsat 8 é um satélite norte-americano de observação da terra. Opera com dois instrumentos imageadores, o *Operacional Terra Imager (OLI)* e o ***Thermal Infrared Sensor (TIRS).*** **O sensor OLI consiste de nove bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros (bandas de 1 a 7 e 9). As imagens são disponibilizadas gratuitamente pelo USSG (*U.S. Geological Survey).***

As imagens do Satélite Rapideye utilizadas estão disponíveis no Geocatálogo do Ministério do Meio Ambiente. As imagens são de 20/10/2013. O RapidEye consiste numa constelação de 5 micro-satélites que foi lançada no dia 29 de Agosto de 2008 . É controlada pela empresa RapidEye AG, localizada em Brandenburg an der Havel, no estado de Brandemburgo, perto de Berlim, na Alemanha.

Os satélites tem uma resolução espacial de 5 metros multiespectral, registrando em 5 faixas espectrais nas regiões do visível e do quase infravermelho, introduzindo a faixa do red-edge. A constelação de satélites é capaz de imagear mais de quatro milhões de quilômetros quadrados da superfície da Terra diariamente, resultando na possibilidade de imagear todo o estado de São Paulo em 6 dias com uma resolução de 5 metros.

2 – Pré-processamento das imagens

Durante a fase de pré-processamento, as imagens são submetidas a uma série de procedimentos que visam minimizar, ao máximo, suas distorções. Estas distorções são classificadas em radiométricas e geométricas. As distorções radiométricas alteram os níveis de cinza de cada elemento da imagem. Já as

distorções geométricas alteram a distribuição espacial dos elementos de imagem, afetam a escala, orientação, dentre outras (MENESES, 2012).

Nessa etapa, as imagens foram reprojetadas para o sistema de referência cartográfica SIRGAS 2000 UTM fuso 23 Sul, utilizado oficialmente no Brasil.

3 – Classificação supervisionada

Classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. Nesse processo os pixels da imagem são assinalados à classes mais ou menos homogêneas. Na classificação supervisionada, a identidade e a localização de algumas feições conhecidas previamente, por meio da combinação de trabalhos de campo, fotografias, mapas e experiências profissionais da área, são utilizadas para "treinar" o algoritmo de classificação para o mapeamento das feições presentes no restante da imagem (SANTOS *et al.*, 2010).

Para classificar as regiões na imagem foi realizado previamente uma segmentação, que consiste em agrupar pixels com características similares formando polígonos com regiões homogêneas, a fim de preparar a imagem para uma futura classificação. O algoritmo de classificação utilizado foi o denominado ECHO com limiar de aceitação de 95 %.

4 – Geração de mapas temáticos e quantificação das áreas degradadas

O resultado de uma classificação digital é constituído por um mapa de pixels classificados, que são representados por cores ou símbolos gráficos. A classificação serviu como base para a confecção de uma carta temática com o uso e ocupação da terra no município, composto por seis classes temáticas: hidrografia, urbano, areia/dunas, mangue/alagados, áreas antropizadas / sem cobertura vegetal e áreas com cobertura vegetal. Já nas cartas temáticas de uso e ocupação da terra na cidade e nos buffers foram utilizadas as seguintes classes temáticas: copa de árvore, relvado, pasto, telhas cerâmicas, dunas, rios e lagos, solo exposto claro, solo exposto escuro e telha cara.

5 - Utilização de softwares

Neste trabalho foram utilizados os programas Multispec e QuantumGis versão 2.10 para processamento das imagens.

Seleção de alunos e cursos ministrados para execução do trabalho.

Para execução da presente metodologia foram selecionados através do rendimento acadêmico e entrevistas oito alunos pertencentes aos cursos de Licenciatura Plena em Química e licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Parnaíba.

Estes alunos passaram por uma capacitação em campo durante uma etapa de teste com os instrumentos necessários para coleta das abelhas e dados meteorológicos. Posteriormente no laboratório foi realizado um curso de montagens entomológicas de abelhas o que proporcionou a ambientação dos alunos com a metodologia de trabalho (Apêndices).

Parte do presente projeto foi submetido ao Programa de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica (PROAGRUPAR) 2012, para realizar o levantamento de abelhas e dados climáticos nas áreas selecionadas. Essas atividades promoveram dentre estes alunos a oportunidade de vivenciar a iniciação científica e obter algumas publicações em eventos científicos realizados pelo IFPI.

Capítulo 1.

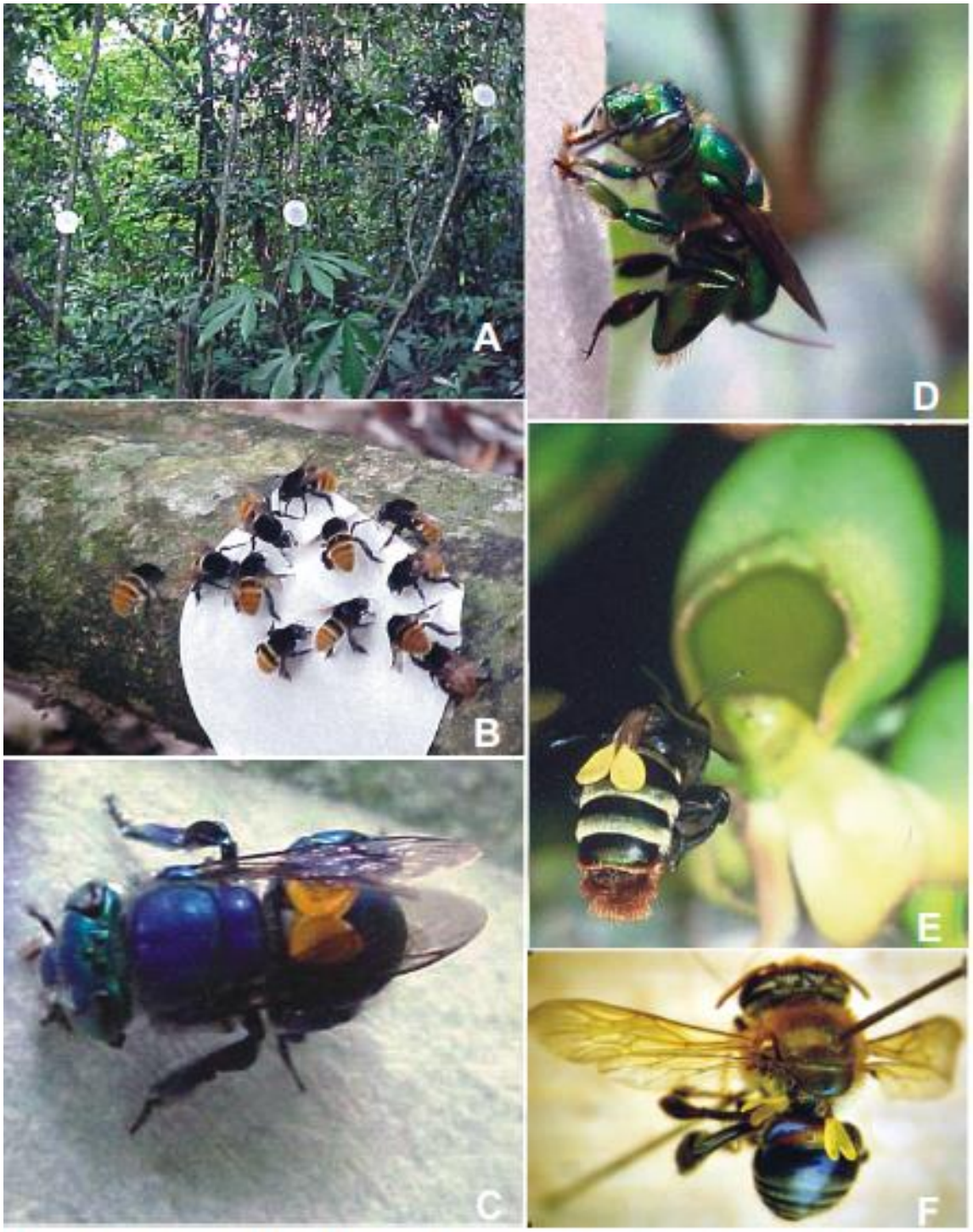
AS ABELHAS *EUGLOSSINI*, SUA IMPORTÂNCIA NO MEIO NATURAL E AÇÃO BIOINDICADORA.

A Biologia de *Euglossini*

As abelhas Euglossini (Hymenópteros: Apidae), são abelhas que constituem um grupo exclusivamente Neotropical que tem sua dispersão desde a região norte da Argentina (PEARSON & DRESSLER, 1985) até o sul dos Estados Unidos (MINCKLEY e REYES, 1996). Sendo que todos os membros do grupo estão distribuídos na porção centro-sul do continente Americano e apenas a espécie *Euglossa viridissima* possui registro nos Estados Unidos. Sua ocorrência está relacionada aos mais diversos biomas, no entanto é mais abundante em florestas úmidas, elas são encontradas desde o nível do mar até 1500 ou 1600m de altitude, mas raramente se encontram acima de 2000m (DRESSLER, 1982).

A constituição do grupo é formada por 200 espécies descritas distribuídas em cinco gêneros taxonômicos: Euglossa, Eufriesa, Eulaema, Exaerete e Aglae (figura 05). Dentro destes, o gênero Euglossa é o maior, com cerca de 60 espécies descritas e mais de 40 aguardando descrição. Esse gênero apresenta abelhas pequenas e grandes com pêlos relativamente escassos, de modo que o seu tegumento, brilhante e metálico fica bem exposto (DRESSLER, 1982).

O segundo maior gênero é o *Eufriesa*, com cerca de 52 espécies, é composto por abelhas grandes e robustas com pelos mais frequentes. Posteriormente encontramos os gêneros que se destacam pelo comportamento parasita, são eles *Exaerete* e *Aglae* (que possui apenas uma espécie *Aglae caerulea*). Exaerete é um gênero que contém apenas cinco espécies, apresentando coloração verde-azulada ou totalmente azulada, as fêmeas costumam parasitar ninhos dos gêneros *Euglossa* e *Eulaema.* O gênero *Aglae* possui apenas um único membro, a espécie *Aglae caerulea*, possui o corpo um pouco achatado, de cor azul escuro e chumbo, as abelhas medem cerca de 23-25 mm de comprimento, todas as abelhas do grupo possuem coloração metálica, com exceção as espécies pertencentes ao gênero *Eulaema* (DRESSLER, 1982).



Iscas de cheiro para coleta de machos de abelhas Euglossini (A), atraindo indivíduos de *Eulaema cingulata* (B), *Euglossa melanotricha* (C) e *E. cordata* (D). *Eulaema bombiformis* pairando defronte à flor da orquídea *Catasetum macrocarpum* (E) e *Euglossa perpulchra* (F), endêmica do Centro de Endemismo Pernambuco, com carga polínica de *Gongora quinquenervis*. Notar carga polínica de Orchidaceae também em C e E.

Figura 05. Imagens das abelhas *Euglossini*. Fonte: MMA. Abelhas *Euglossini*. 2015.

Apesar de várias abelhas possuírem características sociais, o grupo das *Euglossini* possui em sua maioria o comportamento solitário, não formando colmeias, dessa forma, apenas algumas espécies dos gêneros *Euglossa* e *Eulaema* apresentam características sociais (MICHENER, 2000).

Segundo Silva e Rebêlo (2002, p 77), essas abelhas são altamente vulneráveis a ações antrópicas. Assim, de acordo com Ramalho *et al* (2009, p. 100) a perda de área e qualidade de hábitat influenciam negativamente a comunidade destas abelhas, reduzindo a riqueza e a diversidade de espécies.

A Polinizadora de plantas por abelhas *Euglossini* e sua importância na conservação de espécies.

A polinização é definida como a transferência de grãos de pólen das anteras (órgão masculino) de uma flor para o estigma (órgão feminino) da mesma flor ou de outra flor da mesma espécie (CORBET *et al*., 1991). Contudo além desse do ato da polinização faz-se necessário que ocorra a fertilização que consiste na fecundação da oosfera (gameta feminino) presente no ovário da flor pelo anterozoide (gameta masculino) presente no grão de pólen das plantas, consequentemente esse processo levará a formação de sementes.

Para que ocorra essa transferência de grãos de pólen as plantas dependem basicamente da ação do vento e/ou de alguns animais, principalmente insetos. Segundo Spears (1983) a eficiência polinizadora de qualquer visitante floral (não somente em seu sentido mais restrito de transferência do pólen para o estigma, mas incluindo também a fertilização dos óvulos e formação de sementes e/ou frutos) pode ser influenciada por uma série de fatores, alguns inerentes do próprio inseto e outros dependentes da planta a ser polinizada.

Existem plantas que apresentam caráter generalista, ou seja, apresentam flores prontas para serem polinizadas por qualquer inseto. No entanto, para outras plantas existe na relação de polinização que pode alcançar especificidades incríveis muitas vezes selecionando certos tipos de agentes polinizadores que são efetivamente capazes de realizar a polinização.

As abelhas *Euglossini* se destacam nessa função sendo de vital importância no ciclo reprodutivo de várias plantas, causando assim, uma forte influencia ecológica na conservação e promoção de várias espécies. Dessa forma, enquanto procuram por diferentes recursos florais (figura 06), fêmeas e machos de *Euglossini* agem como polinizadores de cerca de 30 famílias de plantas, incluindo 2.000 espécies de orquídeas (DRESSLER 1968, 1982; DODSON *et al.* 1969; CARVALHO & MACHADO 2002; SCHLINDWEIN 2000, 2004; CAMERON 2004).

Figura 06. Abelha *Euglossini* em atividade de voo em busca de recurso floral. Fonte: The World's best fotos *Euglossini.* Ano: 2015.

Alguns recursos florais constituem alvos da visitação de *Euglossines* em plantas que consequentemente promovem a polinização, dentre os recursos florais se destacam: o néctar, pólen, resinas e aromas florais. Por possuírem línguas longas, as Euglossini são capazes de explorar uma grande variedade de tipos florais, incluindo flores tubulares não acessíveis a outras abelhas de língua curta (SCHLINDWEIN, 2000, 2004). Na coleta de pólen essas abelhas possuem ação cosmopolita tendo a capacidade de coletar pólen de várias espécies vegetais, sendo assim a polinização dos vegetais é a maior contribuição ambiental e econômica das abelhas melíferas, pois a produção melífera depende basicamente da coleta de

pólen e néctar (WOLF, 2008). As coletas de resinas ocorrem em sua maioria com a finalidade de obtenção de material necessário para construção de seus ninhos, as resinas podem ser encontradas em glândulas florais e/ou ferimentos de caules de árvores (ARMBRUSTER & HERZIG 1984; ARMBRUSTER 1996; LOPES & MACHADO 1998). Todas essas atividades são realizadas em ação de voo, dessa forma as expedições de abelhas ocorrem com alguma finalidade específica de coleta de recursos florais e proporcionam a polinização e conservação de várias espécies vegetais.

Função bioindicadora das abelhas *Euglossini*

Segundo Joumard (2008) indicação é conceituada como uma variável baseada em medições, que representa com a maior precisão possível um fenômeno de interesse para os seres humanos. Nas ciências ambientais os bioindicadores são organismos vivos que servem para monitorar ou reconhecer as condições existentes em determinado ecossistema.

No reino animal, os insetos são considerados bons indicadores dos níveis de qualidade ambiental, devido a sua grande diversidade de espécies e habitat, além da sua importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais (WINK *et al*, 2005). Segundo Thomanzini & Thomanzini (2000), os bioindicadores devem ter sua taxonomia, biologia e ciclo de vida bem conhecidos e possuir características de ocorrência em diferentes condições ambientais ou serem restritos a certas áreas, sendo os mesmos sensíveis a modificações ambientais podendo responder as alterações de forma rápida.

Por apresentarem uma relação íntima com o contexto natural dependendo do mesmo para manter sua existência, as abelhas possuem um alto nível de sensibilidade às alterações antrópicas e aos avanços da urbanização. Sendo fornecedores de recursos para alimentação, estabelecimentos de ninhos e colmeias entre outros, as plantas também beneficiam as abelhas proporcionando a realização de suas atividades e a manutenção de suas espécies.

Segundo Wolf (2008):

> As abelhas melíferas e seu principal produto, o mel, podem ser ferramentas de monitoramento ambiental. Durante o vôo, estes insetos registram valiosas informações sobre o meio ambiente em que circulam. Numerosas partículas de produtos químicos e substâncias tóxicas suspensas no ar ficam aderidas aos pêlos superficiais de seu corpo, retidas em seu sistema respiratório ou armazenadas em sua vesícula melífera e no pólen que coletaram (WOLF, 2008, pág. 29).

Isso mostra que no contexto das abelhas não somente a presença de espécies, mas também os produtos derivados da atividade melífera apresentam uma função bioindicadora de qualidade ambiental. Wolf (2008) ainda fala que muitos estudos têm sido realizados através da análise de mel produzido em apiários presentes em grandes pomares para detectar níveis de agrotóxicos utilizado em plantações ou mesmo os índices de poluição do ar presente em grandes cidades.

Quanto a presença de abelhas no ambiente, têm sido registrado vários casos tanto na Europa como também em grandes metrópoles brasileiras, onde se registra o desaparecimento de abelhas por conta dos níveis alarmantes presente na poluição, indicando assim problemas de contaminação principalmente do ar.

Nesse contexto, as abelhas se apresentam como um dos principais componentes vivos capazes de indicar como as alterações ambientais provocadas pela modificação da paisagem e poluição podem ser prejudiciais. Outro aspecto que provoca o desaparecimento de abelhas é a supressão de organismos vegetais (desmatamentos) e suas alterações ambientais, pois acabam impedindo a realização das atividades das abelhas e as expulsam dos ambientes em que vivem. Dessa forma, nota-se com clareza que os ecossistemas naturais passam a perder o seu nível de qualidade comprometendo a sobrevivência dos organismos vivos, ocasionando desequilíbrios e por fim afetando o próprio homem (figura 07).

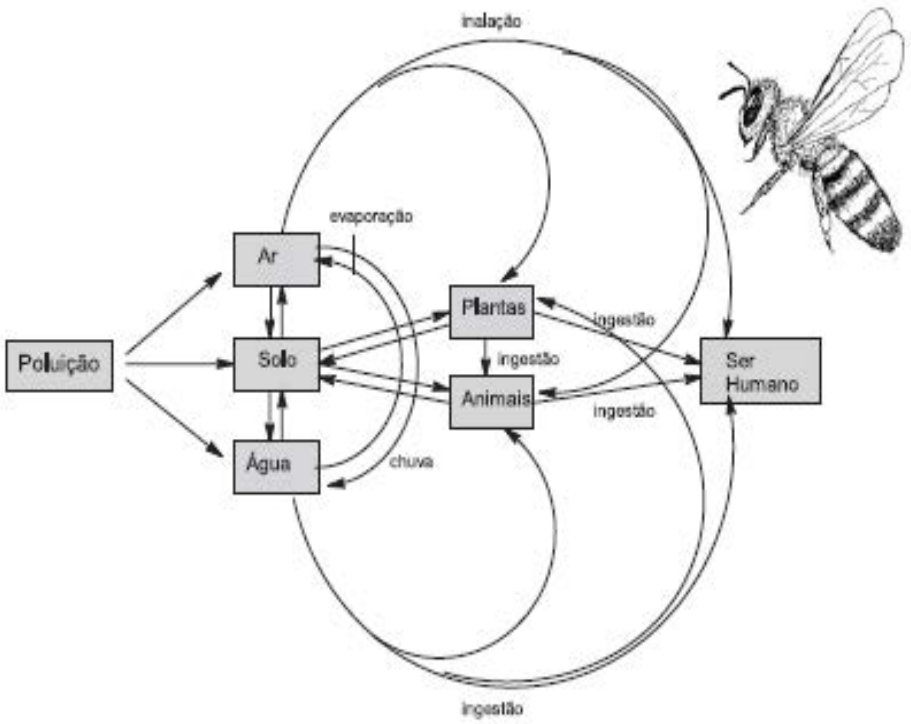


Figura 07. Representação da difusão de alterações ambientais no ambiente. Fonte: Rissato *et al*, 2006.

Segundo Brosi *et al* (2009), Nemésio e Silveira (2010), Andrade Silva *et al* (2012) as abelhas *Euglossini* constituem instrumentos eficazes na indicação de alterações ambientais sendo informantes das consequências diretas e indiretas da fragmentação da vegetação. Embora essas abelhas apresentem grande capacidade de vôo e possam cobrir grandes distâncias (cerca de 23Km) (Janzen, 1971) elas acabam possuindo também limites de tolerância específicos e são sensíveis à modificações ambientais, assim essas abelhas respondem às alterações que acabam diminuindo sua frequência em determinados ambientes que anteriormente eram explorados.

Ramalho (2009) afirma que várias espécies de abelhas *euglossini* podem ser utilizadas com a função de bioindicação, pois as mesmas respondem ao processo de fragmentação de ecossistemas modificando sua diversidade, abundância de espécies mais generalistas. Dessas espécies mais generalistas se destacam a

Euglossa cordata e *Eulaema nigrita que* são apresentadas como mais resistentes que outras possuindo uma maior resistência a impactos ambientais.

Outras espécies pertencentes ao grupo permanecem com características limitadas quanto a sua resistência a impactos ambientais, principalmente urbanos.

Com isso, levando-se em conta as características ecológicas do grupo das abelhas pode-se verificar a eficácia na realização de monitoramento de ambientes através da bioindicação, sendo que especificamente através do registro da presença de abelhas *euglossini* é possível verificar a avaliação de impactos não somente no grupo dessas abelhas como também nos vegetais polinizados pelas mesmas.

Capítulo 2

Uso e ocupação da terra na cidade de Parnaíba e seus impactos sobre a população de abelhas *Euglossini*.

Alteração da paisagem e o Geoprocessamento

O conceito de paisagem tem sido muito discutido na contemporaneidade por conta dos limites conceituais com outros aspectos geográficos como território, espaço e lugar. Castro (2002 pág. 34) afirma que "o conceito de paisagem é caracterizado como dualístico entre o mundo real e representação, dessa forma, a paisagem pode ser definida como tudo o que se vê, isto é, o resultado direto do processo observacional e cognitivo do observador".

Para Santos (2006 pág. 49), "a paisagem possui um caráter provisório, pois por conta da sua dinâmica e das forças, sejam elas naturais ou antrópicas, garantem o dinamismo desta unidade geográfica e sua plena modificação, tornando-a efêmera".

As modificações ou alterações da paisagem ocasionadas por processos antrópicos geram mosaicos urbanos que se mesclam com a paisagem original ate chegar à estabilização da mesma. Neste processo o clima regional segue os mesmos parâmetros de alterações tendo o seu sistema modificado de acordo com a nova configuração que está sendo instalada, da mesma forma os padrões de distribuição da biodiversidade se altera tentando adaptar-se ao novo formato da paisagem.

Segundo Soares (2002):

> O estudo da paisagem passa pela concepção do que é visível, de como cada indivíduo, comunidade ou sociedade percebe e se identifica com o cenário que se vislumbra. Ela ainda afirma que a paisagem é antes de tudo um quadro fisionômico de uma determinada área espacial, cujo arranjo de seus complexos elementos dá a cada lugar características peculiares e próprias de si mesmo. Essa paisagem, não só visualizada, percebida e sentida, é sobretudo delimitada, vive em constante transformação, uma vez que suas mudanças estão atreladas às alterações da natureza, mas sobretudo da sociedade. (SOARES, 2002, pág. 105)

Neste sentido a sociedade e a promoção de alterações da natureza são apresentadas como forças modificadoras de uma paisagem. A história dos ciclos econômicos e tendências sociais possuem importante contribuição quanto a forma de como é utilizado a terra no contexto urbano.

Muitos estudos têm sido realizados na tentativa de estudar e acompanhar as mudanças efetivadas numa paisagem principalmente pelo homem. Recursos tecnológicos (geotecnologias) e acompanhamentos em campo são utilizados para ajudar a acompanhar essas mudanças.

Segundo Moreira (2005, pág. 256) “o geoprocessamento pode ser entendido como a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para tratar dados obtidos de um objeto ou fenômenos geograficamente ou extrair informações desses objetos ou fenômenos, quando eles são observados por um sensor”.

O Georreferenciamento e suas ferramentas constituem um leque de tecnologias que abrangem cada vez mais projetos ambientais, sendo utilizados como agentes facilitadores no desenvolvimento de trabalhos. Sendo assim, BACANI (2014) afirma que:

> As geotecnologias (ou geoprocessamento) constituem-se como um conjunto de procedimentos, técnicas e produtos destinados à coleta e o tratamento de informações espaciais. Trata-se de um termo relativamente recente na Geografia, que abriga diversas áreas do conhecimento, tais como: o sensoriamento remoto, a cartografia digital, os sistemas de informação geográfica, os sistemas de posicionamento global via satélite, a topografia, entre outras (BACANI, 2014, pág. 185).

Dessa forma, com o uso das geotecnologias vários estudos de caráter ambiental tem obtido maior êxito nos seus resultados. Assim, vários trabalhos ambientais têm utilizado este recurso para aprimorar suas análises e resultados.

Assim as geotecnologias tem subsidiado o desenvolvimento de várias pesquisas principalmente na linha ambiental, mas também com a finalidade de fiscalização. Vários trabalhos como os de geoprocessamento aplicado a zoneamentos áreas como: a necessidade de proteção no parque Estadual de Ibitipoca - MG, geoprocessamento aplicado a fiscalização de áreas de proteção legal

em Linhares – ES e geoprocessamento aplicado a análise ambiental no município de Volta Redonda – RJ, mostram a importância deste recurso nos mais diversos estudos na área ambiental (SILVA E ZAIDAN, 2012).

Atualmente também tem sido utilizado o geoprocessamento em estudos urbanos como sensoriamento urbano. Diante dos desafios encontrados em núcleos urbanos de se organizar e manter um percentual de biodiversidade atuante sobre este sítio, o sensoriamento urbano se mostra bastante eficaz para diagnosticar realidades e subsidiar análises sobre a situação ambiental específica de uma cidade.

Polizel (2009) em seus estudos sobre o clima urbano e sensoriamento remoto em Piraicaba – SP usou geoprocessamento em sua área de estudo e o recorte de polígonos circulares (buffers) nos pontos de coleta para identificar maiores detalhes sobre a área, dessa forma obteve dados mais precisos sobre a formatação da ocupação do solo urbano.

Essa metodologia através da aplicação de buffers possibilita a análise de casos específicos de ocupação dentro da imagem geoprocessada, sendo posteriormente integrada ao contexto a que está agregado fornecendo assim dados contextualizados.

Aspectos gerais sobre o uso e ocupação do solo urbano em Parnaíba

O uso e ocupações da terra na cidade de Parnaíba são bastante mesclados sem apresentar áreas com uso único, a não ser em alguns conjuntos habitacionais mais recentes e periféricos, onde o comércio local é espontâneo e tão incipiente que passa despercebido.

No entanto a parte mais antiga da cidade surgiu através da existência de duas vilas Porto das Barcas e Testa Branca, ambas situadas as margens do Rio Igaraçu, braço do rio Parnaíba; nesta região fica localizado o ponto onde ocorreu toda gênese da urbanização da cidade, local onde existe o centro urbano e este é o lugar

onde se situa a maior concentração urbana local, sendo que por muito tempo essa área centralizou várias atividades principalmente ligadas ao comércio.

Atualmente, com a expansão urbana na cidade algumas localidades têm despontado como alternativas das atividades ligadas ao comércio, como:

1) A Avenida São Sebastião: avenida que parte do centro urbano em direção à zona rural, local onde há incidências comerciais principalmente gastronômicas e na área hoteleira (figura 07);
2) A Avenida Pinheiro Machado: sendo localizada transversalmente a Avenida São Sebastião, também contribui para expansão da cidade, sendo conhecido como o mais novo eixo comercial, partindo da entreda da cidade e ligando até a BR 343 que liga a cidade de Parnaíba ao município de Luís Correia, onde se localizam a maioria das praias piauienses (figura 08);
3) A Avenida João Silva Filho (Caramuru): fica situada paralelamente a São Sebastião e foi de fundamental importância para o crescimento urbano e surgimento de novos bairros na cidade, sendo referência em atividades comerciais e na rede hoteleira (figura 09).

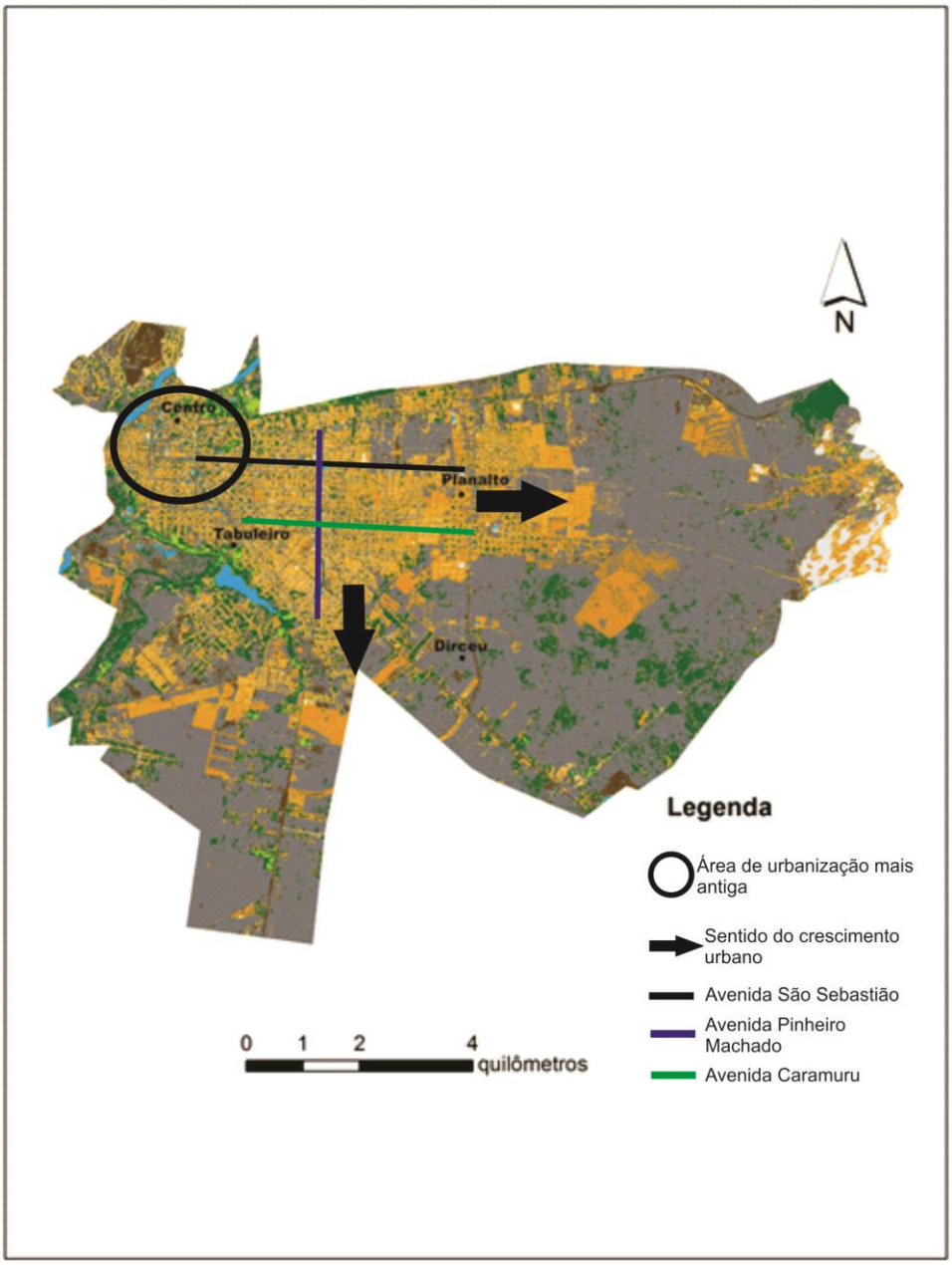
Este fenômeno influenciou a crescente demanda no setor imobiliário que avança para os setores mais periféricos ultrapassando os limites da zona rural. Essa ampliação da malha urbana e crescimento econômico da cidade de Parnaíba (figura 12 localizado nos anexos) têm ocorrido principalmente nos últimos cinco anos, esse fenômeno tem gerado à alteração significativa de paisagens e proporcionado fortes impactos sobre a biodiversidade local. Com isso a degradação ambiental e substituição dos ambientes naturais pela malha urbana vêm crescendo assustadoramente alterando o clima local e promovendo uma mudança na dispersão biogeográfica de algumas espécies.

Figura 08. Vista aérea da Avenida São Sebastião na cidade de Parnaíba-PI, Brasil. Fonte: skyscrapercity.com. 2015.

Figura 09. Vista da Avenida Pinheiro Machado na cidade de Parnaíba-PI, Brasil. Fonte: Folha de Parnaíba. 2015.

Figura 10. Vista da Avenida Pinheiro Machado na cidade de Parnaíba-PI, Brasil. Fonte: Portal F. Santos Ilha. 2015.

Dentro dessa perspectiva as mudanças ocasionadas dentro da cidade de Parnaíba, principalmente em consequência da especulação imobiliária crescente promovem uma reconfiguração da utilização do solo urbano e geram uma modificação na cidade (Mapa 05).



Mapa 05. Identificação da zona de crescimento urbano na cidade de Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Jefferson Polizel. 2015.

Dessa forma atualmente a visualização aérea da cidade de Parnaíba apresenta o uso e ocupação da terra subdividido da seguinte forma: copas de árvore 10,14%, relvado 0,74%, pasto 58,49%, telha cerâmica 8,94%, dunas 1,42%, rios e lagos 0,82%, solo exposto claro 15,41%, solo exposto escuro 3,23% e telha clara 0,74% (mapa 06).

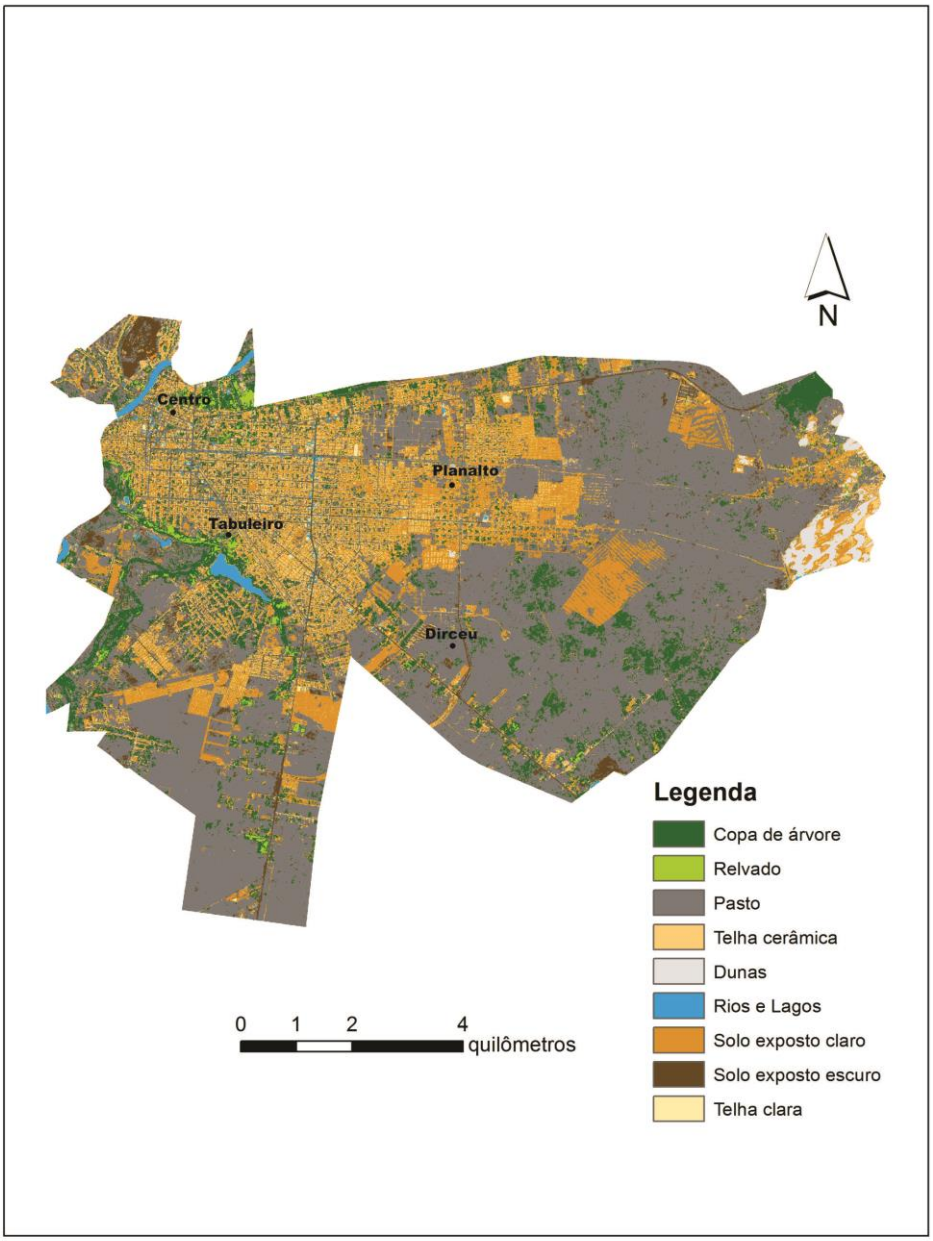
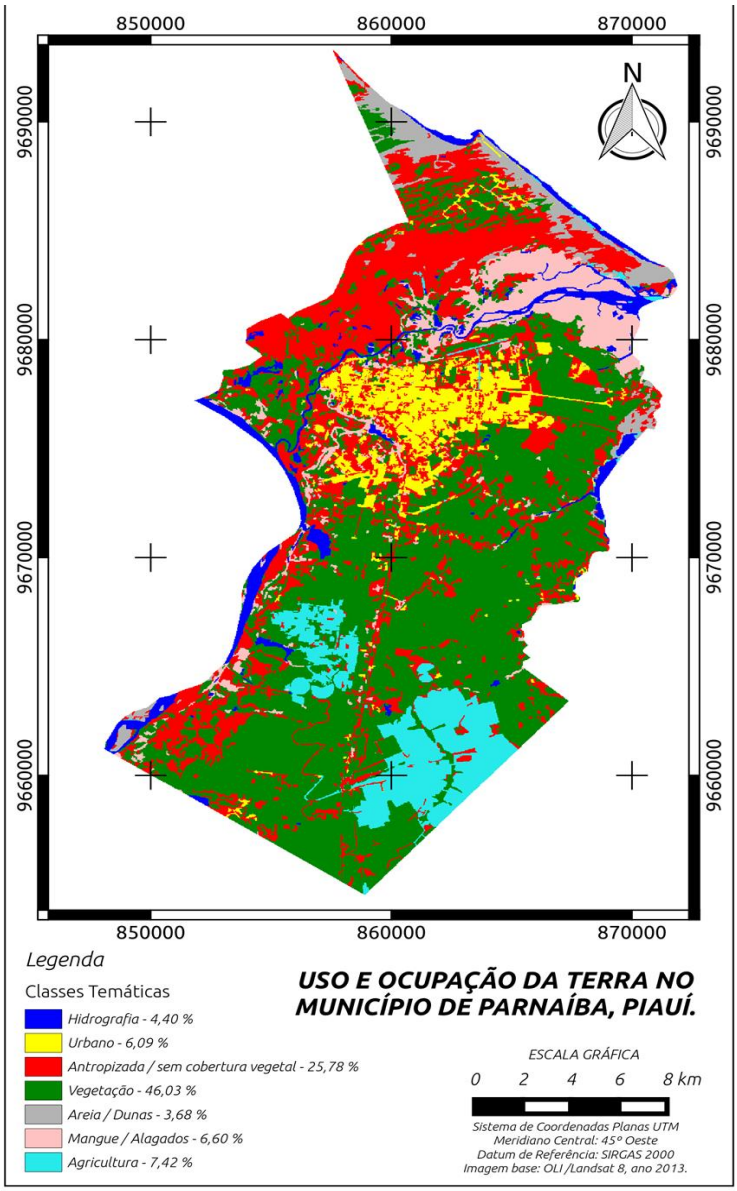


Figura 06. Uso e ocupação da terra no espaço urbano na cidade de Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Jefferson Polizel. 2015.

Assim os dados aqui apresentados mostra que o atual percentual de copas de árvores dentro da cidade está reduzido contabilizando apenas 10,4%. Estando este percentual localizado em sua maioria na parte periférica da cidade. No mapa 07 encontramos como tem sido aproveitado o espaço territorial do município, sendo este constituído por 4,4% de rede hidrográfica, 6,09% área urbana, 25,78% antropizada sem cobertura vegetal, 46,03% coberta de vegetação natural, 3,68 areias/dunas, 6,6% áreas de mangue e 7,42% áreas utilizadas para agricultura.



Mapa 07. Uso e ocupação da terra no município de Parnaíba, Piauí, Brasil. 2015. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015.

Dessa forma, nota-se uma diferença considerável entre a vegetação existente quando consideramos o município como um todo e somente a cidade. Isso indica que no crescimento urbano da cidade de Parnaíba está havendo uma gradual substituição dentro do município por pasto ou mesmo por construções, sem uma política de manutenção da arborização dentro dos limites da cidade. Fator este que tem provocado à diminuição de organismos e agravado alguns fenômenos como ilhas de calor dentro das localidades mais urbanizadas.

Impacto da urbanização sobre as abelhas

Na presente pesquisa foram coletados 180 espécimes, sendo 123 na estação chuvosa e 57 na estação seca (Tabela 03). Sendo que a área onde se obteve maior número de coletas foi do Dirceu Arco Verde (102 espécimes), seguido de Tabuleiro (64), Planalto (09), Centro (05). A estação chuvosa registrou 68,33% do total das coletas restando a estação seca 31,67%.

As diferenças de atividades das abelhas entre estações é algo frequente registrado também em outras pesquisas com levantamentos de Euglossini e suas atividades em estações. No município de Barreirinha (MA), assim como nesta pesquisa há registros da ação de euglossini em ambas as estações com um grande destaque para a estação chuvosa (Rabêlo e Cabral, 1997).

A estação chuvosa apresenta condições que promovem a ação de abelhas como também outros insetos. A alta umidade bem como a proximidade de corpos d'água favorecem a multiplicação de insetos e sua ação num ecossistema.

Assim também as condições ambientais estimulam também a vegetação que por sua vez estabelece uma íntima relação com o grupo de abelhas. Esses fenômenos climáticos promovem a sazonalidade e dispersão de atividades de certos grupos de insetos.

Tabela 03. Distribuição de coletas de abelhas por Pontos de coleta/estação em Parnaíba, PI, 2013.

Locais/Coleta	Dirceu Arco Verde	Planalto	Centro	Tabuleiro	Total
Estação Chuvosa	73	05	01	44	123
Estação Seca	29	04	04	20	57
Total	102	09	05	64	180

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015.

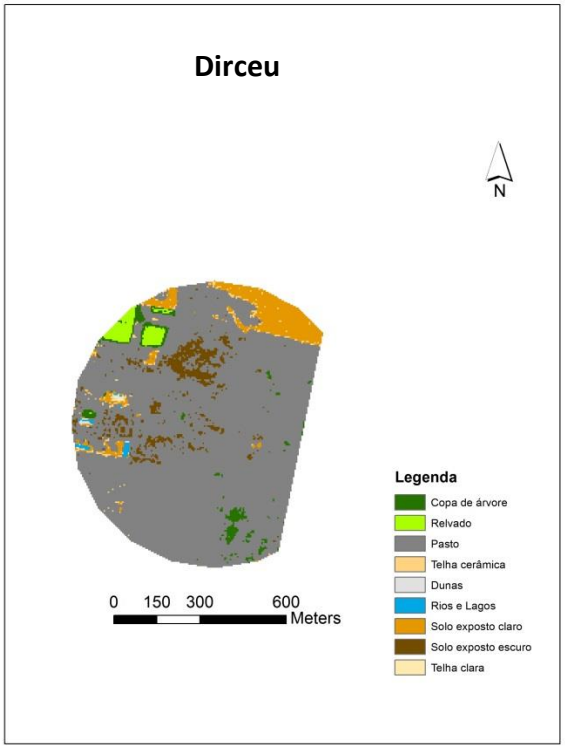
Contudo essa diferença no registro de atividades de abelhas entre os pontos de coleta pode ser explicado pela formatação da paisagem existente e nos níveis de urbanização presente nos pontos e principalmente pela presença de vegetação existente em cada local.

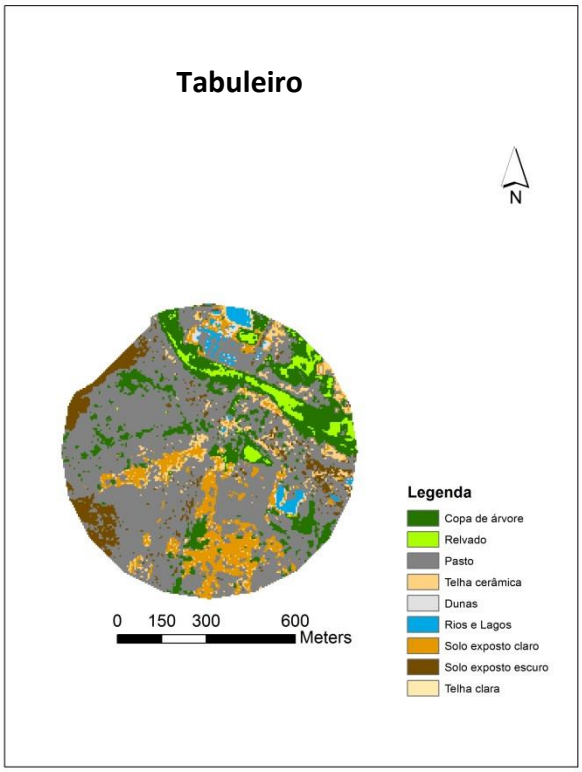
Quando aplicado buffers de 500 m² (mapas 08 e 09) a partir dos pontos pesquisados nota-se que a região no entorno dos pontos Dirceu e Tabuleiro possuem um maior percentual de vegetação existente, considerando-se dessa forma a soma de copa de árvore, relvado e pasto. Dessa forma a região do Dirceu apresenta 86,9% e Tabuleiro 76,1, enquanto o Centro e Planalto registram respectivamente 46,1% e 33,1% (tabela 04).

Tabela 04. Análise do uso e ocupação da terra utilizando buffers de 500 m² nos pontos de coleta em Parnaíba – PI.

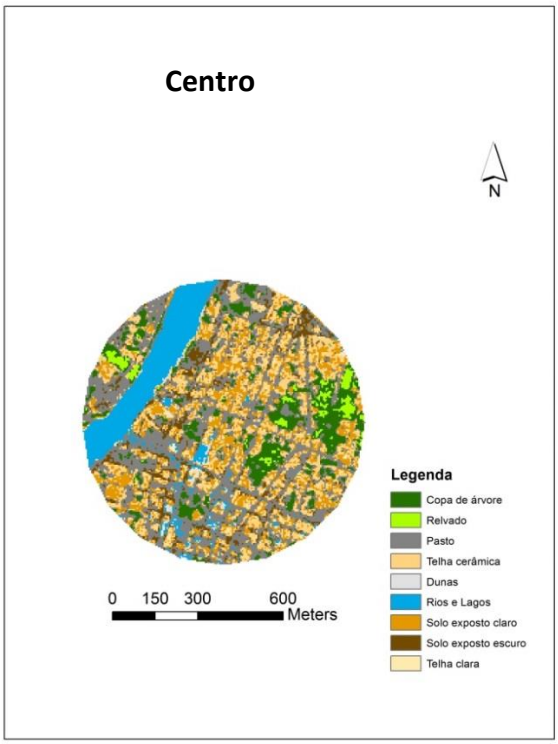
Ponto	Copa de árvore	Relvado	Pasto	Telha cerâmica	Dunas	Rios e lagos	Solo exposto claro	Solo exposto escuro	Telha Clara
Centro	11,3	2,2	32,1	17,9	1,5	11,1	15,5	6,3	2,2
Dirceu	2,4	1,8	82,7	1,1	0,2	0,3	6,5	4,9	0,1
Planalto	5,8	0,0	27,3	18,0	0,5	0,3	46,2	0,8	1,1
Tabuleiro	16,7	3,5	56,1	5,2	0,7	1,9	9,5	6,4	0,0

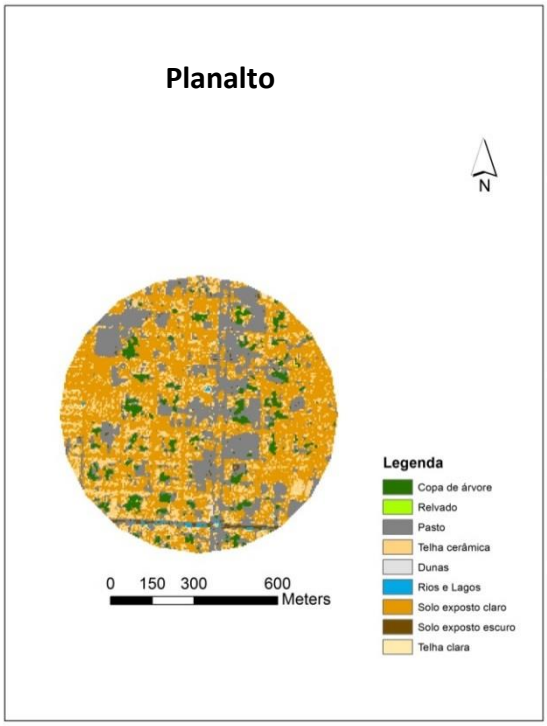
Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015.





Mapa 08. Buffers de 500 m² aplicados nos pontos de coleta do Dirceu e Tabuleiro em Parnaíba – PI. Elaboração: Benedito Gledson e Jefferson Polizel. 2015.





Mapa 09. Buffers de 500 m² aplicados nos pontos de coleta do Centro e Planalto em Parnaíba – PI. Elaboração: Benedito Gledson e Jefferson Polizel. 2015.

Quando aplicado os buffers de 1000 m², nota-se que a relação permanece a mesma no percentual de vegetação existente. Dirceu e Tabuleiro registam respectivamente 65,9% e 68,2%. Já no Centro apresenta 48,6% e o Planalto 34,8% (tabela 05).

Tabela 05. Análise do uso e ocupação da terra utilizando buffers de 1000 m² nos pontos de coleta em Parnaíba – PI.

Ponto	Copa de arvore	Relvado	Pasto	Telha cerâmica	Dunas	Rios e lagos	Solo exposto claro	Solo exposto escuro	Telha Clara
Centro	12,9	2,7	33,0	16,1	1,7	7,2	14,4	9,9	2,1
Dirceu	5,3	0,9	59,7	4,1	0,1	0,1	25,0	4,6	0,1
Planalto	4,9	0,0	29,9	18,9	0,9	0,6	42,1	1,1	1,5
Tabuleiro	18,3	3,5	46,4	8,1	0,4	2,0	14,5	6,5	0,3

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015.

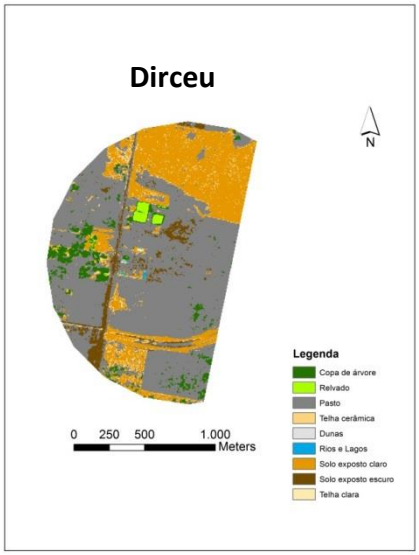
Diante desses dados, quando aplicamos os buffers de 500 m² a correlação entre coleta de abelhas e a quantidade de vegetação existente é de 0,957 e quando aplicamos os buffers de 1000 (mapas 10 e 11) a correlação fica em 0,845. Ambos os casos a correlação é forte, isso indica como a presença de vegetação em qualquer estrato herbáceo, arbóreo e arbustivo representa um alto grau de importância na coexistência e das abelhas euglossini em determinado lugar.

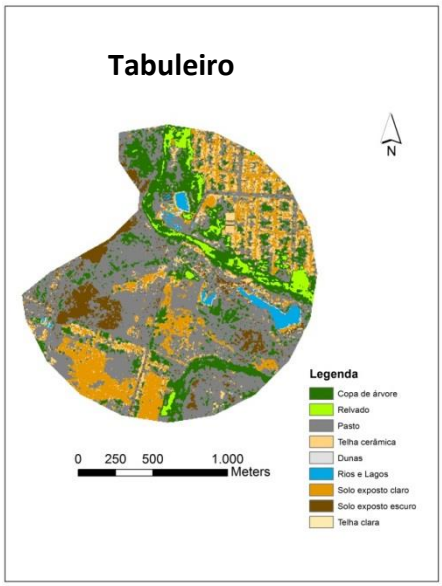
No relatório do IPCC (2002 – Seção 6.5) é destacado que a redução de cobertura vegetal pode conduzir a redução de precipitação em escala regional e global, mudando assim a frequência de chuvas e tendências à secas. Isso pode provocar uma alteração na composição não só da flora regional, mas também da sua fauna, e não obstante a esses efeitos a comunidade de abelhas se configura como um alvo mais afetado por este fenômeno.

Quando Bernatzky (1982) analisa os efeitos das áreas verdes e da arborização dentro do contexto da deterioração da situação urbana, ele cita seis aspectos relativos a presença de áreas verdes consideradas como benefícios e contribuições no ambiente urbano dentre eles: refrigeração do ar;

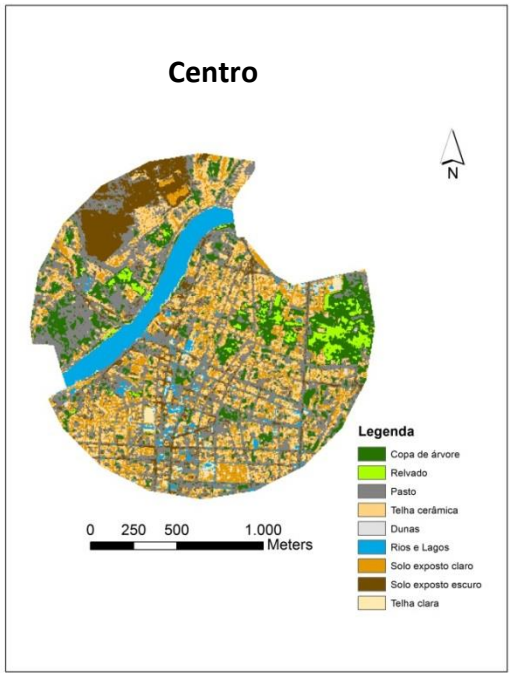
aumento da umidade relativa do ar; suprimento de ar fresco; filtragem de ar; produção de oxigênio e absorção do ruído.

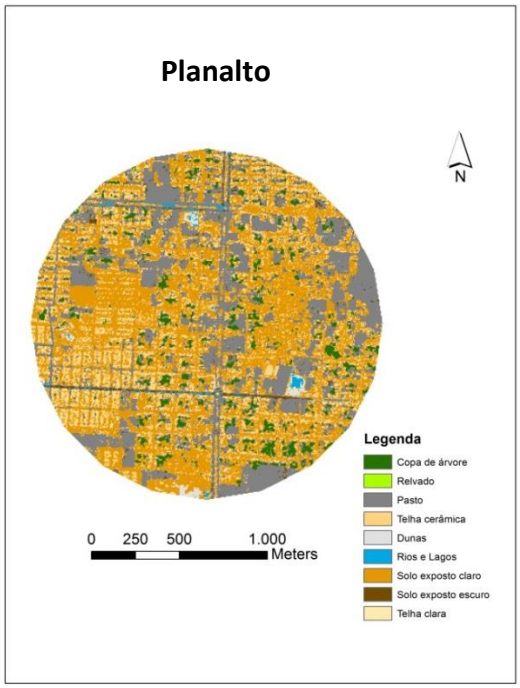
Na distribuição de abelhas capturadas por estação/áreas de coletas nestas áreas observa-se uma grande diferença entre as regiões com estado de conservação natural favorável como Dirceu e Tabuleiro e localidades mais antropizadas como Planalto e Centro.





Mapa 10. Buffers de 1000 m² aplicados nos pontos de coleta do Dirceu e Tabuleiro em Parnaíba – PI. Elaboração: Jefferson Polizel. 2015.





Mapa 11. Buffers de 1000 m² aplicados nos pontos de coleta do Centro e Planalto em Parnaíba – PI. Elaboração: Jefferson Polizel. 2015.

Nas áreas mais antropizadas, nota-se que por conta de desmatamentos para construção de residências, como é o caso do ponto Planalto, este é influenciado pelo crescimento urbano, da mesma forma o ponto do Centro, que além de construções também existe poluição sonora e do ar ainda que em limites razoáveis. Tais fatores resultam na baixa diversidade e singularidade de ecossistemas, o que levou ao baixo número de coletas realizadas nestas áreas.

Segundo Girling *et* al (2013 pág. 01) “as abelhas constituem o grupo mais efetivo dentre os polinizadores, no entanto, todos os anos, um grande número de colônias de abelhas morrem inesperadamente”. Atualmente acredita-se que as perdas são provocadas por uma combinação de vários fatores de urbanização. O autor também relata em seu artigo sobre a perda da sensibilidade olfativa das abelhas para com os aromas de flores, fenômeno este provocado pela emissão de gases oriundos da queima de combustíveis.

Isso revela o quanto à modificação da paisagem promovida pela urbanização progressiva pode influenciar na disposição e limitar o raio de ações de certas espécies. Além destes aspectos, a urbanização acaba por alterar as condições climáticas na localidade provocada pelo uso e ocupação da terra que privilegia os aspectos urbanos em detrimento de espaços verdes, dessa forma acabam por restringir a existência de espécies e o estabelecimento de seus nichos.

Capítulo 3

O CLIMA URBANO E SUAS INFLUENCIAS SOBRE AS ABELHAS *EUGLOSSINI* NA CIDADE DE PARNAÍBA.

O Desenvolvimento da Climatologia e do Clima Urbano

Com a ampliação dos territórios urbanos o ambiente natural é transformado. Na construção de cidades os homens introduzem novos equipamentos e materiais neste ambiente, o que acarreta modificações no clima local.

Segundo Danni (1987, pág.25), "o processo de crescimento urbano impõe um caráter particular à baixa troposfera, que produz condições atmosféricas locais diferentes das encontradas nas áreas próximas e dá origem a um clima particular denominado de clima urbano".

> Sendo o clima um dos elementos de primeira ordem a compor a paisagem geográfica, nas cidades ele é resultante da interação entre as componentes da dinâmica atmosférica zonal, regional e local e os do espaço urbano – rural construído. O clima urbano é então derivado das seguintes principais alterações no ambiente natural: retirada da cobertura vegetal, introdução de novas formas de relevo, concentração de edificações, concentração de equipamentos e pessoas, impermeabilização do solo, canalização do escoamento superficial, rugosidade da superfície, lançamento concentrado e acumulação de partículas e gases na atmosfera e produção de energia artificial. (MENDONÇA, 1994, p.7)

Existem alguns fatores que controlam os processos de geração do clima urbano. Estes fatores são, por um lado, as características do clima regional, que impõe o ritmo e a distribuição temporal dos principais elementos climáticos, e por outro, os fatores relacionados propriamente ao ambiente urbano, que as modificam em escala local.

As modificações produzidas pelo homem na atmosfera urbana alteram o balanço de energia e o hídrico. As áreas urbanas modificam o albedo, pois os materiais que as constituem possuem propriedades radiativas distintas das encontradas em um ambiente não antropizado.

Sendo fator de modificação do balanço energético (albedo) a cidade produz diferentes taxas de aquecimento e resfriamento, se comparado à área

rural próxima, gerando, assim, diferentes situações climáticas e ocasionando a formação do fenômeno “Ilha de Calor”.

> La isla de calor o isla térmica urbana consiste en que las ciudades suelen ser, especialmente de noche, más cálidas que el medio rural o menos urbanizado que las rodea. Singularmente, el área urbana que presenta temperaturas más elevadas suele coincidir con el centro de las ciudades, allí donde las construcciones y edificios forman un conjunto denso y compacto. (...) (GARCÍA, 1991, p.47)

As questões relacionadas com o fenômeno da ilha de calor e seus efeitos sobre as áreas urbanas, que geram desconforto térmico para população, proporcionaram a publicação de alguns trabalhos como os de Oke (1978, 1982) e Lowry (1977), que tinham como principal objetivo o elucidação dos mecanismos de formação das ilhas de calor.

Oke (1980) afirma que, mesmo em cidades pequenas, pode ocorrer o fenômeno ilha de calor, e não existe uma causa única para sua formação, trata-se de um conjunto de processos que García (1991) resume como:

> a) un mayor almacenamiento de calor durante el día en la ciudad, gracias a las propiedades térmicas y caloríficas de los materiales de construccíon urbanos, y su devolución a la atmósfera durante la noche;
> b) la produccíon de calor antropogénico (calefación, industria, transporte, alumbrado, etc.);
> c) la disminuición de la evaporación, debido a la sustitución de la supeficie originaria por un suelo pavimentado y a la eficacia de los sistemas de drenaje urbanos (alcantarillado, etc.);
> d) una menor pérdida de calor sensible, debido a la reducción de la velocidad del viento originada por los edificios;
> e) un aumento de la absorción de radiación solar, debido a la *captura* que produce la singular geometría de calles y edifícios, que contribuye a un albedo relativamente bajo;
> f) una disminución de la pérdida de calor durante la noche por irradiación, debido también a las características geométricas de calles y edifícios que reducen el factor de visión del cielo (SVF) y
> g) un aumento de la radiación de onda larga que es absorbida y reemitida hacia el suelo por la contaminada atmósfera urbana. (GARCÍA, 1991, p.47)

A intensidade da ilha de calor varia de acordo com as condições atmosféricas atuantes, as características do relevo e a densidade de edificações da área de estudo.

> Sob condições atmosféricas ideais, ou seja, em condições de céu claro e com vento calmo, ocorre a máxima intensidade da ilha de calor. Com relevo pouco acidentado, as temperaturas mais altas são observadas nas áreas mais densamente construídas e com pouca vegetação. Horizontalmente há diminuição da temperatura à medida que há a aproximação da zona rural, caracterizada por um gradiente horizontal mais brando, este esquema geral é interrompido por locais quentes e frios associados com densidades de prédios altos e baixos. (...) (AMORIM, 2000, p. 29)

Segundo García (1991, p.133-141), desde o estabelecimento, de observações meteorológicas realizadas com aparelhos a partir do século XVII, se produziu um passo decisivo para o futuro nascimento da climatologia urbana. A construção posterior de séries regulares de observações meteorológicas de algumas cidades permitiram detectar as mudanças produzidas nos elementos climáticos pelo crescimento destas cidades.

Foi em Londres, no início da era industrial que nasceu o primeiro estudo sobre clima urbano, feito por Luke Howard em 1833.

"*A preocupação em estudar o comportamento dos elementos climáticos em superfícies urbanizadas é conhecida desde o século XIX, destacando-se o trabalho de Howard (1833)* (TARIFFA, 1977, p. 59-80)".

Howard analisou observações meteorológicas do período de 1797 à 1831 e descreveu as primeiras características do clima de Londres, observando a formação do fenômeno da neblina urbana "city fog" e das "ilhas de calor".

Em 1862, em um estudo sobre a cidade de Paris, Emilien Renou também demonstrou interesse pelo aumento de temperatura detectado nas cidades, decorrentes das mudanças no uso da terra.

> (...) Emilien Renou (1815-1902), en un trabajo sobre la ciudad de Paris (Renou, 1862), también muestra un gran interes ante el incremento de temperatura observado en la ciudad y trata de encontrar una explicación, sin dejar a un lado sus dudas acerca del problema de la exposición de los termómetros. Sin embargo, en un trabajo ulterior (Renou, 1868), su conclusión es tajante: la diferencia entre el campo y la ciudad es de 1ºC, a la misma altitud. Además manifesta muy certeramente como la diferencia de temperatura durante la noche entre la ciudad y los alrededores, particularmente en el caso de las ciudades más grandes, es mayor cuando se produce un tiempo con unas características meteorológicas determinadas que favorezcan en gran medida el enfriamiento por irradiación. (GARCÍA, 1991, p.139)

Aos finais do século XIX, Hann advertiu sobre o aumento da temperatura nos centros das cidades em relação às áreas mais afastadas, denominando este fenômeno de *"standt temperatur"*.

Já no século XX o termo ilha de calor urbana *(urban heat island.)* foi introduzido na climatologia por Manley, com o objetivo de designar um dos principais fenômenos do clima urbano.

Por volta da década de 1930, foi introduzida a utilização de veículos como ferramenta nos trabalhos de campo, possibilitando a tomada de dados de temperatura simultânea em diferentes pontos.

O agravamento dos problemas provocados pela contaminação do ar no pós-guerra (a partir de 1945), fez com que aumentasse também o interesse pelo estudo dos processos atmosféricos urbanos, gerando uma linha particular de investigação sobre a contaminação da atmosfera das cidades.

Nesse mesmo período Chandler realizou um estudo sobre o clima de Londres, que se tornaria referência para estudos posteriores da climatologia urbana.

Foi a partir desta década, que se consolidou a utilização da observação direta dos elementos climáticos baseadas em dados obtidos pelas redes meteorológicas, mesmo, levando-se em consideração as limitações impostas pela ausência, em muitas áreas destes dados.

Além das obras de Chandler, mostraram-se também importantes, entre os anos de 1970 e 1980, os trabalhos realizados por Bryson, Landsber, Lowry, Oke, entre outros.

Gómez e Garcia (1984) realizaram um estudo sobre a ilha de calor em Madrid, encontrando diferenças de até 4ºC nas médias e 7ºC nas mínimas. Os autores afirmaram que nas máximas as diferenças entre os pontos foram bastante inferiores, tanto no verão quanto no inverno, afirmando, também, que neste caso a distância do ponto em relação ao centro da cidade não foi um fator condicionante.

Outra característica bastante relevante deste trabalho se localiza no fato de os autores encontrarem diferenças térmicas secundárias nas periferias urbanas, o que caracteriza a existência de sub-centros em Madrid.

Em 1990 García relacionou um dos principais fenômenos estudados em climatologia, as ilhas de calor, e sua representação cartográfica. Partindo da definição do que são ilhas de calor, a autora afirmou ser indispensável sua representação cartográfica para o entendimento de sua forma e configuração.

Neste mesmo ano García (1990) apresentou também os procedimentos cartográficos mais comumente utilizados na representação das ilhas de calor, ilustrando com exemplos das cidades de Londres, Vancouver, Madrid e Barcelona.

Já em 1991, Garcia realizou um estudo sobre a intensidade da ilha de calor em Barcelona, fazendo uma comparação com outras cidades da Espanha. Os resultados foram obtidos através de registros efetuados ao longo de transectos urbanos e da análise comparativa de dados de dois observatórios, um localizado no centro urbano e outro mais periférico. As conclusões da autora foram de que a ilha de calor de Barcelona apresentou uma intensidade extraordinária, atingindo valores de até 8ºC, mas que estas diferenças apresentaram consonância com as proporções populacionais e com a extensão urbana.

Também em 1991, García publicou um estudo detalhado sobre a climatologia urbana ao longo da história, desde a antiguidade até os nossos dias, e acrescentou a contribuição dos estudos do mundo clássico e medieval, além das pesquisas pioneiras do século XIX. Como conclusão, a autora fixou a atenção no verdadeiro nascimento da climatologia ocorrido no início do século XX e no espetacular desenvolvimento desta ciência nas décadas seguintes.

Ganho, em 1992, publicou a pesquisa intitulada “Insolação e Temperatura em Coimbra: Regimes médios e prováveis na estação meteorológica do IGU”, na qual o autor afirma ser uma base necessária aos estudos de climatologia o conhecimento do regime dos elementos climáticos da região pesquisada.

Nesta perspectiva, Ganho (1992) caracterizou os regimes normais e prováveis de temperatura e insolação na estação meteorológica do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, a partir da análise de parâmetros de tendência central, de dispersão, e de calendários de probabilidades, de séries seculares das variáveis em estudo.

Lazar e Podesser (1999) analisaram o clima urbano da cidade de Graz, capital da província austríaca da Estíria, a sudoeste da cordilheira principal dos

Alpes, utilizando como base, dados sobre o sistema de ventos local, ilhas de calor, além das condições de inversão térmica associadas à propagação de poluentes no ar e a formação de neblina. Os dados obtidos pelos pesquisadores revelaram que os vales a leste da cidade de Graz tem uma função importante para a renovação do ar fresco nos distritos circunvizinhos, e que as áreas construídas além de gerarem um acréscimo na temperatura de 1 a 3 graus Kelvin, diminuem a velocidade do vento devido a altura, localização e estrutura dos edifícios.

Oktay (2002), utilizando-se do conceito de "conforto térmico" relacionado com a engenharia e projetos de habitação sustentáveis, fez uma análise do norte da ilha de Chipre. O autor afirma que, nos projetos urbanos o elemento "clima' deveria ocupar posição de destaque, sendo muito importante para a concepção de ambientes confortáveis para a população e ecologicamente sustentáveis, evitando-se, assim, o uso excessivo de recursos paliativos que consomem muita energia. Cada região tem seus próprios padrões climáticos e culturais, que devem ser base para a proposição de soluções em cada caso individual.

Em outro trabalho que trata do planejamento urbano, Svensson e Eliasson (2002) analisam as temperaturas diurnas em áreas construídas. O estudo baseou-se em dados de temperatura coletados durante 18 meses em 18 diferentes pontos da área urbana de Gotemburgo, na Suécia, associados a análises de padrões do uso do solo a partir do Plano Diretor do município, tendo como principal objetivo dar sugestões à implantação de futuros projetos urbanísticos no município.

Svensson e Eliasson (2002) definiram três principais categorias entre as áreas edificadas de Gotemburgo, que foram denominadas de "urbano denso", "multi-familiar" e "casas simples", tendo, cada uma, especificidades que geraram diferenças térmicas ao longo do período. As áreas que compunham a categoria "urbano denso" mostraram-se as mais aquecidas ao longo dos dias de análise, com diferenças de até 8°C em relação a periferia próxima, no entanto, as demais categorias apresentaram diferenças similares, ao redor de 4°C, em relação as áreas periféricas e menos edificadas, mostrando-se, assim, mais adequadas do ponto de vista climático, oferecendo menor desconforto térmico a seus habitantes.

Em 2003 Koen Steemers, estudioso da arquitetura sustentável, realizou um trabalho que teve como foco as cidades e suas altas demandas de consumo energético, decorrentes da falta de planejamento urbano. Steemers (2003) tomou como exemplo as cidades do Reino Unido e estabeleceu a relação entre a densidade de construções, o fluxo de veículos e o clima temperado com o elevado consumo de energia nestes centros. O trabalho avaliou também as tendências de construção e formas urbanas em cada cidade e apontou como principal caminho a modelagem do urbano em função da diminuição do desconforto térmico imposto aos seus habitantes e de seus efeitos sobre o clima local.

Gomez *et al* (2004), utilizando a cidade de Valência como protótipo das demais cidades do Mediterrâneo, destacaram a importância da presença de áreas verdes nos centros urbanos e sua íntima relação com a regulação climática destes ambientes. Os autores utilizaram diferentes índices de conforto, relacionados às condições climatológicas, para estudar cada bairro, que globalmente definiram o comportamento da cidade. Alguns desses índices foram formulados levando-se em consideração as áreas verdes já existentes, e os resultados permitiram definir as superfícies necessárias para que cada bairro pudesse ser considerado teoricamente "confortável". Esta metodologia pode ser útil para os planejadores urbanos na elaboração e distribuição de áreas verdes nas cidades.

Sukopp (2004) avaliou o impacto antrópico nas vegetações preservadas em Lübeck, na Alemanha, afirmando que as interferências no clima, no solo, no ar e na água são muito maiores e mais danosas nos ambientes urbanos, em relação às zonas rurais. Normalmente a perturbação dos ecossistemas urbanos leva a uma diminuição no número das espécies nativas da região, e apresenta um aumento das espécies não nativas. Com um percentual cada vez maior de pessoas vivendo nas cidades, a conservação da biota urbana é de grande importância. As principais interferências impostas pelo homem incluem movimentos de terra durante a construção de ruas, a compactação do solo pelo pisoteio e o trânsito de veículos, a eutrofização e o aumento dos valores de pH no solo.

A presença de vegetação nas áreas urbanas funciona como um importante regulador térmico para esses ambientes, minimizando os efeitos gerados pelo excessivo processo de impermeabilização nas cidades.

Solecki *et al* (2005) estudaram a possibilidade de mitigação do efeito da ilha de calor urbana em Nova Jersey, nos Estados Unidos, através do aumento da cobertura vegetal urbana e da implantação de materiais que podem reduzir os riscos biofísicos nas cidades, que incluem o stress térmico relacionado a elevadas temperaturas e a poluição do ar, que afeta diretamente a saúde da população. Foi realizada uma modelagem baseada em GIS para estimar os potenciais benefícios das áreas verdes e da utilização de telhados reflexivos como estratégias de mitigação do efeito "ilha de calor urbana" para áreas ao redor de Newark e Camden, no estado de Nova Jersey. A análise mostrou que a vegetação urbana pode reduzir os riscos a saúde associados com o efeito das ilhas de calor, pela remoção de poluentes do ar. Os resultados mostraram também, que a implantação de áreas verdes é uma forma eficaz e economicamente viável de reduzir o consumo de energia com equipamentos como o ar condicionado.

Pauleit *et al* (2005) propuseram a modelagem dos impactos ambientais, gerados pelo uso do solo na construção das cidades, utilizando como exemplo 11 áreas residenciais em Merseyside, no Reino Unido. O processo de modelagem consistiu na utilização de fotografias aéreas tomadas em 1975 e posteriormente em 2000 para que os autores pudessem verificar a alteração de três importantes parâmetros ambientais (temperatura da superfície, escoamento da chuva e diversidade de áreas verdes), e relacioná-los com o estatuto sócio-econômico das áreas, medido por índices de carências múltiplas.

As comparações realizadas por Pauleit, Ennos, Golding (2005) revelaram uma perda de áreas verdes em todos os 11 casos analisados. As áreas de baixa densidade populacional apresentaram as maiores perdas, no entanto, o índice de perda foi significativo também nos espaços já densamente urbanizados. Os resultados enfatizaram a necessidade de uma revisão crítica de conceitos como a densificação urbana e a importância das áreas verdes nas cidades.

Com o rápido desenvolvimento dos estudos sobre o clima das cidades pelo mundo, cresceu também o interesse por parte dos pesquisadores brasileiros em entender os fenômenos gerados pelos centros urbanos, que atuam como transformadores do clima local.

Em 1976, Monteiro propõe, fundamentando seus estudos na Teoria Geral dos Sistemas, o Sistema Clima Urbano, que é uma análise baseada na percepção humana do ambiente urbanizado, e cujos resultados visam o planejamento da cidade.

Para a melhor compreensão do clima urbano, Monteiro (1976), propôs uma discussão mais detalhada sobre as questões escalares, afirmando que "*o clima se posiciona no espaço concreto, tridimensional da superfície terrestre através daquilo que lhe constitui o arcabouço – as formas do terreno*" (MONTEIRO, 1976, p.104).

Não é possível entender o clima urbano sem inseri-lo em uma escala maior de análise. "O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere" (MONTEIRO, 1976, p. 96).

O entendimento do local não é suficiente para sua total compreensão, é preciso relacioná-lo com o clima regional, pois é neste que se dá a atuação dos sistemas meteorológicos que influem diretamente nos fenômenos locais.

> O clima local se insere em climas sub-regionais e sazonais, assim como pode ser subdividido até os microclimas. A cidade tanto se integra em níveis superiores como se divide em setores, bairro, ruas, casas, ambientes internos etc. As divisões do ponto de vista sistêmico são inconsequentes, importando predominantemente as relações entre as diferentes partes em que se compõe ou decompõe o sistema para o desenvolvimento das funções organizadoras. (MONTEIRO, 1976, p. 96).

Em 1977, Tarifa estudou as características termo-higrométricas no município de São José dos Campos, onde comparou dados coletados em áreas rurais e urbanas, encontrando grandes variações nas temperaturas, principalmente no período diurno, constatando, assim, a presença da Ilha de Calor sobre o núcleo urbano do município.

Analisando a região metropolitana de São Paulo, Lombardo (1985) também detectou forte presença de Ilha de Calor urbana, principalmente nas primeiras horas do período noturno. Em seu estudo Lombardo (1985) levou em consideração, principalmente, a qualidade ambiental e a influência do crescimento urbano sobre ela.

Em 1990 Monteiro publicou três artigos com o objetivo de auxiliar nas pesquisas do clima urbano, onde afirmou que para se realizar o estudo do clima urbano é necessário que se realizem análises meteorológicas sobre as cidades, considerando-as como “fatos geográficos”, definindo, assim, uma estratégia de abordagem para se conduzir as pesquisas. Afirmou, também, que é preciso conhecer todos os aspectos relativos à cidade, inclusive a cultura da sociedade em que ela está inserida, para um melhor entendimento de suas formas de ocupação e das atividades realizadas em seu interior.

No mesmo ano, Monteiro e Sezerino (1990), complementando os estudos já realizados, introduziram o conceito de campo térmico, tomando por base as análises realizadas na cidade de Florianópolis, onde, com a utilização de miniabrigos munidos de psicrômetros instalados em pontos fixos, característicos de ambientes bem diferenciados, tanto em altitude como em número de edificações, dentro do núcleo urbano detectaram fortes diferenças na temperatura nos vários horários analisados.

Em 1994, baseando seus estudos na cidade de Londrina, localizada no estado do Paraná, Mendonça identificou quinze diferentes “ambientes climáticos”. Realizando coletas nos meses de verão e inverno detectou a presença de fortes Ilhas de Calor urbana, com valores muitas vezes superiores a 10ºC.

Pitton (1997) fez um balanço da forte influência dos centros urbanos no clima, e afirmou que o organismo urbano constitui um dos principais reflexos da atuação do homem sobre o meio natural.

Sua pesquisa se concentrou no campo térmico, pois considerou que é a partir deste que se produzem as características climáticas da cidade, afirmando que nos estudos de clima urbano o enfoque sistêmico é necessário e útil. Retomou a idéia de Monteiro (1976) que abordou o clima urbano como “sistema singular” que compreende o fato natural e o fato social.

Amorim (2000) realizou um trabalho que estudou os efeitos de uma cidade (Presidente Prudente – SP) de porte médio localizada próxima ao Trópico de Capricórnio e a uma distância aproximada de 600km do oceano.

O município de Presidente Prudente tem sua área urbana situada sobre um espigão divisor de águas, com altitudes que variam de 375 metros a pouco

mais de 480 metros. A autora afirmou que para o entendimento do clima urbano do município foi preciso levar em consideração fatores como o tipo de uso e ocupação do solo, apontou também a importância da presença de áreas verdes e arborização nas calçadas para amenizar as temperaturas e contribuir para o balanço de umidade no interior do núcleo urbano.

Realizando uma análise temporal e espacial do município, Amorim (2000) identificou a presença de Ilha de Calor urbana durante todo o dia, apresentando maiores magnitudes ao amanhecer e no pôr-do-sol.

No ano de 2002 Sant'Anna Neto organizou em uma publicação estudos de algumas cidades brasileiras como São Luís no estado do Maranhão, Aracajú em Sergipe, Campo Grande em Mato Grosso do Sul, Petrópolis no Rio de Janeiro, Sorocaba e Penápolis, em São Pulo.

Araújo e Sant'Anna Neto (2002) analisaram o processo de urbanização e as formas de ocupação no município de São Luís, que, mesmo sendo uma cidade localizada bem próximo à zona equatorial, recebendo assim insolação mais direta, também influencia no clima local, devido as formas de ocupação do sítio e as atividades realizadas em seu interior.

Pinto (2002) em estudo sobre o clima local do município de Aracajú, capital do estado de Sergipe, afirmou que a cidade pode ser considerada privilegiada pelas chuvas, se comparada aos demais municípios do território nordestino, pois possui uma variabilidade inferior aos demais, comportamento característico das localidades litorâneas. No entanto, Pinto (2002) afirmou que a elevada média pluviométrica não implica necessariamente em uma boa distribuição cronológica dessa precipitação, e que o município também enfrenta dificuldades com relação as chuvas.

Sobre a cidade de Campo Grande, Anunciação e Sant'Anna Neto (2002), concluíram que a presença de Ilhas de Calor e Ilhas de Frescor independem da estação do ano, sendo presentes tanto no verão como no inverno, períodos estes, analisados no estudo.

Hack (2002) focou seu estudo no clima urbano da cidade de Petrópolis, cidade localizada a 895 metros de altitude, fazendo parte da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

Com seu estudo, Hack (2002), concluiu que por sua altitude elevada, Petrópolis apresenta temperaturas mais amenas na maior parte do ano, e foi através da análise climatológica de 1931 a 1975 que pode verificar que o município não apresenta estação seca, elegendo o ano de 1988 como o mais chuvoso da série.

Em estudo sobre o município de Sorocaba, Tavares (2002), buscou definir padrões climáticos decorrentes dos processos de urbanização, relacionando os aspectos regionais, locais e urbanos em sua análise.

Tavares (2002), baseou seus estudos na diferenciação diária dos elementos climáticos, principalmente a temperatura, analisando os anos de 1987, 1988, 1989 e o primeiro semestre de 1990.

Silva *et al (*2002), estudaram o clima urbano de Penápolis em um episódio de inverno, onde puderam perceber a presença do fenômeno Ilha de Calor principalmente no período noturno, apresentando picos no horário das 21h.

Viana (2006), em estudo sobre o clima urbano de Teodoro Sampaio, definiu sete pontos de coleta de dados que abrangiam bairros com características de uso e ocupação do solo bem distintos.

Durante a pesquisa, Viana (2006) realizou também transectos no período da noite, entre 20h30 e 21h. As leituras dos pontos fixos foram realizadas nos horários das 7h, 9h, 15h e 21h em treze dias do mês de janeiro de 2005 e oito dias do mês de julho do mesmo ano.

Como resultado, Viana (2006) encontrou um padrão. As áreas urbanas densamente construídas, com pavimentação e pouca vegetação apresentaram-se mais aquecidas e com umidade relativa menor que as adjacentes, que contam com menor densidade de construções e ruas sem pavimentação e a área rural, que dentre todas se apresentou mais fresca e úmida.

Mais recentemente Andreoti (2009) realizou a comparação do microclima entre dois imóveis nos municípios de São Paulo e São Roque, que possuem grandes diferenças em função do uso do solo, também relacionadas com a densidade populacional de cada centro. O autor instalou registradores de temperatura e umidade relativa do ar nos dois pontos, e os dados levantados foram submetidos a tratamentos estatísticos a fim de possibilitar a comparação. A partir

desses resultados Andreoti (2009) identificou valores de temperatura maiores e umidade relativa inferior no imóvel localizado em São Paulo.

Os estudos de clima urbano têm grande importância, pois buscam entender uma dinâmica atmosférica diferenciada gerada pelos núcleos urbanos e que afetam diretamente a vida da população das cidades.

Características climáticas e análise sinótica do período de coleta dos dados no município de Parnaíba - PI.

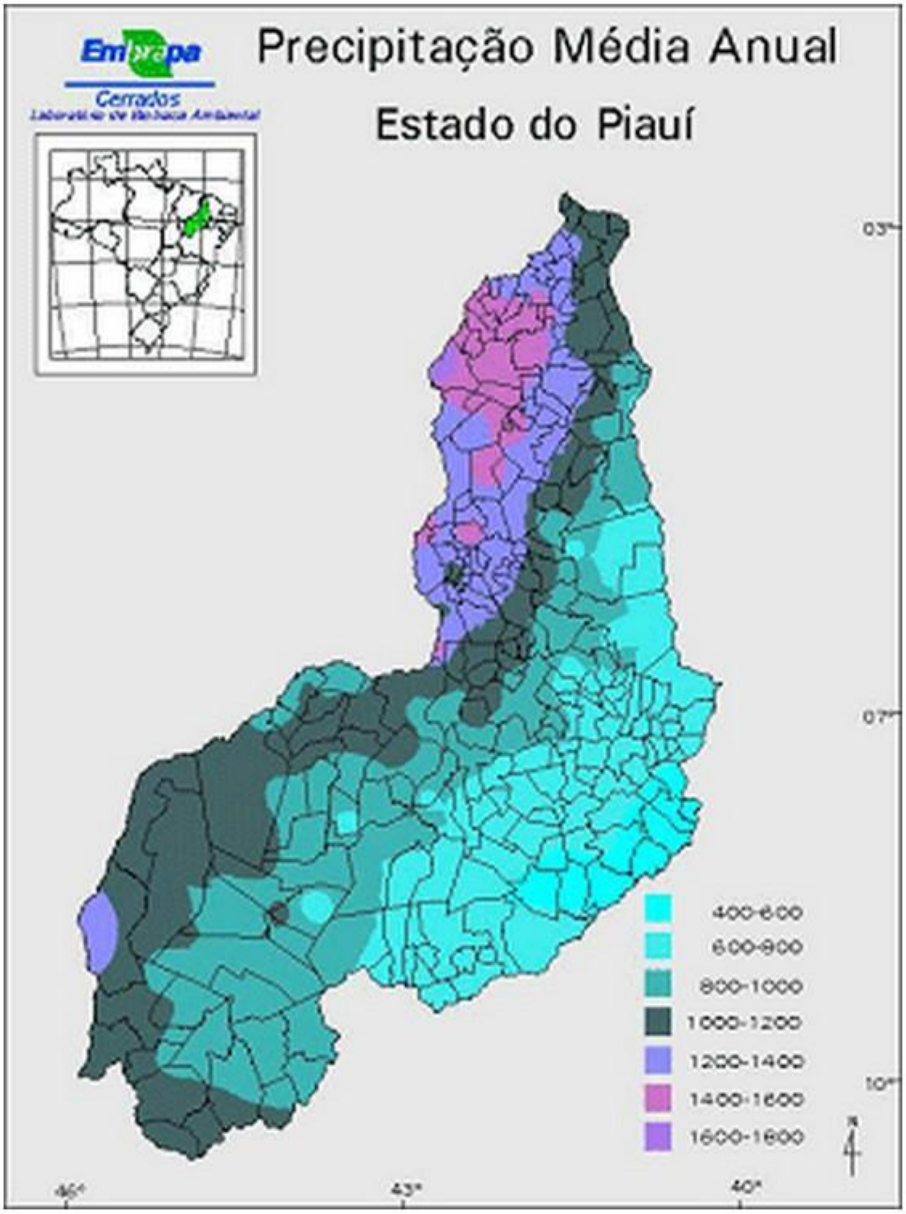
O Estado do Piauí está situado entre a Pré-Amazônia Úmida e o Nordeste Semiárido, constituindo-se em uma zona de transição climática, com características desses dois domínios geoambientais (Andrade *et* al, 2004. pág. 01).

O clima tropical é predominante em grande parte do território estadual e as temperaturas nessas áreas oscilam entre 25° e 27°C ao longo do ano. O norte, região onde se localiza o município de Parnaíba, é mais úmido, e por isso, os índices pluviométricos são mais elevados, atingindo valores de até 1600mm por ano (Mapa 12). O clima semiárido abrange, principalmente, o sudoeste do Estado. Os índices pluviométricos nessas áreas não ultrapassam os 700mm anuais, além disso, as chuvas são distribuídas nessas regiões de maneira irregular, provocando secas prolongadas. As temperaturas nessas áreas variam de 24° a 40°C.

O clima parnaibano caracteriza-se como tropical-equatorial quente, sujeito à constante atuação da Zona de Convergência Intertropícal (ZCIT). Em relação às chuvas, a região apresenta dois períodos bem marcados, o primeiro, que vai de Janeiro a Maio, e se caracteriza por chuvas intensas e temperaturas altas e o segundo, de Junho a Dezembro, onde ocorre a diminuição das precipitações e uma ligeira queda nas temperaturas máximas.

As precipitações médias anuais superam os 1200 mms, sendo que 80% desses totais ocorrem na época chuvosa. De agosto a novembro registram-se os menores índices pluviométricos, demonstrando que o regime mensal das chuvas tem uma distribuição uni modal, com mínimo pluviométrico em agosto e máximo em abril. As temperaturas se caracterizam pela pequena amplitude anual, com valores

médios que variam entre 25º e 27º C, com a temperatura médias máximas ao redor de 32º C, e a médias mínimas em torno de 22º C (Parnaíba, 2009, pág. 44).

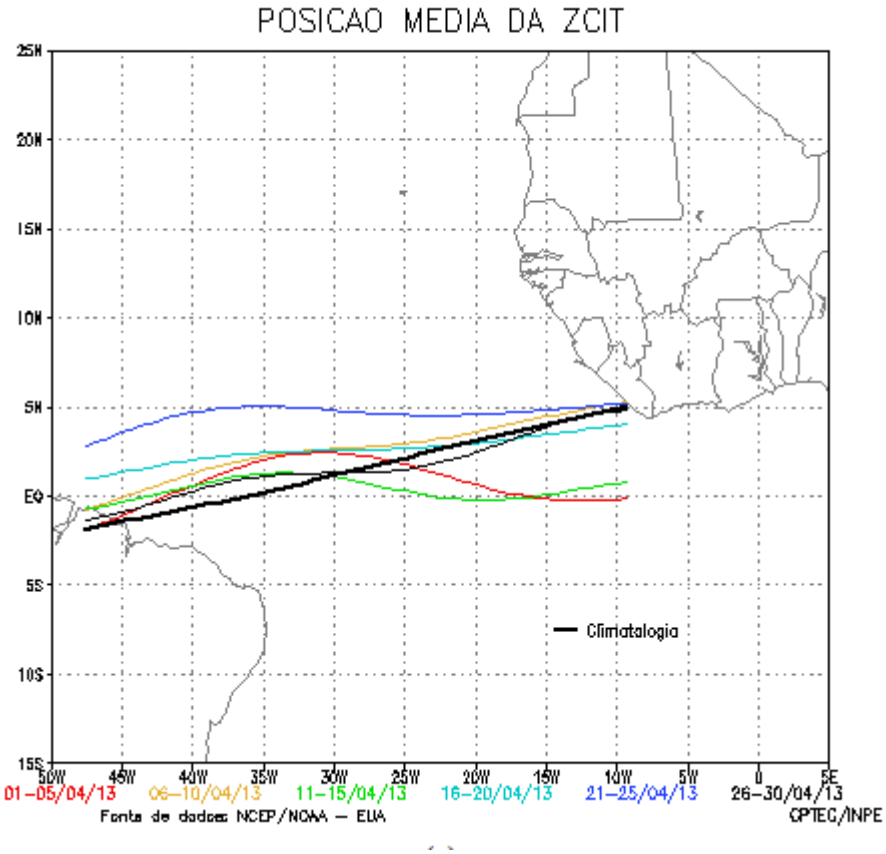


Mapa 12. Precipitação média anual no Estado do Piauí. Fonte: EMBRAPA, 2015. **Disponível em:** http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/

Para coleta dos dados desta pesquisa foram selecionados sete dias do mês de abril de 2013 (representativo da estação de chuvas) e sete dias entre os meses de setembro e outubro (representativos da estação seca), para que as análises

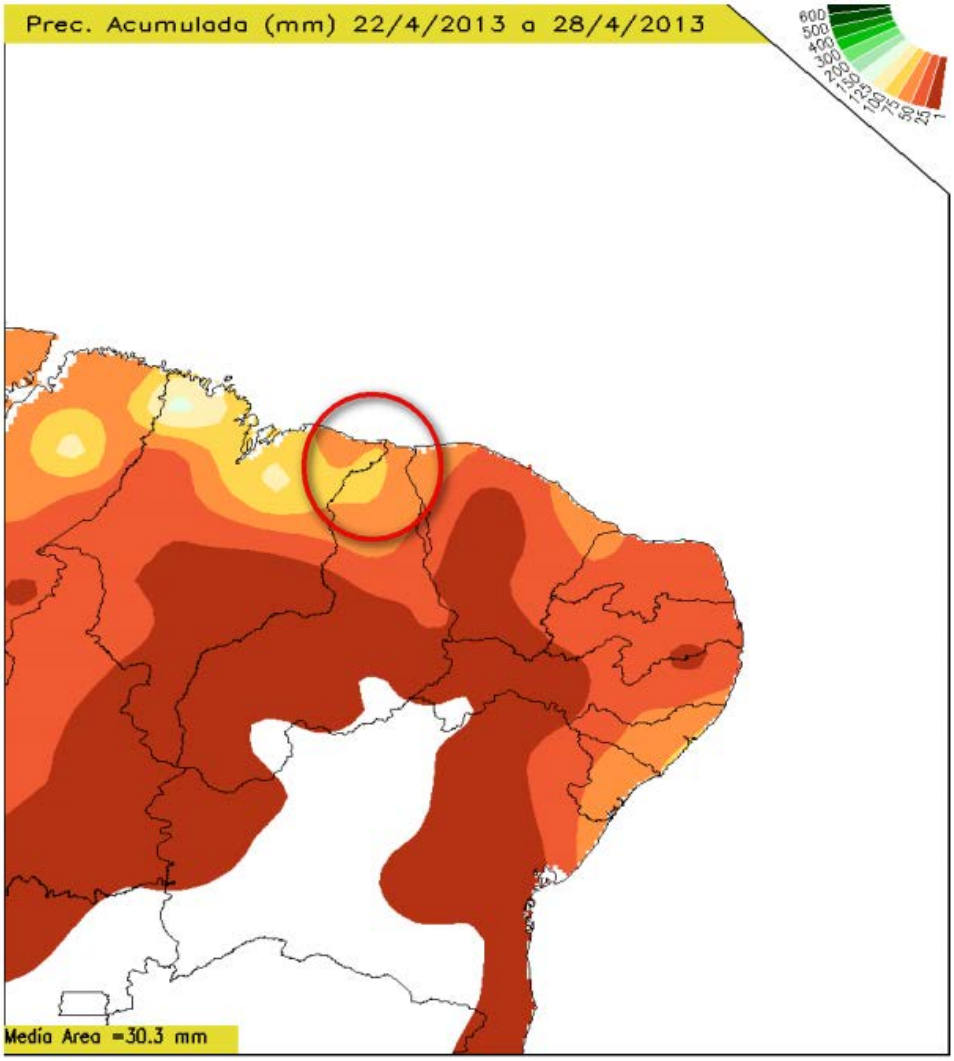
fossem realizadas durante a atuação de sistemas sinóticos distintos, que influenciam na formação do fenômeno ilha de calor urbana.

De acordo com INPE (2015), durante o mês de abril, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuou ao norte de sua posição climatológica, próximo à costa norte da América do Sul (Mapa 13). Na Região Nordeste choveu abaixo da média histórica, em parte devido ao posicionamento anômalo da ZCIT no decorrer do mês de abril. As maiores anomalias negativas ocorreram desde o norte do Maranhão ao litoral do Rio Grande do Norte, passando pela região onde se localiza o município de Parnaíba (PI) e estendendo-se pela faixa leste da Paraíba até Pernambuco. Somente em algumas localidades, os totais mensais excederam os correspondentes valores climatológicos, em particular no extremo sul da Bahia.

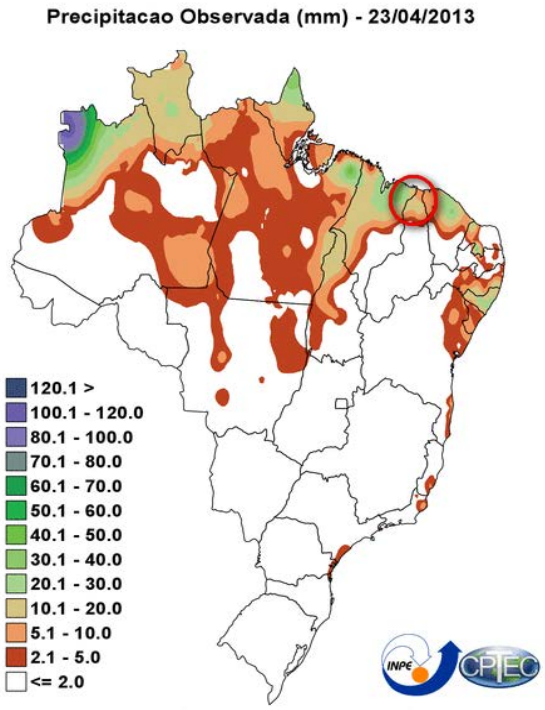


Mapa 13. Posição média da ZCIT no mês de abril de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.

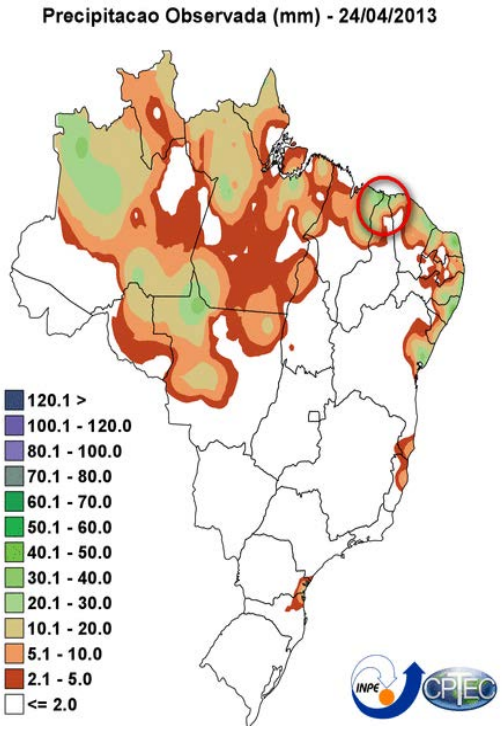
Nos dias de coletas de dados (22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28 de abril) a precipitação acumulada na região onde se localiza o município de Parnaíba ficou ao redor de 60mm (Mapa 14), volume um pouco abaixo do normal para a estação das chuvosa. Na análise das precipitações dia a dia podemos perceber que as chuvas mais intensas ocorreram nos dias 23, 24 e 28 (Mapas 15, 16 e 17).



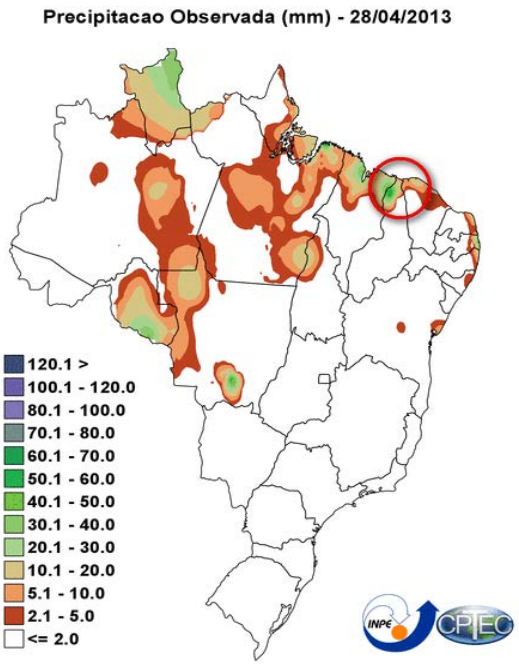
Mapa 14. Precipitação acumulada nos dias de coleta de dados. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.



Mapa 15. Precipitação observada em 23/04/2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.

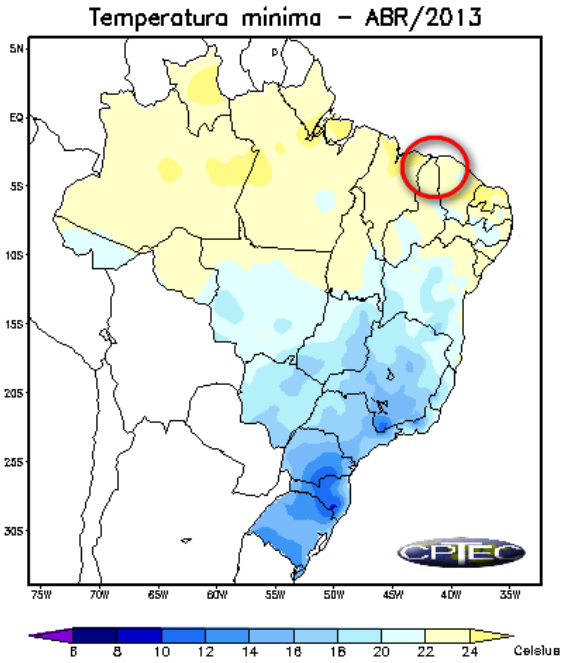


Mapa 16. Precipitação observada em 24/04/2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.

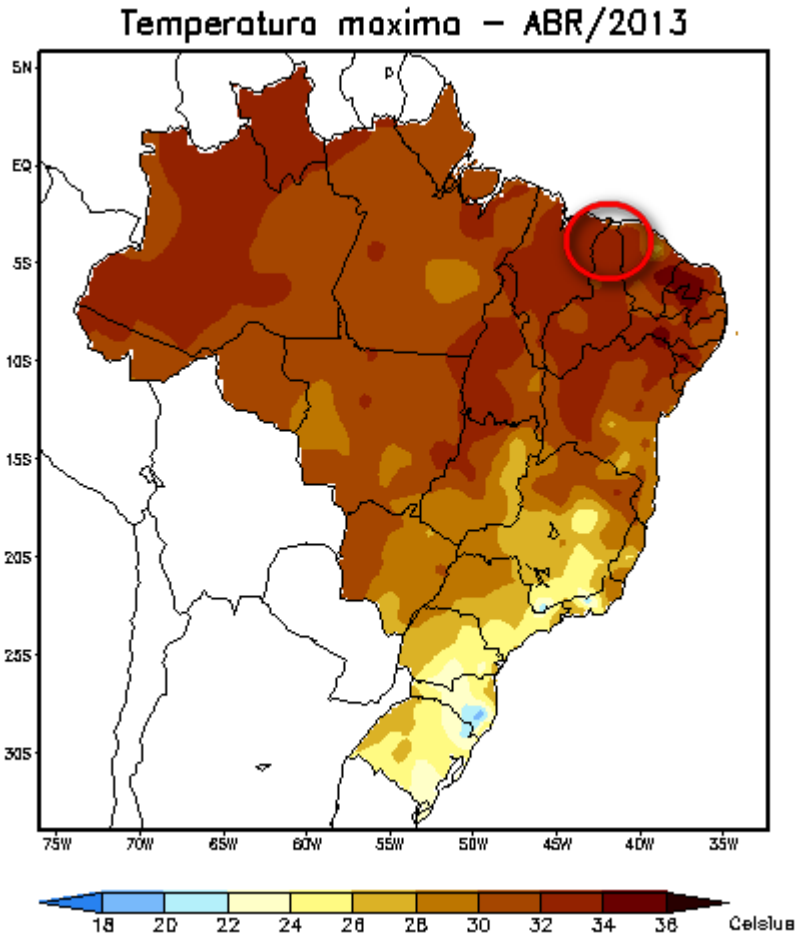


Mapa17. Precipitação observada em 28/04/2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.

O mês de abril de 2013 apresentou temperaturas elevadas, como ocorre normalmente nesse período. As mínimas registradas permaneceram entre 22°C e 24ºC (Mapa 18), enquanto as máximas ultrapassaram os 30ºC (Mapa 19).



Mapa 18. Temperatura mínima do mês de abril de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.

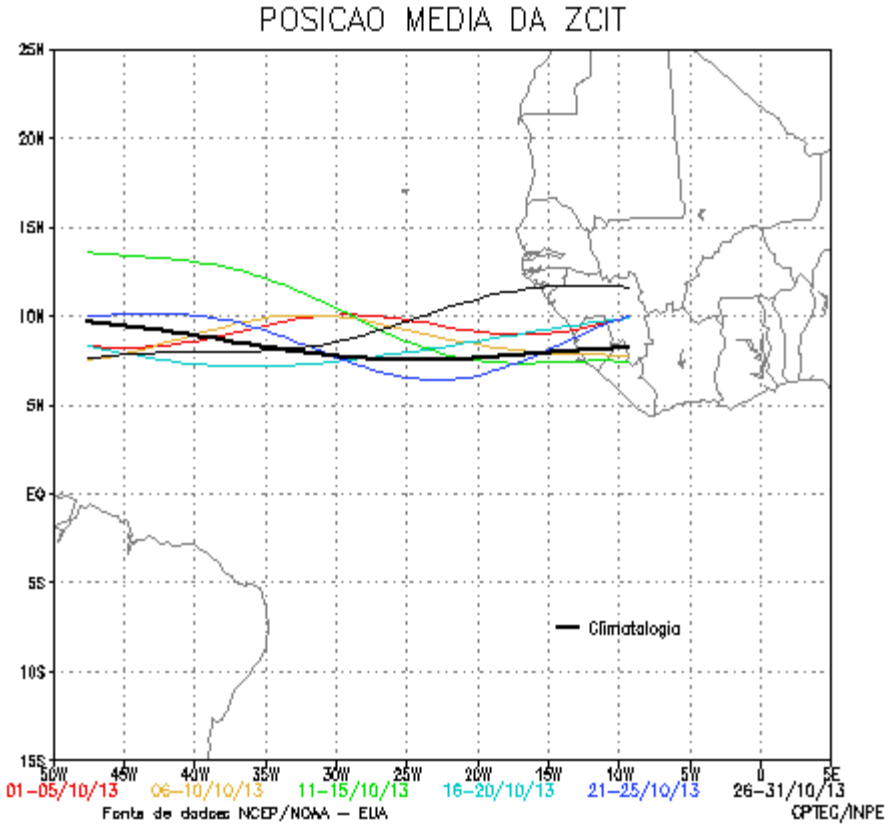


Mapa 19. Temperatura máxima do mês de abril de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.

Segundo o CPTEC/INPE (2015), no mês de setembro os acumulados mensais de precipitação na região onde se localiza Parnaíba apresentaram-se ligeiramente abaixo da climatologia mensal, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) oscilou ao sul de sua posição climatológica próximo à costa noroeste da América do Sul. Neste período a posição climatológica da ZCIT costuma ocorrer em torno de 9°N.

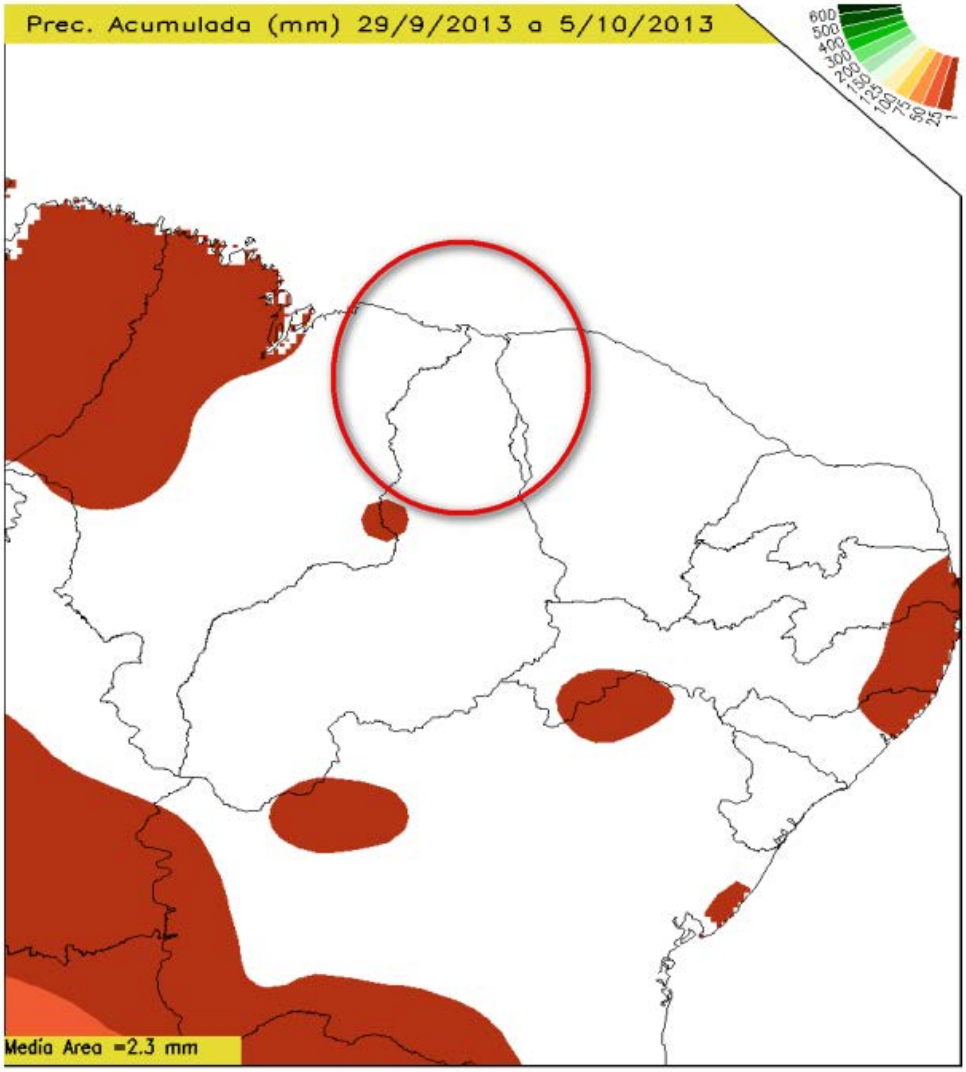
Já o mês de outubro apresentou um aumento da convergência de umidade adjacente à costa leste da Região Nordeste associado à proximidade de um sistema frontal e à intensificação do escoamento anticiclônico sobre o oceano adjacente, porém a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuou entre as latitudes 7°N e

10°N (Mapa 20), o que ocasionou chuvas abaixo da média histórica no norte do Maranhão, no Piauí e nos setores centro-oeste e sul da Bahia.



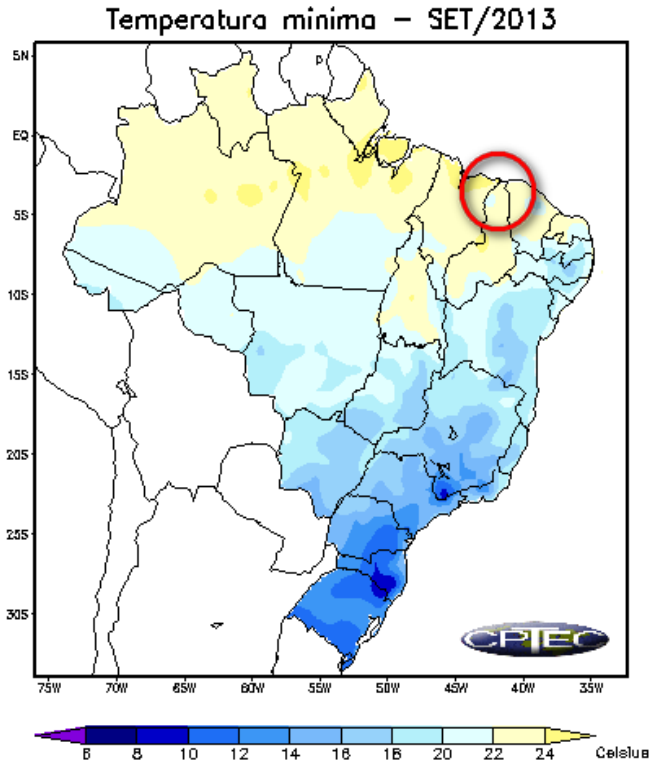
Mapa 20. Posição média da ZCIT no mês de outubro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.

Os dias escolhidos para coleta de dados desta pesquisa (29 e 30 de setembro e 01, 02, 03, 04 e 05 de outubro) foram bastante representativos do período de estiagem, não sendo registrada nenhuma precipitação, como é possível perceber pela análise do mapa 21.

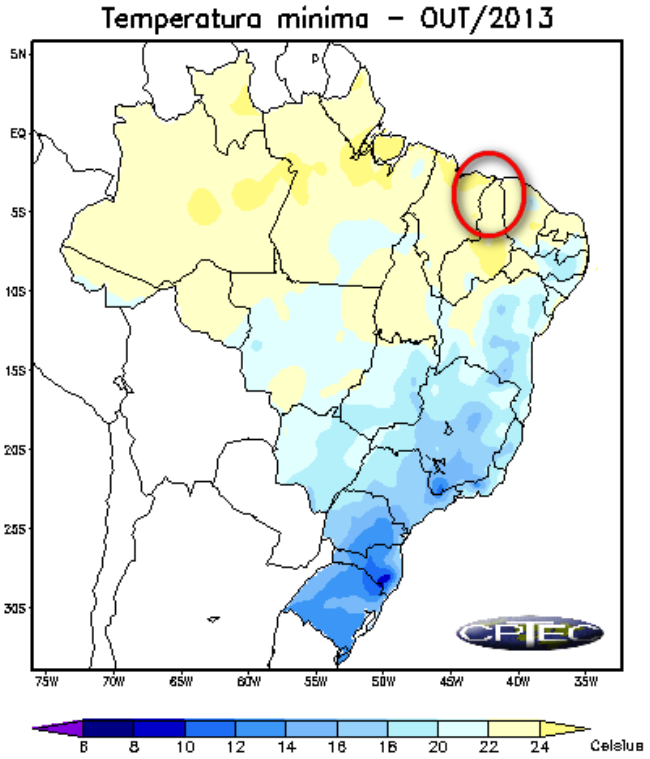


Mapa 21. Precipitação acumulada nos dias de coleta de dados. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.

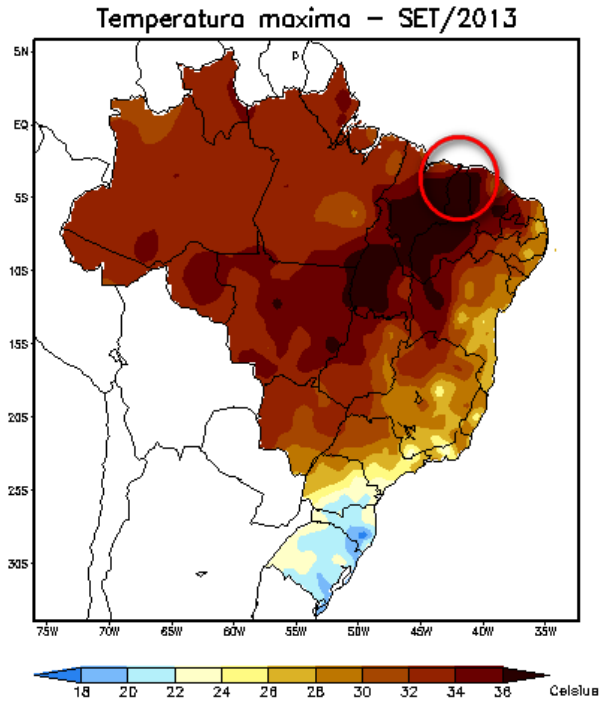
As temperaturas mínimas no mês de setembro e outubro apresentaram-se amenas, oscilando entre 20°C e 24ºC (Mapas 22 e 23), enquanto as máximas ultrapassaram os 32ºC em ambos os meses (Mapas 24 e 25).



Mapa 22. Temperatura mínima do mês de setembro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.



Mapa 23. Temperatura mínima do mês de outubro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015.



Mapa 24. Temperatura máxima do mês de setembro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015

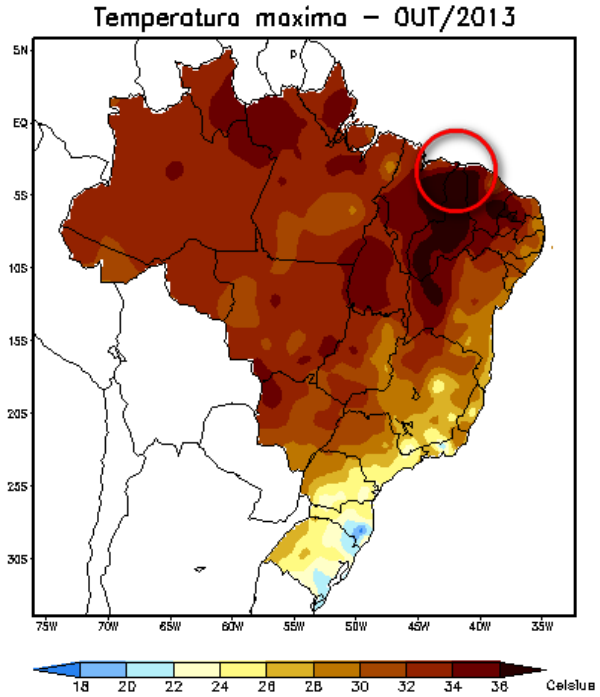


Figura 25. Temperatura máxima do mês de outubro de 2013. Fonte: CPTEC/INPE, 2015

Aspectos sobre o clima de Parnaíba - Análise dos dados meteorológicos coletados em diferentes paisagens presentes nos pontos de coleta dentro do município de Parnaíba, PI, Brasil.

Apesar de ser uma área onde os níveis térmicos se apresentam sempre com temperaturas elevadas, a região onde se situa o município de Parnaíba possui características específicas quanto ao seu clima de acordo com o período anual. Dessa forma, na estação chuvosa as médias dos dados coletados de temperatura e umidade relativa (tabela 06) permaneceram estáveis, registrando uma amplitude térmica de 1,9ºC, onde a maior média térmica foi registrada na região do Planalto e a menor no Dirceu (próximo à área rural). Já a umidade relativa se manteve com média de 79% em três áreas (Centro, Tabuleiro e Dirceu) apresentando uma queda na área do Planalto que registrou 72%.

Tabela 06. Médias de temperatura e umidade relativa por estação nas áreas de coleta no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Ponto de coleta	Médias por Área (Estação Chuvosa)		Médias por Área (Estação Seca)	
Área	T(ºC)	U.R. (%)	T(ºC)	U.R. (%)
Centro	29,8	79	31,4	61,1
Planalto	30,5	72	32,1	55,1
Tabuleiro	29,8	79	31,2	61,6
Dirceu	28,6	79	29,5	58,8

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015

Por outro lado na estação seca os números apresentam uma diferença mais elevada, com uma amplitude térmica de 2,6 ºC, com maior média novamente na região do Planalto e a menor no Dirceu. Consequentemente os registros de umidade relativa também apresentaram uma diferença maior entre as áreas de coleta apresentando os seguintes dados: Centro (61,1%), Dirceu (58,8%), Tabuleiro (61,6%) e Planalto (55,1%).

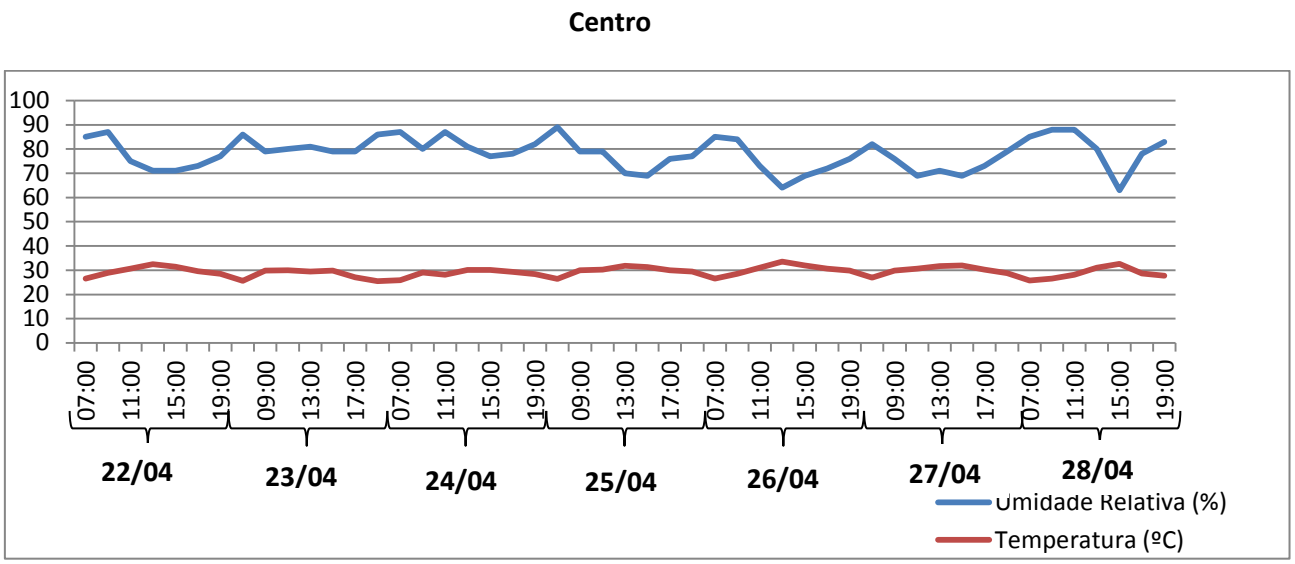
As diferenças aqui registradas entre estações podem ser relacionadas com as fortes taxas de luminosidade e incidência de calor que perdura o ano todo. No entanto na estação seca, sendo esta desprovida de chuvas, os índices térmicos provocam uma grande taxa de evapotranspiração provocando a estiagem em

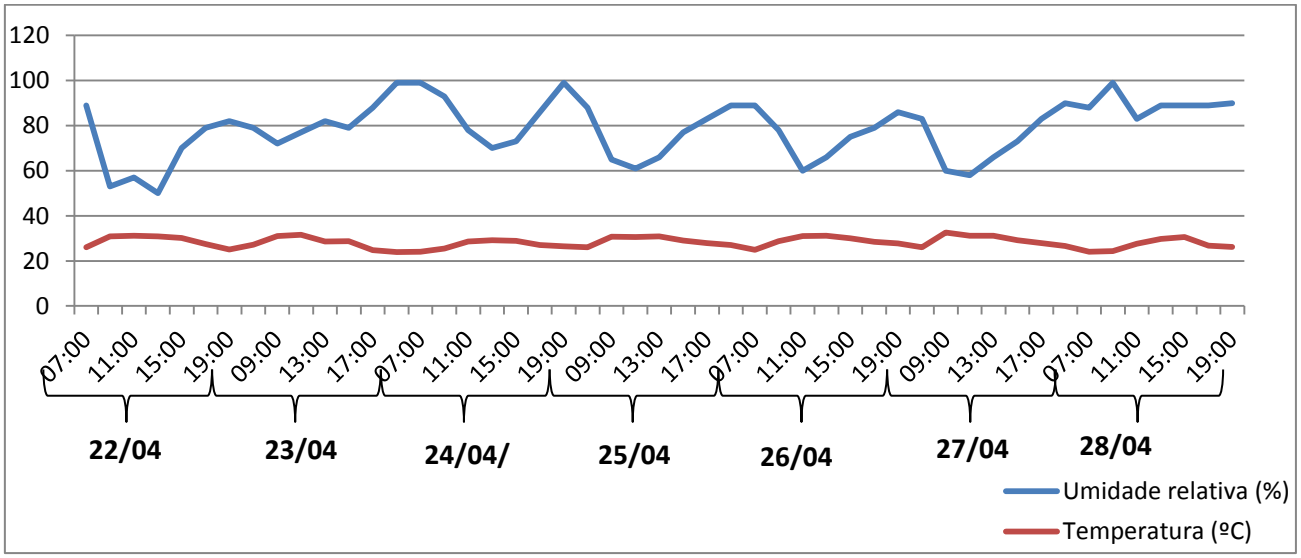
algumas regiões. Torna-se notório relatar que áreas desmatadas e urbanizadas como Centro e Planalto se tonam mais suscetíveis a esse fenômeno, por ausência mesmo que parcial da vegetação.

Isso é reforçado quando analisamos o comportamento da variabilidade de temperatura e umidade relativa (mapa 06 e 07) por horário durante os dias de coleta (gráficos 01, 02, 03 e04). Verificou-se uma anomalia bem evidente presente nos gráficos, quando nestas regiões as linhas de registros de temperatura e umidade relativa se aproximam (período chuvoso) ou entram em contato (período seco) entre os horários de 9:00 (início do aquecimento) até e 11:00 horas da manhã, onde estes níveis permanecem e declinam com o transcorrer do dia.

Numa cidade como Parnaíba de médio porte, não muito explorado ainda por uma malha industrial, com um bom índice de ventilação por sua maritimidade e um ar de boa qualidade, esses dados podem sinalizar para futuros problemas decorrentes do crescimento urbano no município.

Segundo França e Gomes (2014) num estudo realizado em Sorriso/MT, um município localizado no médio norte-matogrossense que teve um considerável crescimento urbano estimulado pelo agronegócio na região, registrou-se uma elevação térmicas de até 2,6 ºC entre a periferia e o centro urbano, mesmo índices registrados nas médias no município de Parnaíba.

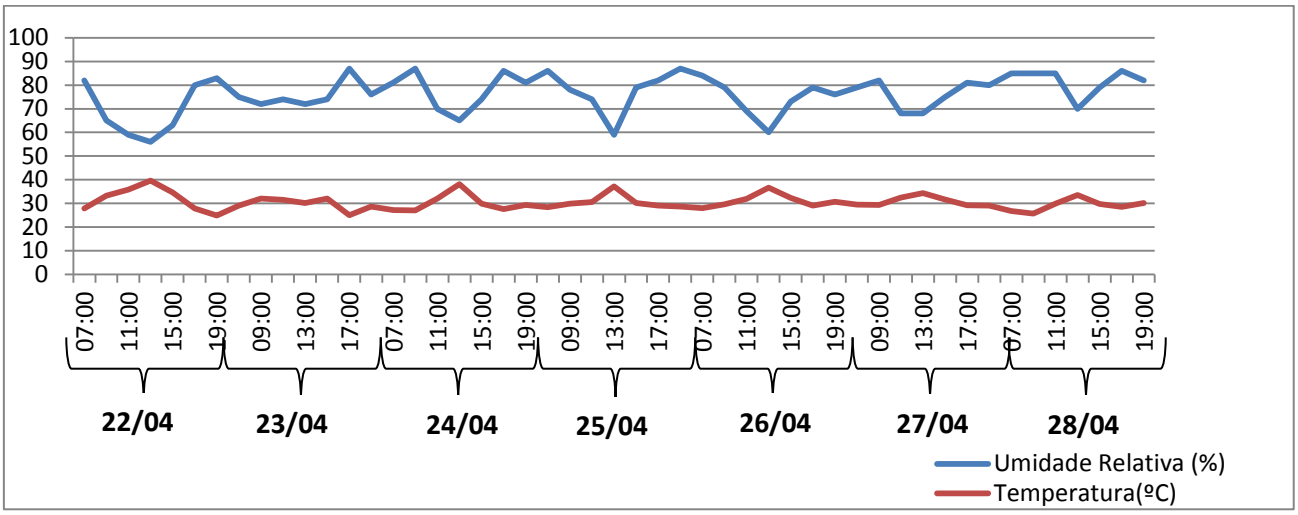




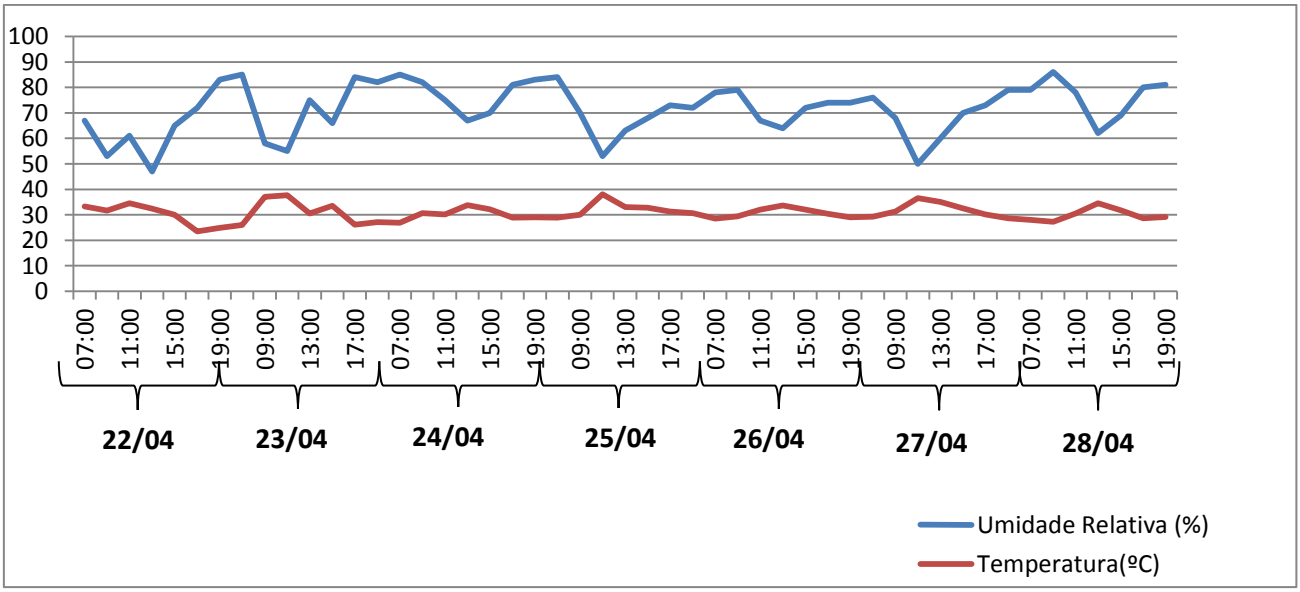
Gráficos 01. Registros de Temperatura T(ºC) e Umidade Relativa U.R. (%), na estação chuvosa coletados nos pontos de estudo (Centro e Dirceu) no município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015.

No período chuvoso a temperatura permaneceu estável no ponto do Dirceu e Centro. As maiores temperaturas ocorreram no Centro, com o registro de 33,9 ºC. No bairro Dirceu, a temperatura máxima registrada foi de 32,5 ºC. Os horários com temperaturas mais elevadas, em ambas as áreas ocorreu entre as 11:00 horas e 13:00 horas, quando a umidade relativa registrava valores abaixo de 65%.

Tabuleiro



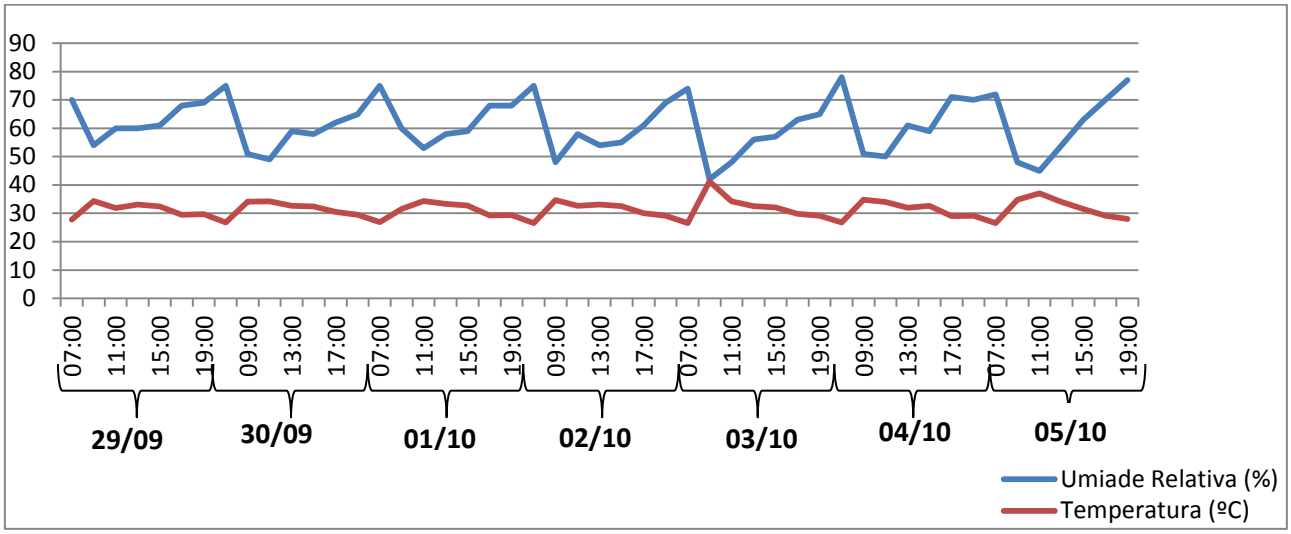
Planalto



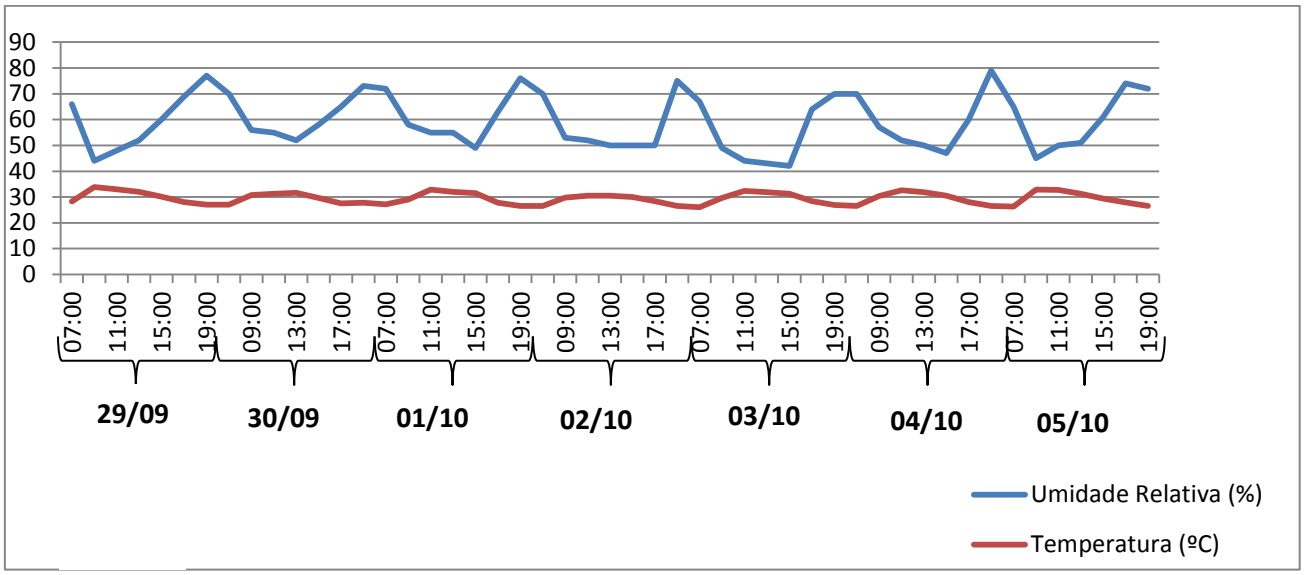
Gráficos 02. Registros de Temperatura T(ºC) e Umidade Relativa U.R. (%), na estação chuvosa coletados nos pontos de estudo (Tabuleiro e Planalto) no município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015.

No bairro do Planalto a temperatura máxima registrada foi de 38,1 º C, no horário de 11:00 horas do dia 25/04/2013. Na área do Tabuleiro, mesmo sendo localizado dentro da faixa urbana municipal, observou-se uma regularidade no comportamento climático, no entanto também se registrou temperaturas elevadas o que é característico da região.

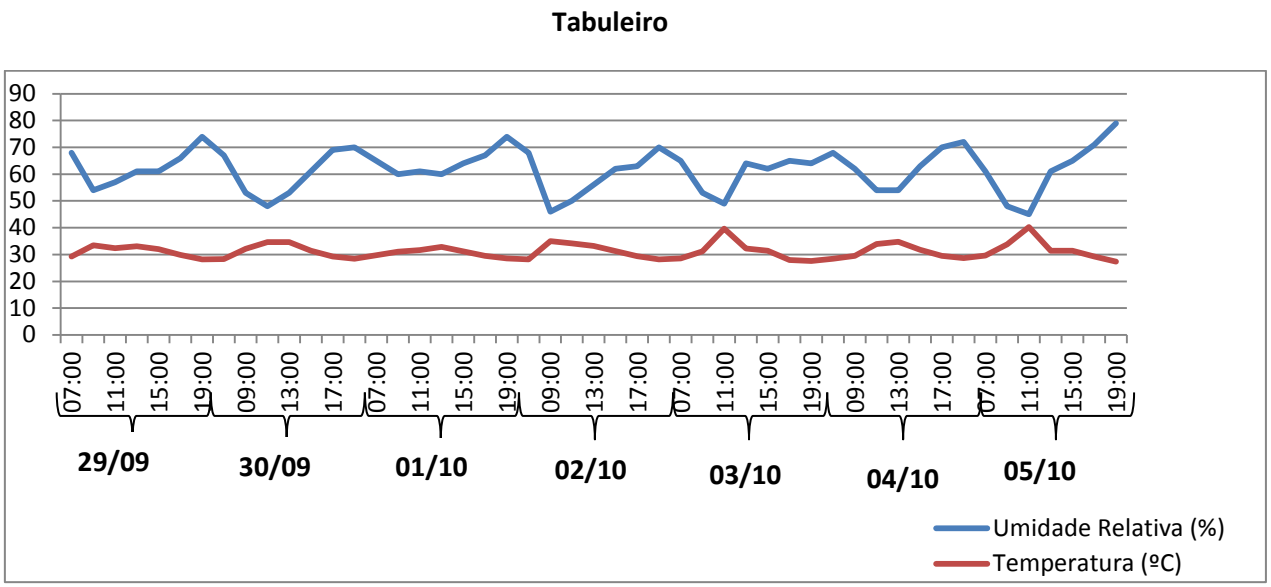
Centro

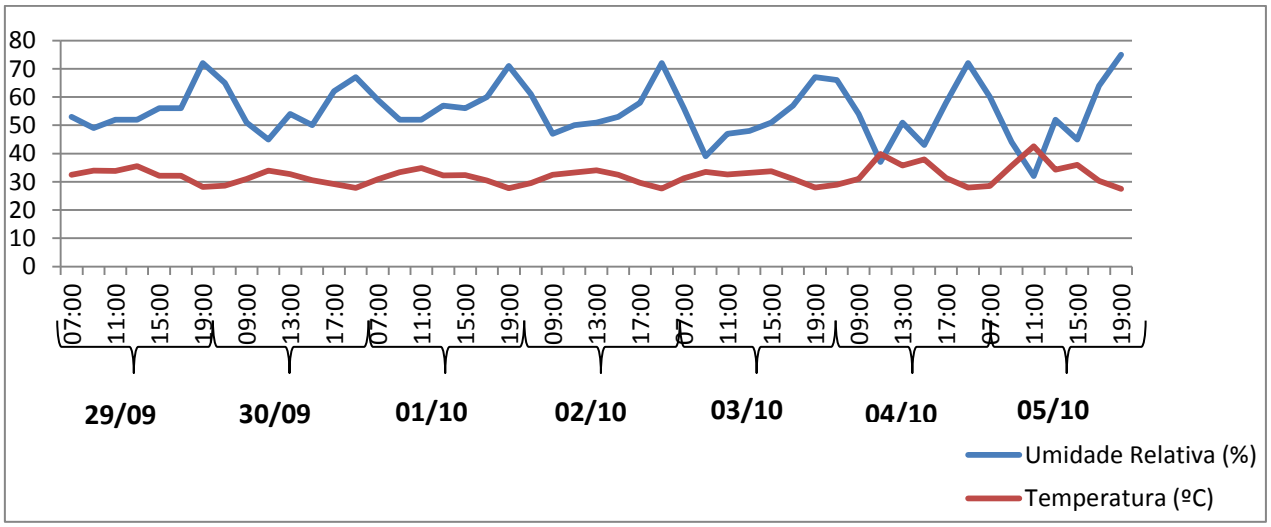


Dirceu



Gráficos 03. Registros de Temperatura T(ºC) e Umidade Relativa U.R. (%), na estação seca coletados nos pontos de estudo (centro e área rural) no município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015.





Gráficos 04. Registros de Temperatura T(ºC) e Umidade Relativa U.R. (%), na estação seca coletados nos pontos de estudo (Tabuleiro e Planalto) no município de Parnaíba, PI, Brasil. Elaboração: benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015.

No período seco, registrou-se a maior diferença de temperatura entre as áreas de coletas, sendo que as máximas ocorreram no Centro (41,2 ºC), no Planalto (42,6 ºC), no Tabuleiro (40,2 ºC). A região do Dirceu apresentou a temperatura de 33,9 ºC.

Segundo Monteiro (2013) pág. 43:

> O clima urbano é uma das dimensões do ambiente urbano e proporcionam importantes contribuições para o equacionamento de questões ambientais presentes nessas cidades. As condições climáticas dessas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas das alterações da paisagem natural e sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas (MONTEIRO, 2013, pág. 43).

Baseado nesta declaração de Monteiro (2013) em seu livro Clima Urbano observa-se nos pontos escolhidos para coleta no município de Parnaíba a veracidade da afirmação. Sendo como uma cidade de médio porte, Parnaíba possui diferenças climáticas que se correlacionam com as atividades desenvolvidas na região.

Os dados climatológicos levantados na cidade (tabela 07 a 14) mostram a configuração climática em cada ponto de coleta e segundo esses dados o que se percebe é a prevalência, mesmo que de forma tímida, de pequenas variações microclimáticas que apontam de acordo com o crescimento urbanístico para futuras formações de ilhas de calor ou de frescor.

Lombardo (1985. pág. 77) trata claramente sobre as formações de ilhas de calor, quando analisa o caso da metrópole paulista, declarando que:

> As ilhas de calor se configuram como fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações Antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geoecológicos (LOMBARDO, 1985, pág. 77).

Ela ainda afirma que a variação das atividades humanas nos espaços internos diferenciados, como parques, ruas, casas, indústrias e a configuração física da cidade contribuem para as variações climáticas, notando-se alterações mais significativas de temperatura, umidade relativa e vento.

Tabela 07. Dados Meteorológicos coletados na estação chuvosa entre os dias 22/04/2013 até 28/04/2013, na localidade **Centro**, no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Data	Hora	Umidade Relativa (%)	Temperatura (ºC)	Nebulosidade
22/abr	**07:00**	**85**	**26,5**	**1/10**
22/abr	**09:00**	**87**	**28,9**	**6/10**
22/abr	**11:00**	**75**	**30,7**	**4/10**
22/abr	**13:00**	**71**	**32,5**	**3/10**
22/abr	**15:00**	**71**	**31,5**	**8/10**
22/abr	**17:00**	**73**	**29,6**	**10/10**
22/abr	**19:00**	**77**	**28,5**	**10/10**
23/abr	**07:00**	**86**	**25,6**	**9/10**
23/abr	**09:00**	**79**	**29,8**	**5/10**
23/abr	**11:00**	**80**	**30**	**5/10**
23/abr	**13:00**	**81**	**29,5**	**10/10**
23/abr	15:00	79	29,9	8/10
23/abr	17:00	79	27,1	10/10
23/abr	19:00	86	25,5	6/10
24/abr	07:00	87	25,9	10/10
24/abr	09:00	80	29,1	8/10
24/abr	11:00	87	28,1	9/10
24/abr	13:00	81	30,1	7/10
24/abr	15:00	77	30,1	10/10
24/abr	17:00	78	29,3	10/10
24/abr	19:00	82	28,4	2/10
25/abr	07:00	89	26,4	1/10
25/abr	09:00	79	30	1/10
25/abr	11:00	79	30,3	8/10
25/abr	13:00	70	31,8	2/10
25/abr	15:00	69	31,3	6/10
25/abr	17:00	76	30	6/10
25/abr	19:00	77	29,4	3/10
26/abr	07:00	85	26,6	4/10
26/abr	09:00	84	28,6	6/10
26/abr	11:00	73	31,1	6/10
26/abr	13:00	64	33,5	3/10
26/abr	15:00	69	32	3/10
26/abr	17:00	72	30,7	9/10
26/abr	19:00	76	29,8	5/10
27/abr	07:00	82	26,9	1/10
27/abr	09:00	76	29,8	1/10
27/abr	11:00	69	30,6	4/10
27/abr	13:00	71	31,7	3/10

27/abr	15:00	69	32	7/10
27/abr	17:00	73	30,2	9/10
27/abr	19:00	79	28,8	7/10
28/abr	07:00	85	25,7	10/10
28/abr	09:00	88	26,5	10/10
28/abr	11:00	88	28,1	10/10
28/abr	13:00	80	31	9/10
28/abr	15:00	63	32,6	8/10
28/abr	17:00	78	28,7	10/10
28/abr	19:00	83	27,8	7/10

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015

Tabela 08. Dados Meteorológicos coletados na estação chuvosa entre os dias 22/04/2013 até 28/04/2013, na localidade **Planalto**, no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Data	Hora	Umidade Relativa (%)	Temperatura(ºC)	Nebulosidade
22/04/13	07:00	67	33,3	2/10
	09:00	53	31,7	1/10
	11:00	61	34,5	4/10
	13:00	47	32,4	8/10
	15:00	65	30	8/10
	17:00	72	23,5	10/10
	19:00	83	24,9	10/10
23/04/13	07:00	85	26	8/10
	09:00	58	37	8/10
	11:00	55	37,7	7/10
	13:00	75	30,5	10/10
	15:00	66	33,5	8/10
	17:00	84	26,1	9/10
	19:00	82	27,1	3/10
24/04/13	07:00	85	26,9	10/10
	09:00	82	30,7	3/10
	11:00	75	30,1	8/10
	13:00	67	33,8	4/10
	15:00	70	32,1	5/10
	17:00	81	28,9	9/10
	19:00	83	29	9/10
25/04/13	07:00	84	28,9	2/10
	09:00	70	30	1/10
	11:00	53	38,1	3/10
	13:00	63	33	4/10
	15:00	68	32,8	5/10
	17:00	73	31,3	8/10

	19:00	72	30,7	10/10
26/abr	07:00	78	28,5	9/10
	09:00	79	29,4	10/10
	11:00	67	32	10/10
	13:00	64	33,7	6/10
	15:00	72	32	9/10
	17:00	74	30,4	5/10
	19:00	74	29	1/10
27/04/13	07:00	76	29,3	2/10
	09:00	68	31,3	4/10
	11:00	50	36,6	9/10
	13:00	60	35	5/10
	15:00	70	32,5	9/10
	17:00	73	30,2	10/10
	19:00	79	28,6	7/10
28/04/13	07:00	79	28	10/10
	09:00	86	27,2	10/10
	11:00	78	30,5	8/10
	13:00	62	34,6	10/10
	15:00	69	31,8	9/10
	17:00	80	28,7	10/10
	19:00	81	29,2	4/10

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015

Tabela 09. Dados Meteorológicos coletados na estação chuvosa entre os dias 22/04/2013 até 28/04/2013, na localidade **Tabuleiro**, no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Data	Hora	Umidade Relativa (%)	Temperatura(ºC)	Nebulosidade
22/abr	07:00	82	27,8	1/10
22/abr	09:00	65	33,3	8/10
22/abr	11:00	59	35,8	8/10
22/abr	13:00	56	39,6	7/10
22/abr	15:00	63	34,6	10/10
22/abr	17:00	80	27,9	10/10
22/abr	19:00	83	24,9	10/10
23/abr	07:00	75	29	8/10
23/abr	09:00	72	32	7/10
23/abr	11:00	74	31,5	7/10
23/abr	13:00	72	30,1	6/10
23/abr	15:00	74	32	10/10
23/abr	17:00	87	25	7/10
23/abr	19:00	76	28,6	8/10
24/abr	07:00	81	27,1	10/10

24/abr	09:00	87	27	9/10
24/abr	11:00	70	32	7/10
24/abr	13:00	65	38,1	6/10
24/abr	15:00	74	29,9	9/10
24/abr	17:00	86	27,5	7/10
24/abr	19:00	81	29,3	7/10
25/abr	07:00	86	28,4	4/10
25/abr	09:00	78	29,9	5/10
25/abr	11:00	74	30,6	7/10
25/abr	13:00	59	37,2	4/10
25/abr	15:00	79	30,1	9/10
25/abr	17:00	82	29,1	9/10
25/abr	19:00	87	28,7	10/10
26/abr	07:00	84	28	7/10
26/abr	09:00	79	29,6	8/10
26/abr	11:00	69	31,9	8/10
26/abr	13:00	60	36,6	6/10
26/abr	15:00	73	32,3	6/10
26/abr	17:00	79	29,1	8/10
26/abr	19:00	76	30,7	7/10
27/abr	07:00	79	29,5	3/10
27/abr	09:00	82	29,3	8/10
27/abr	11:00	68	32,4	8/10
27/abr	13:00	68	34,3	6/10
27/abr	15:00	75	31,6	9/10
27/abr	17:00	81	29,2	9/10
27/abr	19:00	80	29	9/10
28/abr	07:00	85	26,8	10/10
28/abr	09:00	85	25,6	10/10
28/abr	11:00	85	29,8	9/10
28/abr	13:00	70	33,5	9/10
28/abr	15:00	79	29,7	7/10
28/abr	17:00	86	28,5	8/10
28/abr	19:00	82	30,2	9/10

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015

Tabela 10. Dados Meteorológicos coletados na estação chuvosa entre os dias 22/04/2013 até 28/04/2013, na localidade Dirceu Arco-verde, no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Data	Hora	Umidade relativa (%)	Temperatura (ºC)	Nebulosidade
22/abr	07:00	89	26,1	1/10
22/abr	09:00	53	30,8	4/10
22/abr	11:00	57	31,2	9/10

22/abr	13:00	50	30,9	4/10
22/abr	15:00	70	30,2	9/10
22/abr	17:00	79	27,5	10/10
22/abr	19:00	82	25,1	10/10
23/abr	07:00	79	27,2	5/10
23/abr	09:00	72	31	4/10
23/abr	11:00	77	31,6	9/10
23/abr	13:00	82	28,6	10/10
23/abr	15:00	79	28,8	9/10
23/abr	17:00	88	24,7	10/10
23/abr	19:00	99	23,9	8/10
24/abr	07:00	99	24,1	10/10
24/abr	09:00	93	25,4	10/10
24/abr	11:00	78	28,6	7/10
24/abr	13:00	70	29,2	8/10
24/abr	15:00	73	28,9	10/10
24/abr	17:00	86	27,1	10/10
24/abr	19:00	99	26,5	10/10
25/abr	07:00	88	26	1/10
25/abr	09:00	65	30,7	4/10
25/abr	11:00	61	30,6	8/10
25/abr	13:00	66	30,9	3/10
25/abr	15:00	77	29	8/10
25/abr	17:00	83	27,9	9/10
25/abr	19:00	89	27	10/10
26/abr	07:00	89	24,9	5/10
26/abr	09:00	78	28,7	8/10
26/abr	11:00	60	31	8/10
26/abr	13:00	66	31,2	2/10
26/abr	15:00	75	30	3/10
26/abr	17:00	79	28,5	3/10
26/abr	19:00	86	27,8	3/10
27/abr	07:00	83	26,1	0
27/abr	09:00	60	32,5	1/10
27/abr	11:00	58	31,1	7/10
27/abr	13:00	66	31,2	3/10
27/abr	15:00	73	29,2	3/10
27/abr	17:00	83	27,9	10/10
27/abr	19:00	90	26,6	2/10
28/abr	07:00	88	24,1	10/10
28/abr	09:00	99	24,4	10/10
28/abr	11:00	83	27,6	10/10

28/abr	13:00	89	29,7	9/10
28/abr	15:00	89	30,6	9/10
28/abr	17:00	89	26,8	8/10
28/abr	19:00	90	26,2	10/10

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015

Tabela 11. Dados Meteorológicos coletados na estação seca entre os dias 29/09/2013 até 05/10/2013, na localidade **Centro**, no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Data	Hora	Umidade Relativa (%)	Temperatura (ºC)	Nebulosidade
29/set	07:00	70	27,8	1/10
29/set	09:00	54	34,3	4/10
29/set	11:00	60	31,9	6/10
29/set	13:00	60	33,1	1/10
29/set	15:00	61	32,4	2/10
29/set	17:00	68	29,5	1/10
29/set	19:00	69	29,7	3/10
30/set	07:00	75	26,8	1/10
30/set	09:00	51	34,1	2/10
30/set	11:00	49	34,2	2/10
30/set	13:00	59	32,7	1/10
30/set	15:00	58	32,4	1/10
30/set	17:00	62	30,5	1/10
30/set	19:00	65	29,5	3/10
01/out	07:00	75	26,9	1/10
01/out	09:00	60	31,5	7/10
01/out	11:00	53	34,3	1/10
01/out	13:00	58	33,3	1/10
01/out	15:00	59	32,8	1/10
01/out	17:00	68	29,3	4/10
01/out	19:00	68	29,4	1/10
02/out	07:00	75	26,5	1/10
02/out	09:00	48	34,7	1/10
02/out	11:00	58	32,6	2/10
02/out	13:00	54	33,1	1/10
02/out	15:00	55	32,5	1/10
02/out	17:00	61	30,1	1/10
02/out	19:00	69	29,1	1/10
03/out	07:00	74	26,6	1/10
03/out	09:00	42	41,2	1/10
03/out	11:00	48	34,2	1/10

03/out	13:00	56	32,5	1/10
03/out	15:00	57	32,1	1/10
03/out	17:00	63	29,8	1/10
03/out	19:00	65	29,2	1/10
04/out	07:00	78	26,8	1/10
04/out	09:00	51	34,8	1/10
04/out	11:00	50	34	1/10
04/out	13:00	61	32	1/10
04/out	15:00	59	32,7	1/10
04/out	17:00	71	29	1/10
04/out	19:00	70	29,2	1/10
05/out	07:00	72	26,5	1/10
05/out	09:00	48	34,8	1/10
05/out	11:00	45	37,1	1/10
05/out	13:00	54	34	1/10
05/out	15:00	63	31,5	1/10
05/out	17:00	70	29,1	1/10
05/out	19:00	77	28	1/10

Tabela 12. Dados Meteorológicos coletados na estação seca entre os dias 29/09/2013 até 05/10/2013, na localidade **Planalto**, no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Data	Hora	Umidade Relativa (%)	Temperatura (ºC)	Nebulosidade
29/set	07:00	53	32,5	1/10
29/set	09:00	49	34	1/10
29/set	11:00	52	33,8	0
29/set	13:00	52	35,5	1/10
29/set	15:00	56	32,1	0
29/set	17:00	56	32,1	2/10
29/set	19:00	72	28,2	2/10
30/set	07:00	65	28,6	1/10
30/set	09:00	51	31	1/10
30/set	11:00	45	34	0
30/set	13:00	54	32,7	0
30/set	15:00	50	30,5	0
30/set	17:00	62	29,2	0
30/set	19:00	67	27,8	0
01/out	07:00	59	30,9	2/10
01/out	09:00	52	33,4	6/10
01/out	11:00	52	34,9	0
01/out	13:00	57	32,3	0
01/out	15:00	56	32,4	0

01/out	17:00	60	30,4	0
01/out	19:00	71	27,7	2/10
02/out	07:00	61	29,5	0
02/out	09:00	47	32,5	0
02/out	11:00	50	33,3	0
02/out	13:00	51	34,1	0
02/out	15:00	53	32,5	0
02/out	17:00	58	29,6	0
02/out	19:00	72	27,6	0
03/out	07:00	56	31,2	0
03/out	09:00	39	33,5	0
03/out	11:00	47	32,6	0
03/out	13:00	48	33,2	0
03/out	15:00	51	33,7	0
03/out	17:00	57	31	0
03/out	19:00	67	27,9	0
04/out	07:00	66	29	2/10
04/out	09:00	54	31	0
04/out	11:00	37	39,9	0
04/out	13:00	51	35,8	0
04/out	15:00	43	37,9	0
04/out	17:00	58	31,4	0
04/out	19:00	72	27,9	0
05/out	07:00	60	28,5	0
05/out	09:00	44	35,6	0
05/out	11:00	32	42,6	0
05/out	13:00	52	34,3	0
05/out	15:00	45	36	0
05/out	17:00	64	30,3	0
05/out	19:00	75	27,5	1/10

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015

Tabela 13. Dados Meteorológicos coletados na estação seca entre os dias 29/09/2013 até 05/10/2013, na localidade **Tabuleiro**, no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Data	Hora	Umidade Relativa (%)	Temperatura (ºC)	Nebulosidade
29/set	07:00	68	29,3	2/10
29/set	09:00	54	33,4	3/10
29/set	11:00	57	32,4	1/10
29/set	13:00	61	33,1	1/10
29/set	15:00	61	32	1/10
29/set	17:00	66	29,8	1/10
29/set	19:00	74	28,2	9/10

30/set	07:00	67	28,3	3/10
30/set	09:00	53	32,1	5/10
30/set	11:00	48	34,6	1/10
30/set	13:00	53	34,6	1/10
30/set	15:00	61	31,4	1/10
30/set	17:00	69	29,3	4/10
30/set	19:00	70	28,4	1/10
01/out	07:00	65	29,7	2/10
01/out	09:00	60	31	8/10
01/out	11:00	61	31,7	1/10
01/out	13:00	60	32,8	0
01/out	15:00	64	31,2	0
01/out	17:00	67	29,5	3/10
01/out	19:00	74	28,5	9/10
02/out	07:00	68	28,2	2/10
02/out	09:00	46	35	1/10
02/out	11:00	50	34,2	2/10
02/out	13:00	56	33,2	1/10
02/out	15:00	62	31,3	0
02/out	17:00	63	29,4	1/10
02/out	19:00	70	28,2	9/10
03/out	07:00	65	28,6	1/10
03/out	09:00	53	31,2	1/10
03/out	11:00	49	39,7	1/10
03/out	13:00	64	32,2	1/10
03/out	15:00	62	31,4	1/10
03/out	17:00	65	28	2/10
03/out	19:00	64	27,6	4/10
04/out	07:00	68	28,4	4/10
04/out	09:00	62	29,5	1/10
04/out	11:00	54	33,9	1/10
04/out	13:00	54	34,8	1/10
04/out	15:00	63	31,8	1/10
04/out	17:00	70	29,5	1/10
04/out	19:00	72	28,7	4/10
05/out	07:00	61	29,6	2/10
05/out	09:00	48	33,8	2/10
05/out	11:00	45	40,2	3/10
05/out	13:00	61	31,4	1/10
05/out	15:00	65	31,4	3/10
05/out	17:00	71	29,3	5/10
05/out	19:00	79	27,4	4/10

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015

Tabela 14. Dados Meteorológicos coletados na estação seca entre os dias 29/09/2013 até 05/10/2013, na localidade Dirceu Arco-Verde, no município de Parnaíba, PI, Brasil.

Data	Hora	Umidade Relativa (%)	Temperatura (ºC)	Nebulosidade
29/set	07:00	66	28,3	0
29/set	09:00	44	33,9	3/10
29/set	11:00	48	33	8/10
29/set	13:00	52	32	2/10
29/set	15:00	60	30,1	0
29/set	17:00	69	28	2/10
29/set	19:00	77	27,1	2/10
30/set	07:00	70	27	3/10
30/set	09:00	56	30,8	2/10
30/set	11:00	55	31,2	1/10
30/set	13:00	52	31,6	0
30/set	15:00	58	29,6	0
30/set	17:00	65	27,6	0
30/set	19:00	73	27,8	3/10
01/out	07:00	72	27,2	1/10
01/out	09:00	58	29	8/10
01/out	11:00	55	32,9	4/10
01/out	13:00	55	32	1/10
01/out	15:00	49	31,5	0
01/out	17:00	63	27,8	1
01/out	19:00	76	26,6	3/10
02/out	07:00	70	26,5	0
02/out	09:00	53	29,8	0
02/out	11:00	52	30,5	0
02/out	13:00	50	30,5	0
02/out	15:00	50	30	1/10
02/out	17:00	50	28,4	0
02/out	19:00	75	26,6	0
03/out	07:00	67	26,1	0
03/out	09:00	49	29,7	0
03/out	11:00	44	32,4	0
03/out	13:00	43	31,9	0
03/out	15:00	42	31,3	0
03/out	17:00	64	28,4	0
03/out	19:00	70	26,9	0
04/out	07:00	70	26,6	1/10
04/out	09:00	57	30,4	0
04/out	11:00	52	32,6	0
04/out	13:00	50	31,9	1/10

04/out	15:00	47	30,5	0
04/out	17:00	60	28	1/10
04/out	19:00	79	26,5	0
05/out	07:00	65	26,3	0
05/out	09:00	45	32,9	0
05/out	11:00	50	32,8	0
05/out	13:00	51	31,2	1/10
05/out	15:00	61	29,4	0
05/out	17:00	74	27,9	0
05/out	19:00	72	26,6	3/10

Autor: Benedito Gledson de Araujo Oliveira. Ano: 2015

Seguindo a afirmação de Lombado (1985) nota-se na cidade de Parnaíba que a localidade Planalto apresenta uma maior dilatação térmica e um período maior de manutenção de temperaturas, sendo estas elevadas ou não. Isso devido às características peculiares da paisagem urbana em crescimento onde o calor se dissipa com maior dificuldade ou de modo mais lento, outro fator agravante foi o distanciamento de corpos d'água o que diminui a taxa de umidade relativa e consequentemente agrava os índices térmicos (mapas 08 e 09).

Segundo Cruz (1995) assim como os grandes centros urbanos, as pequenas cidades, com malha industrial ou não, podem apresentar algumas formações de ilhas de calor, sendo que esse fenômeno fica associado à formatação urbana presente na região.

Já nas áreas Tabuleiro e Dirceu Arco Verde, que são constituídas totalmente ou formando mosaicos, mas com uma matriz de mata verde a sensação de aquecimento acentuado é atenuada pela constituição vegetal que proporciona um microclima com temperaturas mais amenas indicando ilha de frescor. No livro *Da produção ao consumo*: impactos socioambientais no espaço urbano, Lombardo (2009) assim define a presença de espaços verdes urbanos:

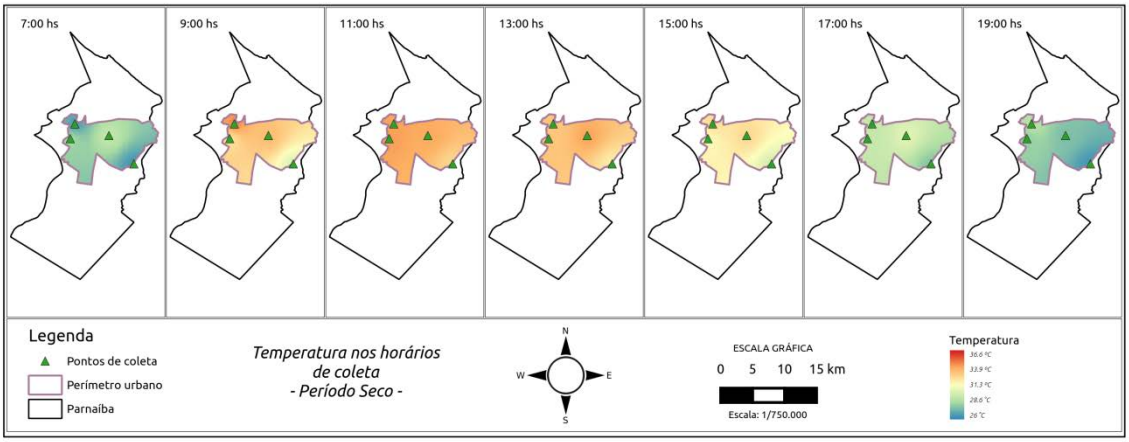
> Nas áreas urbanas, os espaços verdes constituem uma importante forma de adaptação às alterações climáticas, pela sua contribuição para a melhoria das condições microclimáticas da área envolvente e para a mitigação da ilha de calor, e pelo seu papel potencial na assimilação de carbono e outros poluentes atmosféricos (LOMBARDO, 2009, pág. 112).

Os mecanismos existentes em áreas verdes favorecem a dispersão energética nas movimentações de massas de ar no campo ou em zonas rurais que se constituem regiões de alta pressão em relação ao centro urbano, por conta disso, alguns casos de ilha de frescor ocorrem nestas regiões (pontos de alta pressão) e constituem pontos de equilíbrio para que a ventilação prossiga em direção ao centro urbano de cidades (pontos de baixa pressão).

Dessa forma entende-se que os espaços verdes são vitais para determinar o condicionamento climático de uma região e as atividades desenvolvidas no uso do solo atuam diretamente na configuração climática local.

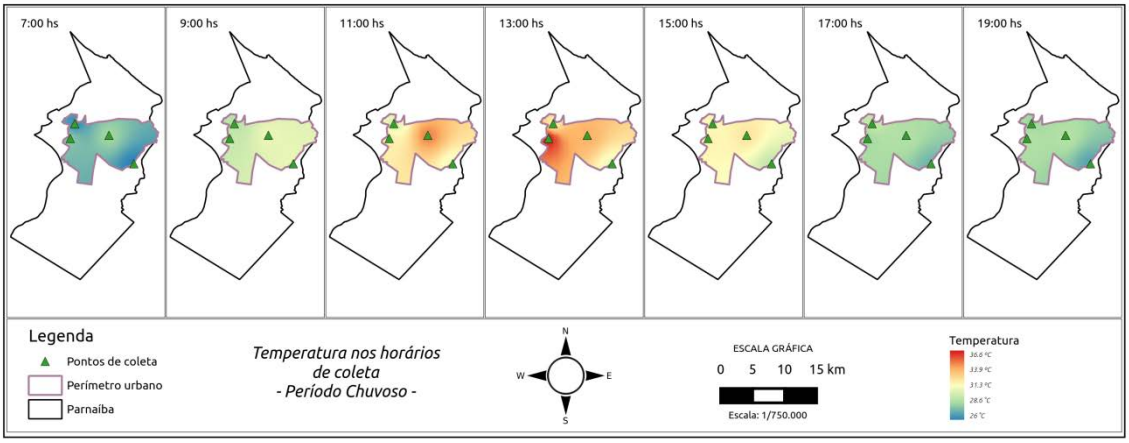
Análise espacial da variação da temperatura dos pontos analisados.

Com base no trabalho de campo realizado no período seco e chuvoso foram confeccionados mapas de distribuição da temperatura na estação seca (mapa 26) e estação chuvosa (mapa 27). Pode-se observar que no período seco, entre as 7:00 horas e 19:00 horas a dinâmica da elevação da temperatura teve seu pico as 11:00 horas e as 17:00 horas teve um declínio, sendo que as 19:00 horas é onde ocorreu as menores temperaturas, seguindo esta dinâmica até as 7:00 horas da manhã.



Mapa 26. Temperatura no período seco por horários nas quatro áreas de coleta em Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015.

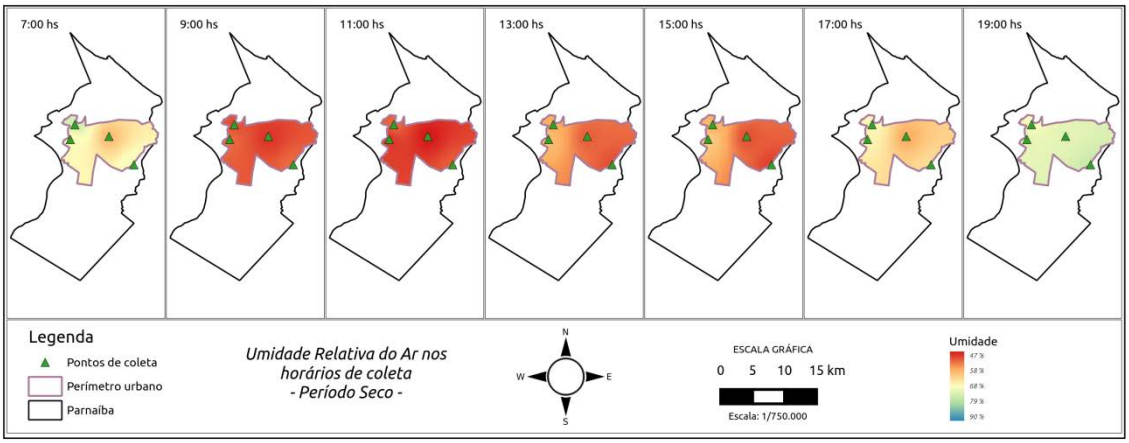
No período chuvoso as menores temperaturas ocorreram às 7:00 horas da manhã e as maiores as 13:00 horas. O declínio da temperatura apareceu às 19:00 horas.



Mapa 27. Temperatura no período chuvoso por horários nas quatro áreas de coleta em Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015.

A Análise espacial da umidade relativa dos pontos analisados

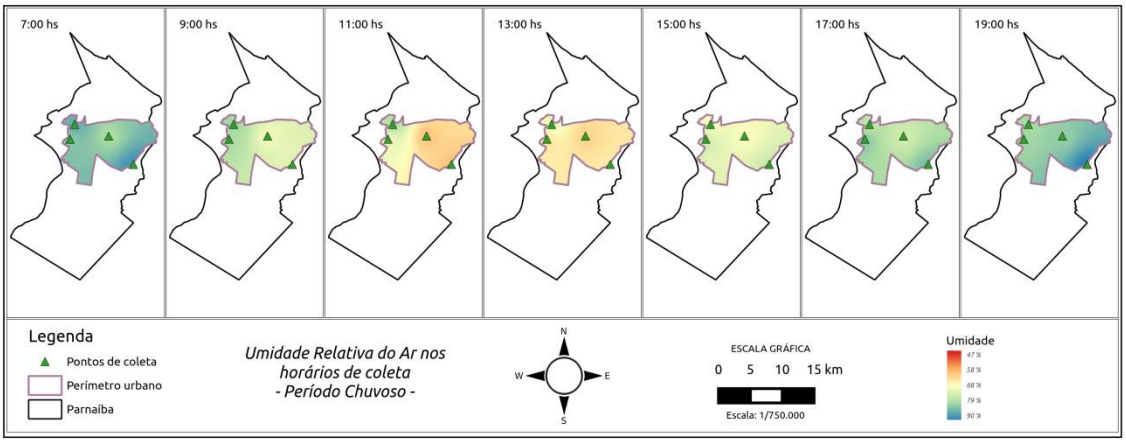
No período seco a umidade relativa (mapa 28) do ar às 7:00 horas da manhã é por volta de 68%, as 9:00 e 11:00 horas ocorre um declínio para 47%. Às 13:00 horas e 15:00 horas, a umidade relativa aumenta para 58%, destaca-se que neste horário, o bairro Planalto tem umidade relativa de 47%. Às 17:00 horas a umidade relativa passa para 68% e somente as 19:00 horas a umidade relativa chega a 79%.



Mapa 28. Umidade Relativa no período seco por horários nas quatro áreas de coleta em Parnaíba-PI. Elaboração: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015.

No período chuvoso, a umidade relativa do ar (mapa 29) às 7:00 horas da manhã é de 90%, entretanto no bairro Planalto ela é de 79%. Às 9:00 horas a umidade relativa é de 79% enquanto que no bairro do Planalto é de 58%, às 11:00 e às 13:00 horas a umidade relativa é de 68% enquanto que no Planalto é de 58%. Às 15:00 horas a umidade relativa é de 79% enquanto no Planalto é de 68%. Às 17:00

horas a umidade relativa 79% enquanto no Planalto é de 68%. As 19:00 horas a umidade relativa é de 90% na área do Dirceu enquanto que na área central e do Planalto é de 79%.



Mapa 29. Umidade Relativa no período chuvoso por horários nas quatro áreas de coleta em Parnaíba-PI. Elaboradores: Benedito Gledson e Daniel Veras. 2015.

Relação das abelhas *Euglossini* com o clima urbano

As abelhas como todos os seres vivos estão sujeitos às forças da natureza, sendo que a natureza tem uma influência relevante que pode favorecer ou inibir o desenvolvimento e atividades de uma espécie. Alguns desses fatores ambientais são difíceis de serem avaliados pelos métodos matemáticos e técnicas atuais, no entanto os insetos (dentro desta classe as abelhas) estão sujeitos a uma série de fatores ambientais e ecológicos (LARA, 1995).

O padrão de distribuição de organismos influenciados pelo clima é o alvo dos estudos da bioclimatologia e biogeografia, no entanto o crescimento urbano e outras alterações provocadas pelo homem têm alterado regimes, sazonalidade e atividades de vários seres vivos, dentre eles as abelhas. Sendo seres heterotérmicos, a sua temperatura corporal modifica com a do ambiente, com isso as abelhas possuem uma forte dependência de vários fatores climáticos dentre eles a temperatura para exercer suas atividades.

A execução de atividades para as abelhas *euglossini* na sua área de atuação está ligada através do registro de voo, pois associado a esta atividade estão outras como polinização, coleta de néctar, resinas, aromas em plantas e etc..

Na presente pesquisa, foram coletados em atividade de voo nos pontos de coleta 180 espécimes, onde se observou o padrão de distribuição das abelhas *Euglossini* de acordo com a variação climática presente nos pontos. Os que mantiveram temperaturas mais elevadas (Planalto e Centro) foram registrados uma baixa atividade de euglossíneos, o contrário ocorreu nos pontos onde se registrou temperaturas mais baixas (Tabuleiro e Dirceu).

As abelhas *euglossini* apresentaram atividades entre a faixa térmica de 25 a 38,9ºC (Gráfico 05), sendo que houve atividade de abelhas em todos os pontos de coleta até o limite térmico de 32,9ºC. Quando a temperatura esteve entre 33 até 35,9º C houve atividade apenas nos pontos do Dirceu e Tabuleiro e de 36 até 38ºC apenas no Tabuleiro. Essa restrição de atividades em temperaturas mais elevadas no Dirceu e principalmente no Tabuleiro atribuiu-se pelo fato de os mesmos apresentarem menos impacto urbano, com uma vegetação mais presente.

Os pontos do Planalto e Centro apresentaram registros de temperatura máxima de 38,1º C e 33,9, respectivamente, mas não apresentaram registros de coleta nas suas temperaturas máximas. O índice térmico considerado como pico de atividades de euglossíneos foi entre 30 e 32,9ºC.

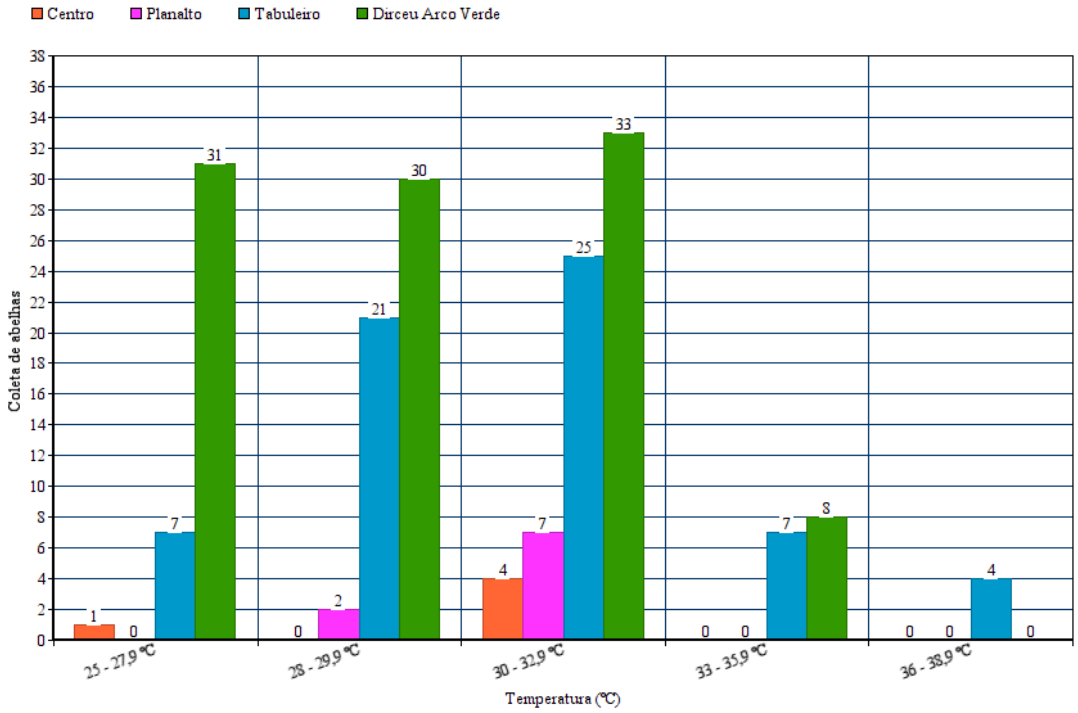


Gráfico 05. Coleta de abelhas *Euglossini* em atividade de voo por faixa de temperatura registrado nos pontos de coleta na cidade de Parnaíba, PI. Autor: Benedito Gledson (2015).

Brito & Rêgo (2001), caracterizam o maior registro de frequência de visitas dessas abelhas no período matutino, com temperaturas mais baixas. O que não foi confirmado nessa pesquisa. No entanto, para Braga (1976), a variação nos níveis de temperatura, exposição solar e umidade influenciam diretamente na atividade dos euglossíneos, sendo que estes só visitam áreas mais abertas nas horas com temperaturas mais baixas durante o dia.

Segundo Oliveira (1999), não apenas um como é sugerido por alguns autores, mas vários fatores bióticos e abióticos podem influenciar o comportamento diário e até mesmo sazonal dessas abelhas. Fatores bióticos poderiam estar envolvidos na determinação dos horários de atividade, como, por exemplo, a disponibilidade de substâncias odoríferas das plantas.

A umidade relativa também influenciou nas atividades das abelhas, sendo inversamente proporcional a temperatura houve coleta de abelhas dentro dos limites de 40% até 98%. Neste sentido, houve atividade de abelhas em todas as áreas entre as faixas de 50 – 59% até 80 – 89%, sendo que nos limites de 40 – 49% somente houve coletas nos pontos do Tabuleiro e Dirceu e acima de 90% apenas no Dirceu (gráfico 06).

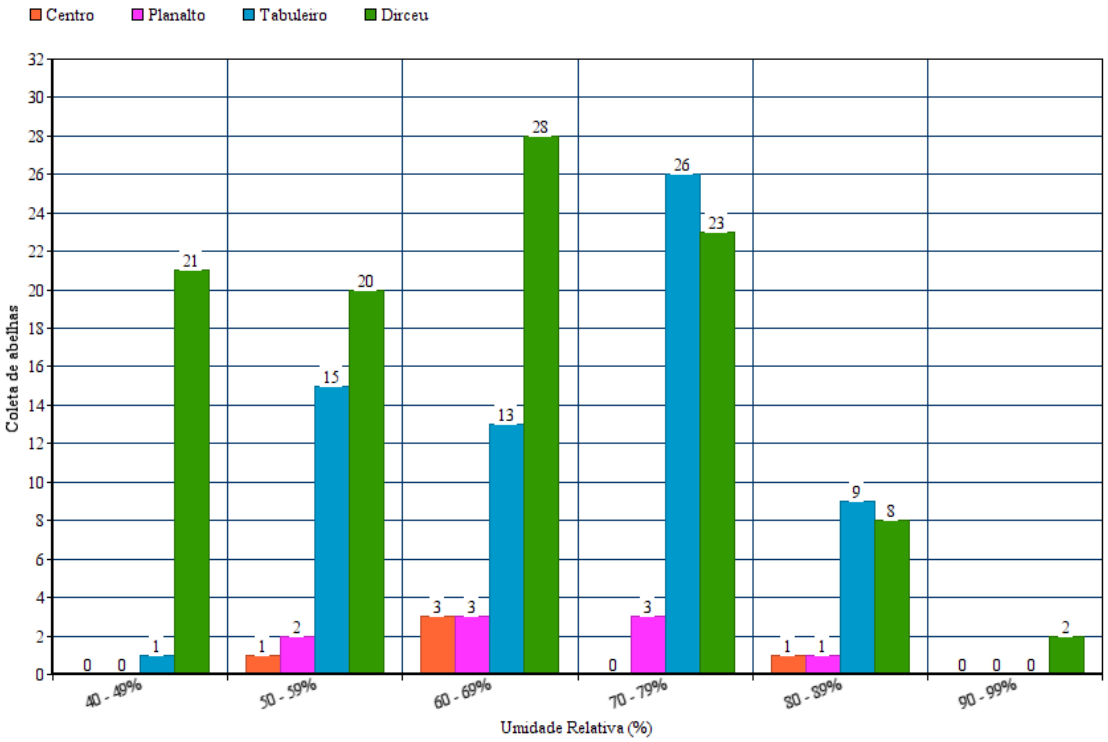


Gráfico 06. Coleta de abelhas *Euglossini* em atividade de voo por faixa de umidade relativa registrado nos pontos de coleta na cidade de Parnaíba, PI. Autor: Benedito Gledson (2015).

Em um trabalho de coletas de *euglossini* com armadilhas de cheiro e registros de temperatura e umidade relativa em Salvador (BA), Viana (2002) registrou as maiores atividades dessas abelhas entre a faixa térmica de 28ºC – 30,4º C, com um pico em 28,6ºC. A umidade relativa houve coleta entre o intervalo de 69,6% - 82,2%, no entanto, as maiores atividades foram registradas na faixa de 70 – 75%. O autor ressaltar a importância da temperatura como fator importante para realização de

atividades de *euglossíneos*, pois o mesmo fornece condições e ao mesmo tempo limita as atividades dessas abelhas (VIANA, 2002).

No entanto, o que se observa na presente pesquisa é que adicionado a fatores importantes como temperatura e umidade relativa, a presença de vegetação se mostra como fundamental para que essas abelhas realizem suas atividades, pois em ambientes urbanos mais arborizados como os pontos do Tabuleiro e Dirceu forneceram condições mesmo com temperaturas altas e umidade relativa baixa para que essas abelhas realizassem suas atividades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os estudos aqui realizados conclui-se que o município de Parnaíba, é considerado um dos municípios mais importante do Estado do Piauí de estimada relevância econômica e ecológica, possuindo aspectos importantes quanto ao clima urbano e uso e ocupação da terra. Neste trabalho, a análise das abelhas *Euglossini* como bioindicador mostrou-se eficiente na verificação de qualidade dos ambientes pesquisados, sendo que nas áreas mais antropizadas as atividades das abelhas foram reduzidas por conta da influência da urbanização.

Na localidade do Dirceu Arco Verde, sendo localizada próxima a área rural, há a prevalência de temperaturas mais amenas com uma umidade relativa bem elevada no período chuvoso, mas que no inverno se mantém em níveis acima dos 60%. Essas condições se devem ao nível de preservação de espécies vegetais encontradas na região, gerando condições propícias para a realização de atividades de polinização e estabelecimento do nicho ecológico das abelhas no ecossistema.

Na área do Tabuleiro, apesar de se localizar dentro dos limites urbanos, apresenta condições de temperatura amena e umidade relativa adequada, bem como, nota-se a presença de preservação de espécies vegetais. Diante dessas características favoráveis as abelhas *Euglossini* mantiveram suas atividades no decorrer do tempo de coleta.

Em contraponto, no Centro da cidade de Parnaíba verifica-se que as temperaturas são mais elevadas e a umidade relativa é mais baixa, assim como as áreas verdes são reduzidas e há o predomínio de áreas construídas. Neste contexto, houve pouca atividade das abelhas *Euglossini* nos períodos de coleta.

Na localidade do Planalto, bairro em expansão recente, onde se encontra a maior taxa de ocupação residencial, com a ocorrência do desmatamento verifica-se que as temperaturas são elevadas e a umidade relativa é mais baixa. Desse modo, a atividade das abelhas *Euglossini* foi reduzida.

As diferenças de níveis térmicos em pontos localizados dentro do município apontam para o início de formação de ilha de calor, o que pode ser agravado com o

crescimento e expansão urbana e o uso e ocupação da terra sem planejamento urbano.

Numa cidade de médio porte com população de 145.705 habitantes como Parnaíba, a ilha de calor registrada foi de 1,9 ºC no período chuvoso e 2,6º C no período seco, o que indica uma modificação antrópica da paisagem decorrente do uso e ocupação da terra.

Vale destacar que o trabalho de campo foi de suma importância para os registros dos dados, considerando-se uma coleta de 168 horas distribuídas durante duas semanas, uma no período chuvoso e outra no período seco, o que permitiu verificar a importância de analisar as variações espaciais das atividades das abelhas *Euglossini*.

A presença da família de abelhas *Euglossini* mostrou-se um bioindicador de qualidade ambiental, estando reduzida sua presença nos pontos analisados do Centro e do Planalto, apontando assim, para uma diminuição das espécies provocadas pela influência do clima urbano e do uso e ocupação da terra.

As espécies que funcionam como bioindicadores, revelam situações atípicas no meio urbano e apontam para a necessidade de investigações futuras em torno das causas que indicam as alterações ambientais provocadas pela ação antrópica.

Dessa forma, sugere-se uma política publica local, considerando-se uma gestão ambiental que inclui áreas de corredores de vegetação nativa conservada, a preservação de espécies locais no contexto do município de Parnaíba-PI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AMORIM, M. C. C. T.: **O clima Urbano de Presidente Prudente/ SP**. São Pulo, 2000. 374p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

ANDRADE-SILVA, A.C.R.; NEMÉSIO, A.; OLIVEIRA, F.F. de. & NASCIMENTO, F.S. Spatial–Temporal Variation in Orchid Bee Communities (Hymenoptera: Apidae) in Remnants of Arboreal Caatinga in the Chapada Diamantina Region, State of Bahia, Brazil. **Neotropica entomology**. v.41, p.296-305, 2012.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N. **Classificação climática do Estado do Piauí. Teresina: Embrapa Meio-Norte**, 2004. 86p (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 86).

ANDREOTI, C. E. Comparação microclimática entre dois imóveis nos municípios de São Paulo e São Roque. **Revista Geográfica Acadêmica**, Goiás, v. 3, n.2, Dezembro de 2009.

ARAUJO, J. L. L.; LIMA, I. M. M.; ABREU, I. G.; REBELO, E. M. C. G.; NUNES, M. C. S. A; ARAUJO, M. M. B. **Atlas do Piauí Geo-histórico e cultural**. Ed. Grafset. Teresina. 2006. 202 pág.

ARMBRUSTER, W.S. & HERZIG, A.L. 1984. Partitioning and sharing of pollinators by four sympatric species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Panama. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 71: 1-16.

ARMBRUSTER, W.S. 1996. Evolution of floral morphology and function: an integrative approach of adaptation, constraint, and compromise in *Dalechampia* (Euphorbiaceae). Pp. 241-271. In: D.G Lloyd & S.C.H. Barrett (Eds.). **Floral biology. Studies on floral evolution in animalpollinated plants**. Chapman & Hall, New York.

BACANI, V. M.; LUCHIARI, A. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da bacia do alto rio Coxim-MS. ***GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)***, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 184-197, 2014.

BERNATZKY, A. “The contribution of trees and green spaces to a town climate”, **Energy and Buildings, 5** (1992), 1-10.

BÜCHS, W. Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.98, p.35-78, 2003.

BRITO, C. M. S. & RÊGO, M. M. C.. **Community of male Euglossina bees (Hymenoptera: Apidae) in a secondary forest, Alcântara, MA, Brazil.** Brazilian Journal of Biology 61(4):631-638. 2001.

BROSI, B.J. The effects of Forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Biological Conservation.** v.142, n.2, p.414-423, 2009.

CAMERON, S.A. 2004. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Entomology 493**: 377-404.

CAMPOS, L. A. O.; F. A. SILVEIRA; M. O. OLIVEIRA; C.V.M. ABRANTES; E.F. Morato; G.. A. R. Melo. 1989. **Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea).** Revista Brasileira de Zoologia 6 (4): 621-626.

CARVALHO, R. & MACHADO, I.C. 2002. Pollination of *Catasetum macrocarpum* (Orchidaceae) by *Eulaema bombiformis* (Euglossini). **Lindleyana 17**: 85 - 90.

CASTRO, Iná Elias de. **Paisagem e turismo. De estética, nostalgia e política**. In: YÁZIGI, Eduardo (org.). Paisagem e Turismo. São Paulo: Contexto, 2002. 226p. p.121-140 (Coleção Turismo)

CORBET, S.A.; WILLIAMS, I.H.; OSBORNE, J.L. 1991. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World 72**(2): 47-59.

CRUZ, J. C. L. **Características térmicas da camada intraurbana em Rio Claro/SP**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 189 p.

DANNI, I. M. **Aspectos Temporo-espaciais da Temperatura e Umidade relativa de Porto Alegre em Janeiro de 1982**: contribuição ao estudo do clima urbano. São Pulo, 1987. 129p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

DRESSLER, R.L. 1968. Pollination by euglossine bees. **Evolution 22**: 202-212.

DRESSLER, R. L. 1982. Biology of the Orchid Bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology and Systematics. 13**: 373-394.

DODSON, C. H., 1970. **The role of chemical attractans in orchid pollination.** In: K. L. Chambers (ed.), Biochemical Coevolution Corvallis. OR, Oregon State Univ., pp. 83- 1077.

ELIASSON, I. The use of climate knowledge in urban planning. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdã, n.48, p. 31 – 44, 2000.

EMBRAPA, 2015. **Precipitação média anual no Estado do Piauí**. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/. Acesso em 22/08/2015.

FOLHA DE PARNAÍBA. **Avenida Pinheiro Machado**. Disponível em: http://www.folhadeparnaiba.com.br/2012_06_16_archive.html. Acesso em: 18 de Setembro de 2015.

FRANÇA, M. S.; GOMES, E. S. **Indícios de ilha de calor urbana em Sorriso/MT**. Revista Monografias Ambientais - REMOA v.14, n.3, mai-ago. 2014, p.3366-3376.

GANHO, N. Insolação e Temperatura em Coimbra: Regimes médios e prováveis na estação meteorológica do IGU. **Cadernos de Geografia**, Coimbra, nº11, p. 55 – 85, 1992.

GARCÍA, M.C. M. La Cartografía del Fenómeno de la “Isla de Calor”. **Notes de Geografia Física**, Barcelona, v. 19, p. 73 – 81, 1990.

GARCÍA, M.C. M. La Intensidad de la “Isla de Calor” de Barcelona. Comparación con otras Ciudades Españolas. **Alísios Revista de Geografia**, Barcelona, v.1, p. 47-53, 1991.

GARCÍA, M.C. M. Unas Notas Históricas Acerca de la Climatología Urbana. **Notes de Geografia Física**, Barcelona, v. 20- 21, p. 137 – 141, 1991-1992.

GARCÍA, M.C. M. Una Propuesta de Terminología Castellana en Climatología Urbana. **Investigaciones Geográficas**, Barcelona, p. 89 – 98, 1997.

GIRLING, R. D.; LUSEBRINK, I.; FARTHING, E.; NEWMAN, T. A.; POPPY, G. **Diesel exhaust rapidly degrades floral odours used by honeybees**. SCIENTIFICS REPORTS. 2013. Disponível em: http://www.nature.com/srep/2013/131003/srep02779/full/srep02779.html. Acesso em 05 de março de 2015.

GOMEZ, A. L.; GARCIA, F. F. La Isla de Calor en Madrid: Avance de un Estudio de Clima Urbano. **Estudios Geográficos**, Madrid, n. 174, p. 5 – 34, 1984.

GÓMEZ, F.; GIL, L.; JABALOYES, J. Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate. . **Building and Environment**, Amsterdã, n.39, p.1077 – 1086, 2004.

HOUGH, M. **Naturaleza y Ciudad**: Planificación urbana y procesos ecológicos. Barcelona: Editora Gustavo Gili S.A, 1998. 281p.

IBGE. 2014. Cidades: Parnaíba. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=220770&search=piaui%7Cparnaiba%7Cinfograficos:-dados-gerais-do-municipio. Acesso em: 22 de junho de 2014.

INPE. CPTEC. 2015. **Posição média da ZCIT no mês de abril de 2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Precipitação acumulada nos dias de coleta de dados**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Precipitação observada em 23/04/2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Precipitação observada em 24/04/2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Precipitação observada em 28/04/2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Temperatura mínima do mês de abril de 2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Temperatura máxima do mês de abril de 2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Posição média da ZCIT no mês de outubro de 2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Precipitação acumulada nos dias de coleta de dados**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Temperatura mínima do mês de setembro de 2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Temperatura mínima do mês de outubro de 2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Temperatura máxima do mês de setembro de 2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

INPE. CPTEC. 2015. **Temperatura máxima do mês de outubro de 2013**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/. Acesso em: 19/08/2015.

JANZEN, D. H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science**, v.171, p.203-205, 1971.

JOUMARD, R. (2008). **Definitions of indicator within the COST action 356 EST. Seminar COST 356 EST "Towards the definition of a measurable environmentally sustainable transport".** Recuperado em 20 Fev. 2008, de http://cost356.inrets.fr/pub/conferences/com._ind._ definition_C356_Oslo_08.pdf

LARA, F. M. **Princípios de Entomologia**. São Paulo. Ed. Ícone, 3 ª ed., 331p, 1995.

LAZAR, R.; PODESSER, A. An urban climate analysis of Graz and its signi"cance for urban planning in the tributary valleys east of Graz (Austria). **Atmospheric Environment**, Amsterdã, n.33, p. 4195 – 4209, 1999.

LOMBARDO, M.A. **Ilha de Calor nas Metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LOMBARDO, M. A. **Análise das mudanças climáticas nas metrópoles: o exemplo de São Paulo e Lisboa**. IN: CORTEZ, ATC., and ORTIGOZA, SAG., orgs. Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 146 p. ISBN 978-85-7983-007-5.

LOPES, V.A. & MACHADO, I.C. 1998. Floral biology and reproductive ecology of *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) in northeastern Brazil. **Plant Systematics and Evolution 213**: 71-90.

MARTINI, P., SCHLINDWEIN, C. & MONTENEGRO, A. 2003. Pollination, flower longevity, and reproductive biology of *Gongogora quinquenervis* Ruíz and Pavón (Orchidaceae) in an Atlantic forest fragment of Pernambuco, Brazil. **Plant Biology 5**: 495-503.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o Planejamento Urbano de Cidades de Porte Médio e Pequeno***:* proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR. São Paulo, 1994. 322p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de (Org.). **Introdução ao processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Universidade de Brasília (UNB) – Instituto de Geociências (IG). Brasília, 2012. Livro eletrônico disponível em: http://www.cnpq.br/web/guest/livro-eletronico.

MICHENER, C.D. 2000. **The bees of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 913p.

MINCKLEY, R. L. & REYES, S. G. 1996. Capture of the orchid bee, *Eulaema polychroma* (Friese) (Apidae: Euglossini) in Arizona, with notes on northern distributions of other mesoamerican bees. **Journal of the Kansas Entomological Society, 69:** 102-104.

MMA. **Abelhas Euglossini**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/14_Biodiv_14_Cap12.pdf. Acesso em: 04 de Setembro de 2015.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Pulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série Teses e Monografias, 25).

MONTEIRO, C. A. de F. **O Clima e a Organização do Espaço no Estado de São Paulo**: problemas e perspectivas. São Paulo: IGOG/USP, 1976. 54p. (Série Teses e Monografias).

MONTEIRO, C. A. de F. **Clima e Excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno Geográfico. Florianópolis/SC: ed. da UFSC, 1991. 241p.

MONTEIRO, C. A. de F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. **GEOSUL** , Florianópolis, v.5, n.9, p. 7-19, 1990.

MONTEIRO, C. A. de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **GEOSUL.** Florianópolis, v.5, n.9, p.61-79, 1990.

MONTEIRO, C. A. de F. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um “clima urbano”. **GEOSUL**, Florianópolis, v.5, n.9. p. 80-114, 1990.

MONTEIRO, F.C.A.F; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 2ª ed., 1ª reimpressão. Editora Contexto. São Paulo. 2013.

MOREIRA. M. A. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª ed. Viçosa. UFV, 2005. 320 p.

NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F.A.. Forest Fragments with Larger Core Areas Better Sustain Diverse Orchid Bee Faunas (Hymenoptera: Apidae: Euglossina). **Neotropical Entomology,** v.39, p.555–561. 2010.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuem &Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley &Sons, New York, 1978, 372p.

OKE, T. R. Climat impactos of urbanization. In: Interations of energy and climate. **Procedding**. Dordrecht/Holanda: D. Heider Publishing Company, p. 339 – 361, 1980.

OKE, T.R. **The energetic basis of the urban heat island**. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, v.108, n.455, p.1-24, jan. 1982.

OKTAY, D. Design with the climate in housing environments:an analysis in Northern Cyprus. **Building and Environment**, Amsterdã, n.37, p.1003 – 1012, 2002.

OLIVEIRA, M. L.. Sazonalidade e horário de atividade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae), em floresta de terra firme na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia** 16(1):83-90. 1999.

PARNAIBA. **Município de Parnaíba. Memorial do plano diretor de desenvolvimento sustentável**. V. I/III. 2009.

PAULEIT, S.; ENNOS, R.; GOLDING, Y. Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change a study in Merseyside, UK. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdã, n.71, p. 295 – 310, 2005.

PEARSON, D.L. & R.L. DRESSLER. 1985. Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Peru**. Journal of Tropical Ecology 1**: 37-54.

PITTON, S. E. C. **As Cidades como Indicadores de alterações térmicas**. São Paulo, 1997. 272p. Tese (Doutorado em Geografia Física)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

POLIZEL, J. L. **Geotecnologias e clima urbano: aplicação de recursos de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na cidade de Piaracicaba – SP**. Tese de doutorado. Faculdade de filosofia, letras e ciências humanas – USP. São Paulo. 2009. 153 p.

PORTAL F. SANTOS. **Avenida Caramuru.** Disponível em: http://portalfsantosilha.blogspot.com.br/2014_06_01_archive.html. Acesso em: 18 de Setembro de 2015.

RAMALHO, A. V.; M. C. GAGLIANONE; M. L. OLIVEIRA. 2009. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de entomologia 53** (1): 95-101.

Rebêlo, J.M.M. & A.J. Cabral. 1997. Espécies de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) de Barreirinhas, Zona do Litoral da Baixada Oriental Maranhense. **Acta Amazônica.** 27: 145-152.

RISSATO, S. R.; GALHIANE, M. S.; KNOLL, F. R. N.; ANDRADE, R. M. B.; ALMEIDA, M. V. **MÉTODO MULTIRRESÍDUO PARA MONITORAMENTO DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL DE PESTICIDAS NA REGIÃO DE BAURU (SP) USANDO MEL COMO BIO-INDICADOR.** Quim. Nova, Vol. 29, No. 5, 950-955, 2006.

RODRIGUES, J. L. P. **Geografia e história do Piauí: estudos regionais.** Teresina: Halley, 2007.

SANT'ANNA NETO, J. L. (org) **Os Climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: UNESP, 2002. 227p.

SANTOS, A. R. dos. *et. Al.* **SPRING 5.1.2**: passo a passo : aplicações práticas. Alegre, ES: CAUFES, 2010.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção** / Milton Santos. - 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SOARES, F. M. **Paisagem e paisagens: uso e ocupação da terra na bacia do Rio Curu/Ce.** Mercator - Revista de Geografia da UFC. Ano 1. N. 2. 2002.

SOLECKI, W. D.; ROSENZWEIG, C.; PARSHALL, L.; POPE, G.; CLARK, M.; COX, J.; WIENCKE, M. Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. **Environmental Hazards**, Amsterdã, n.6, p. 39 – 49, 2005.

SUKOPP, H. Human-caused impact on preserved vegetation. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdã, n.68, p. 347 – 355, 2004.

SCHLINDWEIN, C. 2000. A importância das abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. **Anais do 4º Encontro sobre abelhas**: 131-141.

SCHLINDWEIN, C. 2004. Abelhas Solitárias e Flores: Especialistas são Polinizadores Efetivos? In: **55° Congresso Nacional de Botânica 26º Encontro Regional de Botânicos de MG, BA e ES**. Simpósios, Palestras e Mesas Redondas, CD-ROM. p 1-8.

SKYSCRAPERCITY. **Parnaiba: Avenida São Sebastião**. Disponível em: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=94794033. Acesso em: 18 de Setembro de 2015.

SILVA, F.S. & J.M.M. REBÊLO. 2002. Population dynamics of Euglossinae bees (Hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of Cajual Island, in the state of Maranhão, Brazil**. Brazilian Journal of Biology. 62:** 15-23.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2012. 366 p.

SPEARS, E.E. 1983. **A direct measure of pollinator effectiveness**. Oecologia (Berlin) 57: 196-199.

TARIFA, J. R. Análise Comparativa da Temperatura e Umidade na Área Urbana e Rural de São José dos Campos (SP). **GEOGRAFIA**, v. 2, n. 4, p. 59 – 80, outubro 1977.

THOMANZINI, M.J.;THOMANZINI, A.P.B.W. **Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no Sudeste Acreano.** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2002. 41p. Circular Técnica, 35.

VIANA, S. S. M. ***Caracterização do Clima Urbano em Teodoro Sampaio/ SP*.** Presidente Prudente, 2006. 190p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciencias e Tecnologia , UNESP.

VIANA, B.F.; KLEINERT, A.M.P.; NEVES, E.L. 2002. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. **Rev. Bras. Entomol**. 46: 539-545.

WINK C., GUEDES, J. V. C., FAGUNDES, C. K., & ROVEDDER, A. P. (2005). Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias, 4**(1), 60-71.

Apêndices

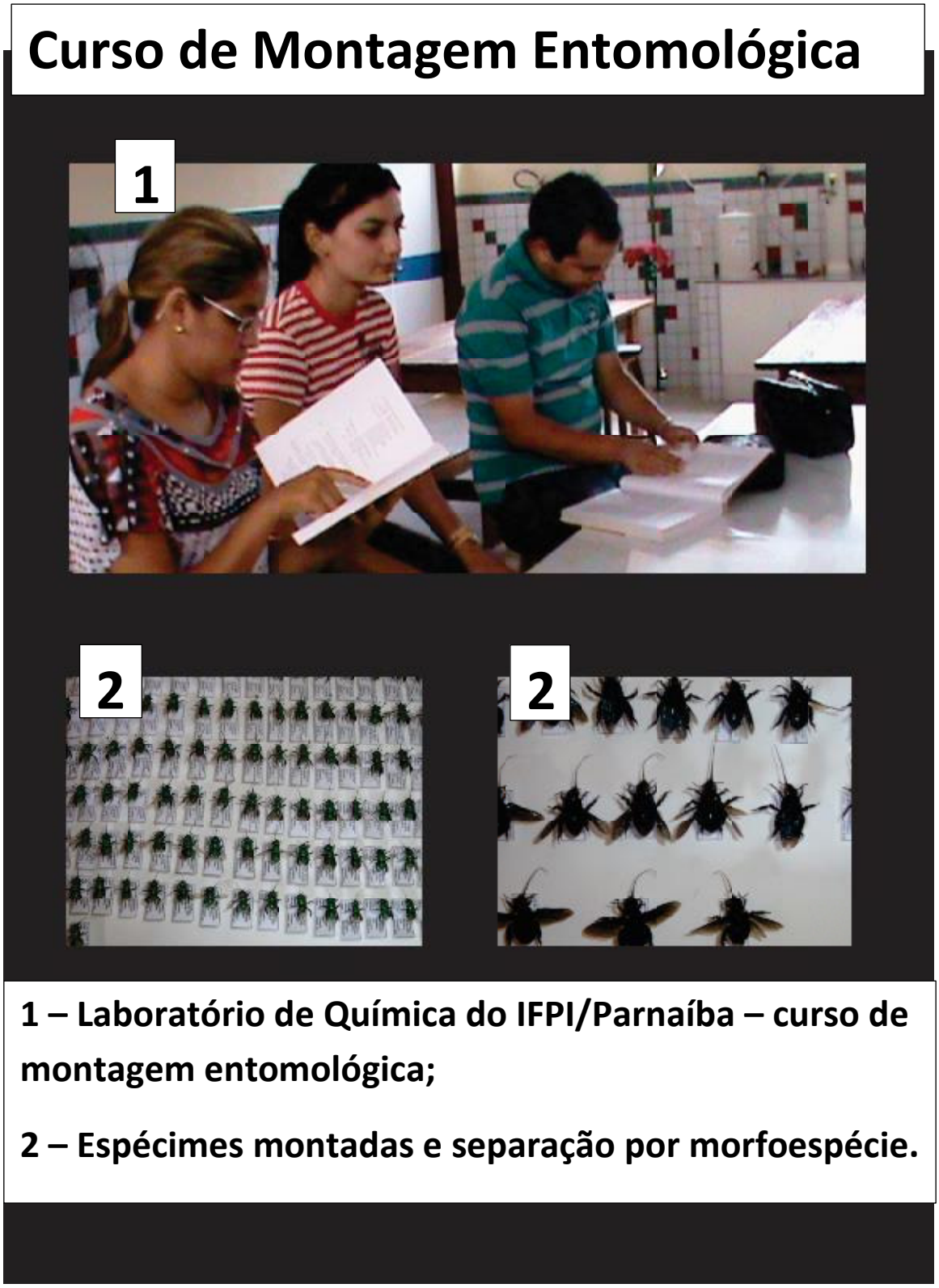


Figura 11. Curso oferecido aos alunos participantes da presente pesquisa (etapas do processo de montagem entomológica das abelhas Euglossini). Fonte: Registros do autor. 2015.

Anexos

G1 | PIAUÍ

Na TV Esporte Aeroportos Agenda de shows VC no G1 + Regiões

29/12/2012 10h46 - Atualizado em 30/12/2012 22h47

Parnaíba no Piauí é a cidade com maior crescimento do Brasil

O município registrou índice de crescimento de 229% no ano passado. O comércio e a prestação de serviços são os maiores responsáveis.

Patrícia Andrade 11 comentários

Do G1 PI

Parnaíba, cidade localizada ao Norte do Piauí, a pouco mais de 300 quilômetros de Teresina, tem a maior taxa de crescimento econômico do Brasil, segundo levantamento realizado pelo anuário Multi Cidades – Finanças dos Municípios do Brasil, da Frente Nacional de Prefeitos (FNP) entre municípios do interior. A cidade é a segunda maior do estado e a quarta no Nordeste com maiores investimentos.

O levantamento revela que a taxa de crescimento econômico foi de 229,2% em 2011. A cidade investiu R$ 34 milhões no ano passado contra os R$ 10,3 milhões que foram aplicados no ano de 2010. Quase 95% dos quase 145 mil habitantes vivem na zona urbana, o que reflete nos índices econômicos. Outras elevações consideradas foram registradas em Jaboatão dos Guararapes-PE, Ceucela-CE e Arapiraca-AL, com 107,1%, 98,2% e 90,2%, respectivamente.

O Porto das Barcas é um dos pontos turísticos mais visitados em Parnaíba (Foto: Patrícia Andrade/G1)

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Produto Interno Bruto deParnaíba foi de R$947,088 milhões. A agropecuária responde por apenas 3% do produto interno bruto, sendo que a indústria representa 17% e a prestação de serviços 80% do PIB.

Para Carlos Teles, secretário municipal de Desenvolvimento Econômico, o crescimento do comércio e o grande fluxo de turistas na cidade são os maiores responsáveis pelo índice satisfatório que Parnaíba vem apresentando ao longo dos últimos anos.

Figura 12. Reportagem relatando sobre o crescimento econômico da cidade de Parnaíba no ano de 2012. Fonte: G1 Piauí. 2015.