



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**MESTRADO EM ECOLOGIA E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**



**IVERSEN FERNANDEZ MALENTACHI**

**LEVANTAMENTO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E AVALIAÇÃO DO  
CONFORTO TÉRMICO DAS CINCO ESPÉCIES DE MAIOR  
INCIDÊNCIA, NA CIDADE DE URUAÇU, GOIÁS.**

GOIÂNIA  
2013

**TÍTULO: “LEVANTAMENTO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DAS CINCO ESPÉCIES DE MAIOR INCIDÊNCIA NA CIDADE DE URUAÇU, GOIÁS”**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães

**IVERSEN FERNANDEZ MALENTACHI**

GOIÂNIA  
2013

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)  
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

Malentachi, Iversen Fernandez.

M2451 Levantamento da vegetação arbórea e Avaliação do Conforto Térmico das cinco espécies de maior incidência, na Cidade de Uruaçu, Goiás [manuscrito] / Iversen Fernandez Malentachi. – Goiânia, 2013.  
68 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, 2013.

“Orientador: Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães”.  
Bibliografia.

1. Arborização das cidades. 2. Qualidade de vida. I. Título.

CDU 712(817.3)(043)

**IVERSEN FERNANDEZ MALENTACHI**

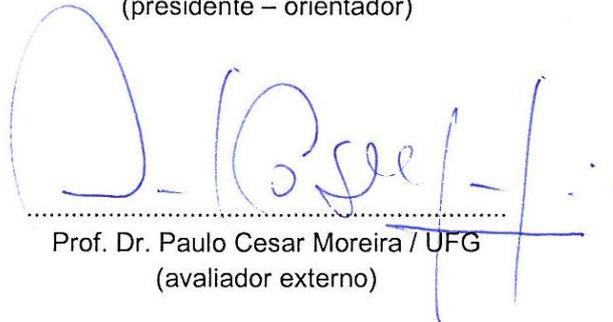
**LEVANTAMENTO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E AVALIAÇÃO DO  
CONFORTO TÉRMICO DAS CINCO ESPÉCIES DE MAIOR INCIDÊNCIA, NA  
CIDADE DE URUAÇU, GOIÁS.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 20 DE AGOSTO DE 2013**

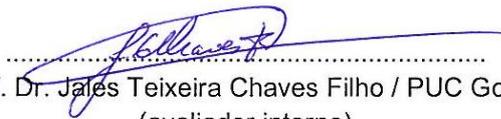
**BANCA EXAMINADORA**



.....  
Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães / PUC Goiás  
(presidente – orientador)



.....  
Prof. Dr. Paulo Cesar Moreira / UFG  
(avaliador externo)



.....  
Prof. Dr. Jales Teixeira Chaves Filho / PUC Goiás  
(avaliador interno)

## AGRADECIMENTOS

A todos que de forma direta ou indireta participaram colaborando com este trabalho seja na parte estatística, fotográfica, teórica, trabalho de campo ou emocional.

O Meu, Muito Obrigado.

## RESUMO

A arborização urbana tem como objetivo principal melhorar a qualidade de vida das populações nas cidades, uma vez que estas enfrentam vários problemas inerentes à urbanização.

Os modelos utilizados para a arborização urbana nas cidades de Goiás, tem se mostrado ineficiente quanto a seus objetivos.

Para uma avaliação mais aprofundada da arborização urbana, este trabalho foi desenvolvido na cidade de Uruaçu – Goiás, cujos objetivos foram quantificar e qualificar as espécies da vegetação arbórea da cidade, e avaliar o conforto térmico produzido pelas cinco espécies de maior incidência identificadas.

As espécies arbóreas identificadas contaram um total de 1.817 plantas, dentre estas, as de maior incidência foram: *Licania tomentosa* (Oiti) com 733 exemplares (40,34%), *Ficus benjamina* L. (Ficus) com 152 exemplares (8,36%), *Terminalia catappa* (Sete Copas) com 128 exemplares (7,04%), *Syzygium malaccense* (L.) (Jambo) com 96 exemplares (5,28%) e *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Sibipiruna) com 91 exemplares (5,0%), contabilizando 1.200 plantas (66,04%), do total de plantas identificadas.

Dessas espécies foram coletados dados climáticos da temperatura e umidade relativa do ar, e radiação solar, sob suas copas e fora de suas copas.

Os dados foram tabulados, analisados e comparados para a avaliação do conforto térmico entre as espécies sob a copa, e estas com o meio fora das copas.

Ressalta-se que, para utilização dessas espécies na arborização urbana, há necessidade de um planejamento técnico criterioso, e paisagístico, proposto por profissionais habilitados, pois são plantas de grande porte, que podem trazer mais prejuízos do que benefícios à cidade e sua população.

Palavras-chave: Arborização Urbana, Conforto Térmico, Qualidade de Vida.

## ABSTRACT

Urban forestry, aims at improving the quality of life of urban populations, as they face several problems related to urbanization.

The urban forestry models used in the cities of Goiás are mostly of the monoculture type, which may lead to the ineffectiveness of its goals.

In order to undergo a more thorough assessment of urban forestry, this research work was developed in the city of Uruaçu, Goiás, and it aimed at quantifying and qualifying the species of trees available in the city. It also aimed at assessing the level of thermal comfort produced by the five most commonly found species of trees.

Data were gathered from the five species regarding air temperature, relative air humidity, and sun radiation both under and away from the treetops. The data were then organized, analyzed, and compared in order to assess thermal comfort, first by comparing under-the-treetop thermal comfort among the researched species, and then by comparing these with thermal comfort in the surrounding area, away from the treetops.

1,817 units of plants were identified and, among these, the five most commonly found ones were: *Licania tomentosa* (Oiti), with 733 units, or 40.34%; *Ficus benjamina* L. (Ficus) with 152 units, or 8.36%; *Terminalia catappa* (Sete Copas), with 128 units, or 7.04%; *Syzygium malaccense* (L.) (Jambo), with 96 units, or 5.28%; and *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Sibipiruna), with 91 units, or 5.0%, totalling 1,200 units, or 66.04% of the total 1,817 units.

It is also important to highlight that the use of these species for urban forestry demands judicious technical and landscape planning, undertaken by certified professionals, as these are large-sized trees which may bring more liabilities than benefits to the city and its population.

Keywords: Urban Forestry, Thermal Comfort.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

Av. - Avenida

Cel. - Coronel

E - Exótica

FC - Fora da copa

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITGU - Índice de Temperatura de Globo e Umidade

ITG - Índice Térmico Ambiental

N - Nativa

NI - Número de Indivíduos

Pça. - Praça

SC - Sob a copa

Simehgo / Sectec - Sistema de Meteorologia da Secretaria de Ciência e Tecnologia de Goiás

tbs - Temperatura de bulbo seco

(tbu / tu) - Temperatura de bulbo úmido

(tg) - Temperatura de globo

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do Município de Uruaçu.....	17
Figura 2 - Mapa do Município e localização da Cidade de Uruaçu.....	17
Figura 3 - Planta da Cidade de Uruaçu.....	18
Figura 4 - Planta do transecto utilizado na coleta de dados das espécies arbóreas.	19
Figura 5. Rua: Paraná, sem vegetação arbórea.....	21
Figura 6. Rua 1 – Centro de Uruaçu com vestígios de arborização.....	21
Figura 7. Rua: W22, no Setor Oeste, arborizada.....	22
Figura 8. Pça da Bandeira com pouca arborização e sem planejamento.....	22
Figura 9. Pça da Bandeira vista em seu comprimento.....	23
Figura 10. Palmeira Imperial entremeada a sibipirunas.....	23
Figura 11. Palmeira imperial envolvida por <i>Ficus benjamina</i> .....	24
Figura 12 Av. Cel. Gaspar com Flamboyant (florido), e Patas de Vaca.....	24
Figura 13. Av. Cel. Gaspar com Palmeiras Rabo de Peixe e oitis ao fundo.....	25
Figura 14. Vista da Av. Tocantins, com reduzida arborização.....	25
Figura 15. Av. Transbrasiliana - Centro, com Oitis.....	26
Figura 16. Rua Goiânia no centro da cidade com Oitis.....	26
Figura 17. Pça, evidenciando a falta de paisagismo, urbanização e manutenção....	27
Figura 18. Praça da Rua 1, sem planejamento paisagístico e urbanístico.....	28
Figura 19. Vista parcial do Bairro Loteamento Santana.....	29
Figura 20. Ocorrência de espécies arbóreas igual e maior a cinco exemplares.....	33
Figura 21. Oiti ( <i>Licania tomentosa</i> ).....	34
Figura 22. Sete Copas ( <i>Terminalia catappa</i> ).....	35
Figura 23. Sibipiruna ( <i>Caesalpinia peltophoroides Benth</i> ).....	36
Figura 24. Ficus ( <i>Ficus benjamina</i> ).....	37
Figura 25. Jambo vermelho ( <i>Syzygium malaccense</i> ).....	38
Figura 26. a) Psicrômetro, b) Termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, c) Globo negro com termômetro, d) Suporte tripé.....	44
Figura 28. Coleta de dado fora da copa.....	45
Figura 29. Coleta de dados sob a copa.....	45
Figura 30. Temperatura mínima fora da copa e sob a copa – período de seca.....	50
Figura 31. Temperatura máxima fora da copa e sob a copa – período de seca.....	51

Figura 32. Temperatura máxima e mínima fora da copa e sob a copa – período de seca.....	51
Figura 33. Umidade relativa do ar mínima fora da copa e sob a copa - período de seca.....	52
Figura 34. Umidade relativa do ar máxima fora da copa e sob a copa - período de seca.....	52
Figura 35. Umidade relativa do ar mínima e máxima fora da copa e sob a copa - período de seca.....	53
Figura 36. Temperatura de Bulbo úmido fora da copa e sob a copa – período de seca.....	53
Figura 37. Temperatura de Globo negro fora da copa e sob a copa – período de seca.....	54
Figura 38. Índice de Temperatura e Umidade (ITU) – período de seca.....	54
Figura 39. Umidade relativa do ar mínima e máxima fora da copa e sob a copa – período de chuva.....	58
Figura 40. Temperatura do ar fora mínima e máxima fora da copa e sob a copa – período de chuva.....	59
Figura 41. Temperatura de globo negro – período de chuva.....	59
Figura 42. Temperatura de Bulbo Úmido – Período de chuva.....	60
Figura 43. Índice de temperatura e umidade (ITU) fora da copa e sob a copa – período de chuva.....	61
Figura 44. Índice de temperatura e umidade (ITU) – fora da copa em período de seca e período de chuva.....	62
Figura 45. Índice de temperatura e umidade (ITU) – sob a copa em período de seca e período de chuva.....	62
Figura 46. Índice de temperatura e umidade (ITU) fora da copa e sob a copa em período de seca e período de chuva.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação das Espécies de Arbóreas encontradas na Cidade de Uruaçu – Goiás.....	30
Tabela 2. Médias de temperatura mínima fora da copa e sob a copa – período de seca.....	48
Tabela 3. Médias de temperatura máxima fora da copa e sob a copa – período de seca.....	48
Tabela 4. Média da umidade relativa do ar mínima fora da copa e sob a copa – período de seca.....	49
Tabela 5. Média da umidade relativa do ar máxima fora da copa e sob a copa – período de seca.....	49
Tabela 6. Média da temperatura de bulbo úmido fora da copa e sob a copa – período de seca.....	49
Tabela 7. Média da temperatura de globo negro fora da copa e sob a copa – período de seca.....	49
Tabela 8. Índice Térmico Ambiental ou Índice de temperatura de globo e umidade (ITU).....	55
Tabela 9. Índice de conforto térmico das espécies arbóreas fora da copa período de seca.....	56
Tabela 10. Índice de conforto térmico das espécies arbóreas sob a copa período de seca.....	57
Tabela 11. Índice de Temperatura e Umidade (ITU) fora da copa - período de chuva .....	60
Tabela 12. Índice de Temperatura e Umidade (ITU) Sob a Copa - Período de Chuva .....	61

## ANEXOS

01. Ficha de identificação e coleta de dados.....	68
---	----

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>ARBORIZAÇÃO URBANA</b>	
<b>Referencial Teórico.....</b>	<b>14</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>16</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>CONFORTO TÉRMICO</b>	
<b>Referencial Teórico.....</b>	<b>39</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>43</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>68</b>

## INTRODUÇÃO

A introdução da vegetação nas áreas urbanas livres, segundo Segawa (1996), teve início no Século XVII, na Europa. À sombra dos jardins públicos derivados dos particulares, a nobreza transitava expondo-se nos jogos sociais e sexuais, contrapondo o que ocorria nas praças da era medieval que reuniam as pessoas para o circo ou escárnio.

Nas Américas, à semântica dos jardins vieram com as ideologias europeias como na criação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro imitando os jardins europeus. Porém o mundo novo liberta-se da Europa, e usa o termo salubrismo, para a introdução da vegetação nos espaços urbanos tendo como função o saneamento e a higienização, contrapondo-se as concepções mitológicas das relações com a natureza, passando para uma forma de atitude pragmático-funcionalista, buscando a libertação da coroa portuguesa.

Já no século XVIII, com o início da revolução industrial as cidades cresceram, as populações aumentaram, ocorrendo o deslocamento das pessoas das áreas rurais para as áreas urbanas, utilizando-se dos espaços antes ocupados por áreas verdes, dando lugar às edificações em geral. As indústrias se diversificaram e com a criação do automóvel e uso do petróleo criaram problemas de poluição nas cidades.

Na tentativa de sanar vários problemas incluindo a poluição do ar, a vegetação outrora trocada pelas edificações agora passa a fazer parte novamente do ambiente urbano com outras funções além de lazer e saneamento urbano (SILVA, 1997).

Pode-se acompanhar através da história que a arborização urbana não é uma novidade do nosso século, nem dos dias atuais, talvez tenhamos aumentado nosso interesse pela arborização urbana por pura necessidade.

Sabe-se que numa cidade com vegetação distribuída em parques, bosques, praças, ruas e avenidas além dos quintais, tendem a trazer benefícios à população no que tange o bem estar coletivo.

Em termos gerais, a vegetação arbórea filtra partículas sólidas do ar, reduz a velocidade do vento, aumenta e mantém a umidade do ar, reduz a temperatura difundindo um ambiente refrescante. A coloração verde das folhas e as coloridas flores acalmam e embelezam os ambientes trazendo tranquilidade aos moradores

das cidades contrapondo com o concreto das edificações. Para os animais que chegam as cidades pela degradação de seus ambientes naturais, principalmente as aves e os insetos, estes encontram nas plantas abrigo, alimento e condições de reprodução.

Tem-se observado que está havendo uma preocupação com a arborização urbana, ou pelo menos com plantio de árvores nas cidades por parte de entidades e profissionais ligados à área e pelo poder público. Esta preocupação está ligada aos benefícios que a arborização em uma cidade traz a sua população, mas parece não haver a preocupação com os aspectos técnicos, tanto na escolha das espécies vegetais como dos locais onde serão plantadas.

Em visitas às Cidades do interior de Goiás, Uruaçu, Goianésia, Niquelândia e Itapaci, foi observado que a arborização nessas cidades, apresenta uma uniformização em sua vegetação arbórea, e tem sido feita por espécies aleatórias, sem critérios técnicos, que talvez por “modismo” de uma espécie ou por se tratar de espécie de baixo custo de produção, manutenção e compra. Esse modelo de arborização com poucas espécies vegetais poderá reduzir ou eliminar nichos ecológicos para a avifauna e entomofauna, como também dificultar a manutenção dos corredores ecológicos importantes nas interligações entre as praças, parques, bosques e regiões de matas que ainda possam ser encontradas nas áreas urbanas, como as matas ciliares dos córregos e rios que cortam ou margeiam as cidades.

Diante dessa avaliação foi forjado este trabalho, na indagação sobre a arborização urbana da cidade de Uruaçu, localizada no centro norte do Estado de Goiás, inserida no bioma cerrado, o que caracteriza uma região com estações bem definidas de seca e de chuvas, e com elevadas temperaturas.

Como sua vegetação arbórea urbana insere-se no modelo descrito acima, este trabalho constará de um levantamento qualitativo e quantitativo das espécies arbóreas existentes, e dentre essas, as cinco espécies de maior incidência será coletado dados da temperatura e umidade relativa do ar, e da radiação solar, do ambiente sob a copa e fora da copa das árvores. Após a coleta e tabulação dos dados será feita a análise estatística com a geração de gráficos na obtenção de resultados para a comparação entre as espécies das variáveis climáticas e do conforto térmico que estas podem oferecer a cidade e sua população.

## **CAPITULO 1**

### **ARBORIZAÇÃO URBANA**

#### **1.1- REFERENCIAL TEÓRICO**

O pensamento em manter o meio natural próximo do homem a partir do momento que as cidades tomavam forma iniciou-se no Egito, mas foi na Grécia antiga, que os jardins particulares, passaram a serem passeios públicos, e foram instituídos na antiga Roma, onde os jardins particulares da nobreza passaram a ser os passeios públicos para uso da população no convívio e recreação. Com a invasão de Roma pelos bárbaros e períodos de sucessivas guerras o processo cultural para, e só é retomado com o Renascimento. Os jardins então passaram a integrar os projetos arquitetônicos de cunho estético e artístico (LOBODA e DE ANGELIS, 2005).

A partir do século XVI, na Europa e na América os parques e jardins, afloraram. No Brasil esse processo veio com a colonização, em 1796 cria-se o primeiro jardim botânico em Belém, seguidos pelos de Pernambuco, São Paulo, Olinda, Ouro Preto e o Passeio Público do Rio de Janeiro em 1781, com as características dos jardins franceses. Com a revolução industrial, os séculos XIX e XX, se caracterizaram na modificação do ambiente urbano, no Brasil a arborização urbana se instalou com relação às questões de higiene e salubridade e posteriormente a ser um elemento fundamental da paisagem urbana (SEGAWA, 1996) e (BATISTA, 2006).

Em 1933 em Atenas, urbanistas modernistas europeus se reuniram e consolidaram a Carta de Atenas redigida em 1931, definindo o urbanismo moderno. Entre outros parâmetros a carta preconiza, que em todo bairro residencial deve contemplar uma área de superfície verde, destinada a jogos e ao esporte, envolvendo as edificações. Com isso abriu-se um espaço para a implantação de projetos paisagísticos pelo Brasil como os do urbanista Lúcio Costa e do paisagista Roberto Burle Marx (BATISTA, 2006).

A partir da década de 70, o crescimento e as transformações das cidades se intensificaram, e as questões urbanas se ampliaram, passando fazer parte de sua

temática à qualidade ambiental urbana, iniciando as discussões sobre a arborização das cidades, que passa a ser também uma necessidade na manutenção do bem estar da população urbana. Nesse processo arborização urbana, mostra-se como um mecanismo de mitigação das degradações causadas pela ocupação do ambiente natural na construção das cidades.

Para Silva Filho et al. (2008) e (Rossatto et.al. 2008), a eficácia da vegetação urbana arbórea, está em reduzir a poluição sonora e a poluição do ar retirando poluentes gasosos como os que comprometem a camada de ozônio, e particulados, reduzir e direcionar os ventos, (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002). Segundo Oke et al. (1989), citado por Matos et al (2010) e Lira-Filho et al. (2001), a vegetação urbana atua também na manutenção do micro clima local, amenizando os efeitos das ilhas de calor, baixando a temperatura e elevando a umidade do ar. Segundo Rossatto et al. (2008) citado por Avissar (1996), em estudos realizados, revelou que cidades mais arborizadas as temperaturas eram menores que as cidades menos arborizadas.

Para Abreu e Labaki (2010), determinadas espécies de plantas, podem favorecer maior ou menor conforto térmico ambiental, nesse sentido os estudos das espécies de plantas para a arborização urbana são de grande importância, no planejamento e na escolha de espécies de interesse específico.

A vegetação arbórea urbana atua no controle da erosão, em encostas íngremes e, protege as nascentes e bacias hidrográficas, favorece também a formação de ambientes que atraem várias espécies da avifauna e entomofauna, na busca de abrigo e alimento (LIRA FILHO et al. 2001; MATOS et al. 2010). Por outro lado a vegetação urbana também tem seu lado negativo, que é a atração de animais indesejáveis, como artrópodes peçonhentos como escorpiões, aranhas e formigas, que além de picar, também podem transportar doenças para as casas e hospitais. Os cupins, que devoram os produtos a base de celulose, entre outros tipos de organismos, classificados como pragas, que podem causar transtornos a população (SOARES et al., 2006, citado por MATOS et al., 2010).

Para a população humana, a arborização das cidades traz vários benefícios como: reduzem ou curam o estresse psicológico, tornam os ambientes edificados mais atrativo, por propiciar o contato direto dos moradores com o ambiente natural, apresentam um impacto positivo nas pessoas, que se sentem mais à vontade e dispostas num ambiente arborizado e podem influenciar nas decisões de onde morar

devido à própria arborização (LOBODA, DE ANGELIS, 2005; MARTINS JÚNIOR, 2001, 2007; ULRICH, 1984, citado por ROSSATTO et.al., 2008).

Sabe-se que a arborização urbana nos dias atuais é de suma importância apresentando muito mais benefícios do que prejuízos, porém poucos estudos ainda existem nessa área. O poder público também não apresenta interesse em desenvolver projetos, nem produção de mudas nem tão pouco a educação ambiental, para desenvolver consciência na população dos benefícios da arborização urbana.

Este trabalho teve como objetivo o levantamento quantitativo e qualitativo da vegetação arbórea da Cidade de Uruaçu, bem como analisar o conforto térmico entre as cinco espécies de maior incidência, entre as espécies e estas com o meio ambiente, no entendimento de que a arborização urbana proporciona melhorias na qualidade de vida da população na cidade.

## **1.2- MATERIAL E MÉTODOS**

À Cidade de Uruaçu, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011), está localizada entre os Paralelos 13° 46' 56" e 14° 47' 55", e os Meridianos 48° 32' 7" e 49° 36' 33" WGR, Centro Norte do Estado de Goiás. Sua altitude com relação ao nível do mar é de 569 metros.

O Município de Uruaçu apresenta uma área territorial de 2.149 km<sup>2</sup>, sua população conta hoje com 39.949 habitantes, sendo que 86% vivem na zona urbana, apresentando densidade populacional de 17,3 hab/km<sup>2</sup>.

A cidade dista da capital Goiânia 277 km e de Brasília 249 km, suas principais vias de acesso são as BR-153, BR-080 e GO-237 (IBGE, 2011).

As figuras 1 e 2 indicam a localização do município, e a figura 3, a planta da cidade de Uruaçu.

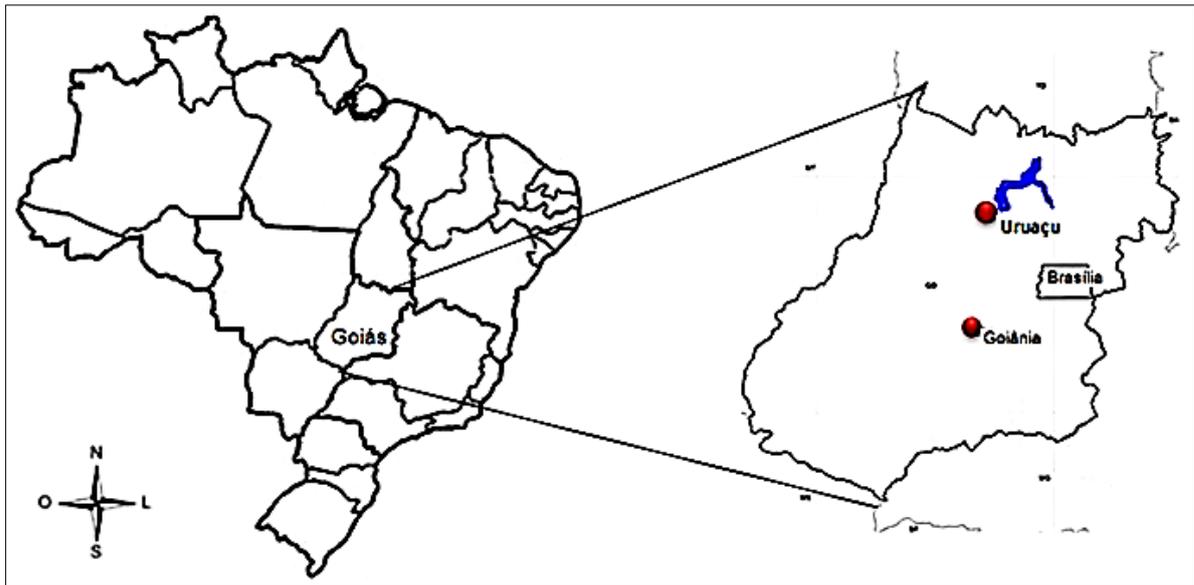


Figura 1 - Mapa de localização do Município de Uruaçu – Fonte: Montagem e adaptações do autor



Figura 2 - Mapa do Município e localização da Cidade de Uruaçu. Fonte: Google Map 2013

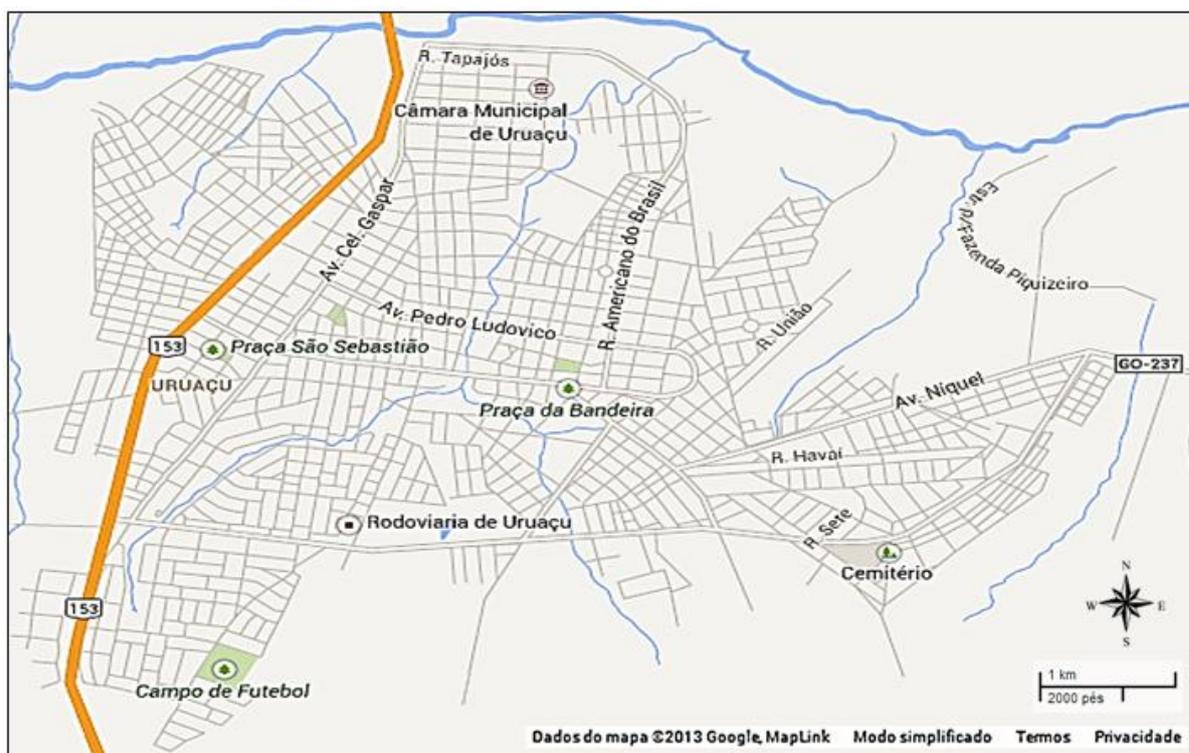


Figura 3 - Planta da Cidade de Uruaçu – Fonte: Google Map 2013

Segundo o Sistema de Meteorologia e Hidrologia da Secretaria de Ciência e Tecnologia de Goiás - Simehgo/Sectec (2013), o clima da região é caracterizado por duas estações bem definidas: uma seca que corresponde aos meses de abril a setembro e a outra úmida, com chuvas torrenciais, correspondendo aos meses de outubro a março. A precipitação média anual é da ordem de 1.500mm, concentrando-se principalmente no período de dezembro a março. Nos meses de junho, julho e agosto as precipitações são praticamente nulas.

A temperatura média anual é de 23°C a 24°C nos meses de maio, junho e julho, meses correspondentes ao inverno. No verão a temperatura se eleva podendo atingir 35°C, ou mais.

O Município de Uruaçu pertence à bacia hidrográfica do rio Tocantins, sendo os principais afluentes, o rio das Almas e o rio Maranhão que abastecem o lago Serra da Mesa.

Na Cidade de Uruaçu, o córrego Marchombombo, atravessa a cidade no sentido de sul - norte, desaguando no ribeirão Passa Três, que margeia a parte norte da cidade, e desagua no lago de Serra da Mesa.

A vegetação insere-se no bioma cerrado, com suas diversas fitofisionomias, a maior parte da vegetação foi substituída por pastagens e culturas cíclicas, e o pouco que restou, está atualmente sendo substituída por soja e cana de açúcar.

O presente trabalho teve como base o inventário quantitativo e qualitativo, através da observação e identificação das espécies da vegetação arbórea dos passeios das ruas e avenidas (calçadas), ilhas e praças da cidade de Uruaçu.

O período do levantamento foi de 26 de julho a 02 de agosto de 2012, em período de seca e na data de 22 e 23 de novembro de 2012, em período de chuvas.

Para esse inventário, foi elaborado um transecto, de modo a percorrer as praças, as ruas e avenidas principais que atravessam a cidade nos sentidos de norte-sul e leste-oeste. Nesse percurso procurou-se abranger todos os bairros ou setores da cidade, para maior fidelidade dos dados da arborização da cidade de Uruaçu. A figura 4 evidencia a planta da cidade indicado em vermelho o trajeto percorrido, e os pontos em verde as praças no levantamento arbóreo.

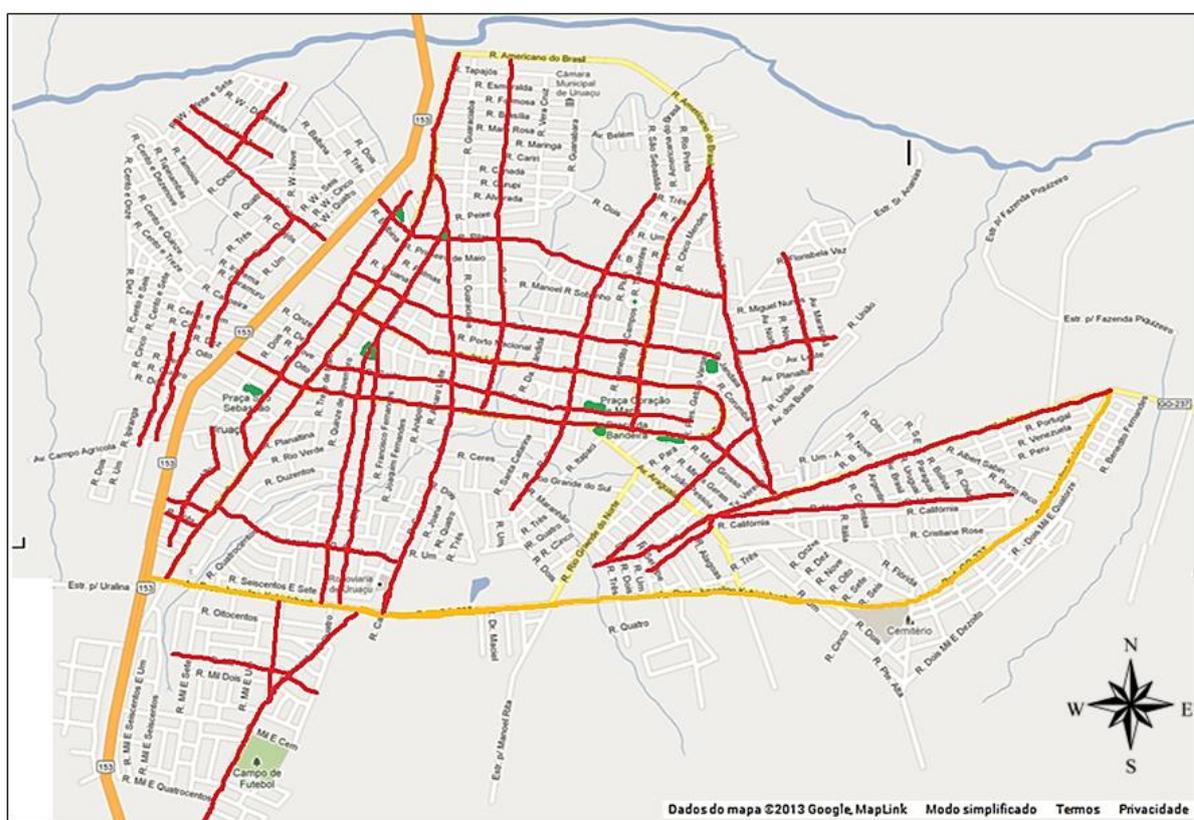


Figura 4 - Planta do transecto utilizado para a coleta de dados das espécies arbóreas.  
Fonte: Google Map 2013, com adaptações do autor.

No percurso definido, quantificou-se com a contagem e identificação direta de todas as espécies de desenvolvimento arbóreo que apresentaram tamanho mínimo de aproximadamente 1,0 m de altura, a contar da base do solo até a parte mais alta da copa. As espécies que não puderam ser identificadas diretamente foram fotografadas e posteriormente identificadas, com auxílio de bibliografia especializada de autores como, Lorenzi, (2003; 2005; 2006, 2007). Após a coleta dos dados, montou-se uma tabela, indicando as famílias, os nomes populares e científicos, e a quantidade de cada espécie encontrada, bem como identificação de nativas ou exóticas (Tabela 1).

A partir dos dados plotados na tabela será desenvolvida a segunda parte do trabalho, a análise do conforto térmico das cinco espécies mais incidentes encontradas da arborização urbana na Cidade de Uruaçu.

## **1.2- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Através do inventário, foi possível fazer uma comparação entre as ruas, avenidas e praças que apresentaram ou não arborização. Nas Figuras 5 e 6 pode-se observar que nas ruas Paraná e rua 1, localizadas em extremidades opostas da cidade, apresentando apenas vestígios de arborização. Na Figura 7 vemos a rua W22, no Setor Oeste, bairro mais recente, localizado na periferia da cidade, apresentando boa arborização, porém sem planejamento, e as espécies que a compõe são comuns na arborização das cidades das goianas, como as sibipirunas (*Caesalpinia peltophoroides*), as sete copas (*Terminalia catapa*) e os oitis (*Licania tomentosa*).



Figura 5. Rua: Paraná, sem vegetação arbórea. Foto: Autor.



Figura 6. Rua 1 – Centro de Uruaçu com vestígios de arborização. Foto: Autor.



Figura 7. Rua: W22, no Setor Oeste, arborizada. Foto: Autor

Na Praça das Bandeiras na Av. Tocantins, pode ser visto nas Figuras 8 e 9, a escassez de arbóreas e a falta de planejamento. Porém, foram identificadas espécies de palmeiras, como a palmeira areca (*Dypsis lutescens*) palmeira rabo de peixe (*Caryota urens*) e palmeira-de-saia (*Washingtonia filifera*).



Figura 8. Pça da Bandeira com pouca arborização e sem planejamento. Foto: Autor

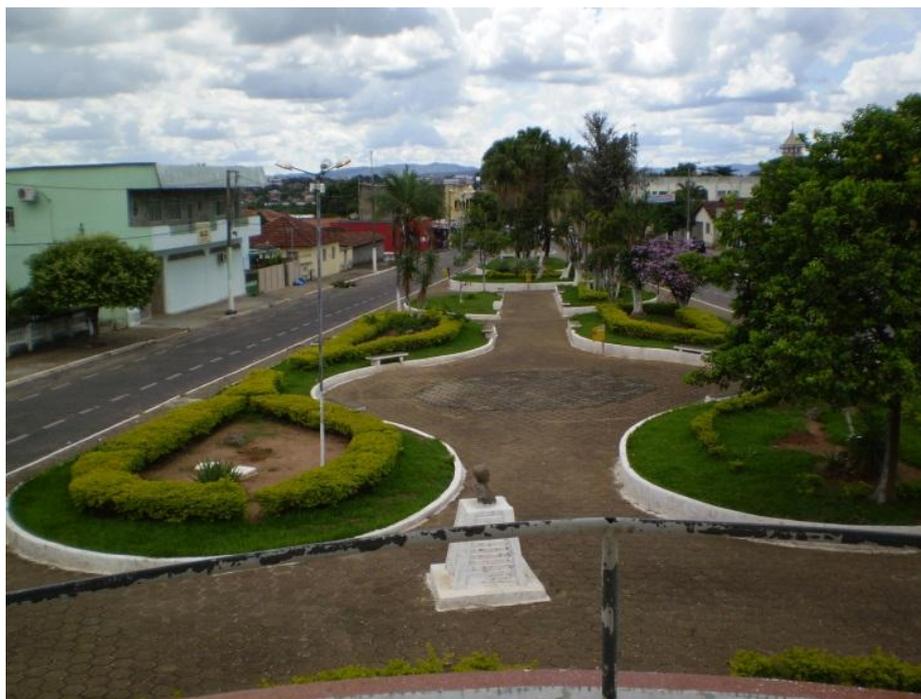


Figura 9. Praça da Bandeira vista em seu comprimento. Foto: Autor

Praça da antiga Rodoviária, no centro da cidade, a arborização é mais intensa, com palmeiras imperiais (*Roystonea oleracea*), entremeadas a sibipirunas (*Caesalpinia peltophoroides*) floridas, e com ficus (*Ficus bejamina*), mas a falta de orientação paisagística compromete toda a arborização da praça, como mostram as Figuras 10 e 11.



Figura10. Palmeira Imperial entremeadada a sibipirunas. Foto: Autor



Figura 11. Palmeira imperial envolvida por *Ficus benjamina*.  
Foto: Autor

Na Av. Cel. Gaspar, o canteiro central tem parte arborizada com patas de vaca (*Bauhinia variegata*) e um flamboyant (*Delonix regia*), Figura 12, e parte arborizada com palmeiras rabo de peixe (*Caryota urens*), e oitis (*Licania tomentosa*), Figura 13.



Figura 12 Av. Cel. Gaspar com Flamboyant (florado), e Patas de Vaca. Foto: Autor



Figura 13. Av. Cel. Gaspar com Palmeiras Rabo de Peixe e oitis ao fundo.  
Foto: Autor

A Av. Tocantins é a principal avenida que atravessa a cidade no sentido leste a oeste, sua arborização se restringe numa pequena parte, com algumas sibipirunas (*Caesalpinia peltophoroides*), sete copas (*Terminalia catappa*), e patas de vaca (*Bauhinia variegata*), e no canteiro central estreito, as palmeiras imperiais (*Roystonea oleracea*) estão em toda sua extensão, como pode ser visto na Figura 14.



Figura 14. Vista da Av. Tocantins, com reduzida arborização. Foto: Autor

A Figura 15 mostra a Avenida Transbrasiliana, onde pode ser visto no canteiro central e nos passeios os ficus (*Ficus benjamina*), que foram plantados num período em que essa espécie foi dada como sendo a melhor opção de arborização urbana. Hoje como se pode ver na figura 16, a Rua Goiânia no centro da cidade, plantada com oitis (*Licania tomentosa*), evidenciando que a nova espécie ficou no lugar dos antigos ficus (*Ficus benjamina*).



Figura 15. Av. Transbrasiliana - Centro, com Oitis. Foto: Autor



Figura 16. Rua Goiânia no centro da cidade com Oitis. Foto: Autor

Na Figura 17 vemos a praça na bifurcação entre a Avenida Transbrasiliana e Avenida Santana, estas avenidas centrais da cidade, onde se pode perceber a falta de projeto paisagístico, urbanização e manutenção, constituindo riscos para a população que usufrui desse espaço para o lazer.



Figura 17. Pça, evidenciando a falta de paisagismo, urbanização e manutenção.

Foto Autor.

A Praça da Rua 1 no centro, figura 18, mostra que nem sempre uma praça com boa vegetação, está corretamente arborizada e urbanizada a falta de planejamento urbanístico e paisagístico traz danos ao desenvolvimento da vegetação que competem pelo mesmo espaço prejudicando seu desenvolvimento. E mesmo contendo muitas árvores na praça, não há um sombreamento significativo impedindo que a população usufrua de seu benefício, principalmente numa cidade que se localiza em uma região com elevada temperatura.



Figura 18. Pça, da Rua 1, sem planejamento paisagístico e urbanístico. Foto: Autor

A Figura 19 mostra uma vista parcial do bairro Loteamento Santana, onde pode se ver que há muita vegetação arbórea, porém está se localiza dentro dos quintais das casas, poucas estão nos passeios, e quando existem, foram plantas pelos moradores, na obtenção de sombreamento para suas residências, tendo como preferências o oiti (*Licania tomentosa*), ou jambo (*Syzygium malaccense*) por serem plantas que apresentam desenvolvimento rápido permitem sombreamento o ano todo.



Figura 19. Vista parcial do Bairro Loteamento Santana. Foto: Autor.

Após o levantamento arbóreo quantitativo e qualitativo da cidade de Uruaçu, as espécies contadas, identificadas e tabuladas, totalizaram 1.817 plantas, dentre elas, foram encontradas 32 famílias e 58 espécies. Do total apurado, 1.183 ou (65,10%) são plantas de espécies nativas, e 634 ou (34,90%) são de espécies exóticas. Entende-se para este trabalho que espécies nativas são as plantas de origem brasileiras, e não apenas do bioma cerrado, e espécies exóticas não são originárias do Brasil.

Na Tabela 1, estão relacionadas às famílias e suas espécies com os nomes científicos, e o popular, sua origem, nativa (N) brasileira, ou exótica (E), o número de indivíduos (NI) encontrados, e sua frequência em porcentagem (%), e na Figura 20, representação da quantidade de espécies encontradas, a partir de cinco indivíduos.

**Tabela 01****Relação das Espécies de Arbóreas encontradas na Cidade de Uruaçu – Goiás.**

<b>Famílias e Espécies</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Origem</b>	<b>NI</b>	<b>Freq, %</b>
<b>Agavaceae</b>				
<i>Yucca elephantipes</i>	Yuka	E	2	0,11
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Spondia mombin L.</i>	Cajá	N	4	0,22
<i>Anacardium occidentale L.</i>	Cajueiro	N	26	1,43
<i>Anacardium othonianum Rizzini</i>	Cajuzinho	N	3	0,17
<i>Mangifera indica L.</i>	Mangueira	N	33	1,82
<b>Annonceae</b>				
<i>Annona squamosa L.</i>	Ata	E	1	0,06
<b>Apocynaceae</b>				
<i>Nerium oleander</i>	Espirradeira	E	1	0,06
<b>Areaceae</b>				
<i>Mauritia flexuosa</i>	Buriti	N	2	0,11
<i>Syagrus oleracea</i>	Palmeira - Guariroba	N	13	0,72
<i>Orbignya phalerata</i>	Palmeira - Babaçu	N	4	0,22
<i>Dypsis lutescens</i>	Palmeira areca	E	10	0,55
<i>Licuala Grandis</i>	Palmeira leque	E	13	0,72
<i>Caryota urens</i>	Palmeira rabo de peixe	E	51	2,81
<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	E	117	6,44*
<i>Bactris setosa</i>	Palmeira Tucum	N	12	0,66
<b>Bignoniaceae</b>				
<i>Tabebuia sp</i>	Ipê	N	71	3,91
<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Ipê rosa	N	4	0,22
<b>Bixaceae</b>				
<i>Bixa arborea</i>	Urucum	N	1	0,06
<b>Bombáceas</b>				
<i>Pachira aquatica</i>	Manguba	N	40	2,20
<b>Caesalpiniaceae</b>				
<i>Delonix regia Raf.</i>	Flamboyant	E	2	0,11

<b>Famílias e Espécies</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Origem</b>	<b>NI</b>	<b>Freq, %</b>
<b>Caryocaraceae</b>				
<i>Caryocar brasiliensis</i>	Pequi	N	1	0,06
<b>Cecropiaceae</b>				
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba	N	1	0,06
<b>Chrysobalanaceae</b>				
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	N	733	40,34*
<b>Combretaceae</b>				
<i>Terminalia catappa</i>	Sete Copas	E	128	7,04*
<b>Cupressaceae</b>				
<i>Cupressus sp</i>	Cipreste	E	1	0,06
<b>Cycadaceae</b>				
<i>Cycas revoluta</i>	Cica	E	3	0,17
<b>Dilleniaceae</b>				
<i>Dillenia indica</i>	Dilênia	E	2	0,11
<b>Fabaceae</b>				
<i>Erythrina variegata</i>	Eritrina bicolor	E	4	0,22
<i>Dipteryx alata Vog</i>	Baru	N	3	0,17
<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de Vaca	N	84	4,62
<i>Caesalpinia peltophoroides Benth.</i>	Sibipiruna	N	91	5,01*
<i>Tamarindus indica L.</i>	Tamarindo	N	1	0,06
<b>Fabaceae - Leguminosae</b>				
<i>Cassia fistula L.</i>	Chuva de Ouro	N	3	0,17
<b>Fabaceae Caesalpinioideae</b>				
<i>Caesalpinia echinata</i>	Pau Brasil	N	1	0,06
<b>Fabaceae Mimosoideae</b>				
<i>Anadenanthera spp.</i>	Angico	N	1	0,06
<i>Inga edulis</i>	Ingá de metro	N	3	0,17
<b>Lauraceae</b>				
<i>Persea americana</i>	Abacaterio	N	1	0,06
<b>Malpighiaceae</b>				
<i>Malpighia glabra</i>	Acerola	E	1	0,06

<b>Famílias e Espécies</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Origem</b>	<b>NI</b>	<b>Freq, %</b>
<i>Lophantera Lactescens Ducke</i>	Lofantera	N	4	0,22
<b>Malvaceae</b>				
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita Cavalo	N	2	0,11
<i>Hibiscus rosa-sinensis L.</i>	Hibiscus	E	2	0,11
<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Mutamba	N	1	0,06
<b>Melastomaceae</b>				
<i>Tibouchina granulosa Cogn.</i>	Quaresmeira	N	2	0,11
<b>Meliaceae</b>				
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	N	28	1,54
<b>Moraceae</b>				
<i>Ficus benjamina L.</i>	Ficus	E	152	8,37*
<i>Morus spp.</i>	Amoreira	E	2	0,11
<b>Myrtaceae</b>				
<i>Psidium guajava L.</i>	Goiabeira	N	2	0,11
<i>Syzygium malaccense ( L.)</i>	Jambo	E	96	5,28*
<i>Syzygium cumini (L.) Skeels</i>	Jamelão	E	21	1,16
<b>Nyctaginaceae</b>				
<i>Bougainvillea spp.</i>	Buganville	N	2	0,11

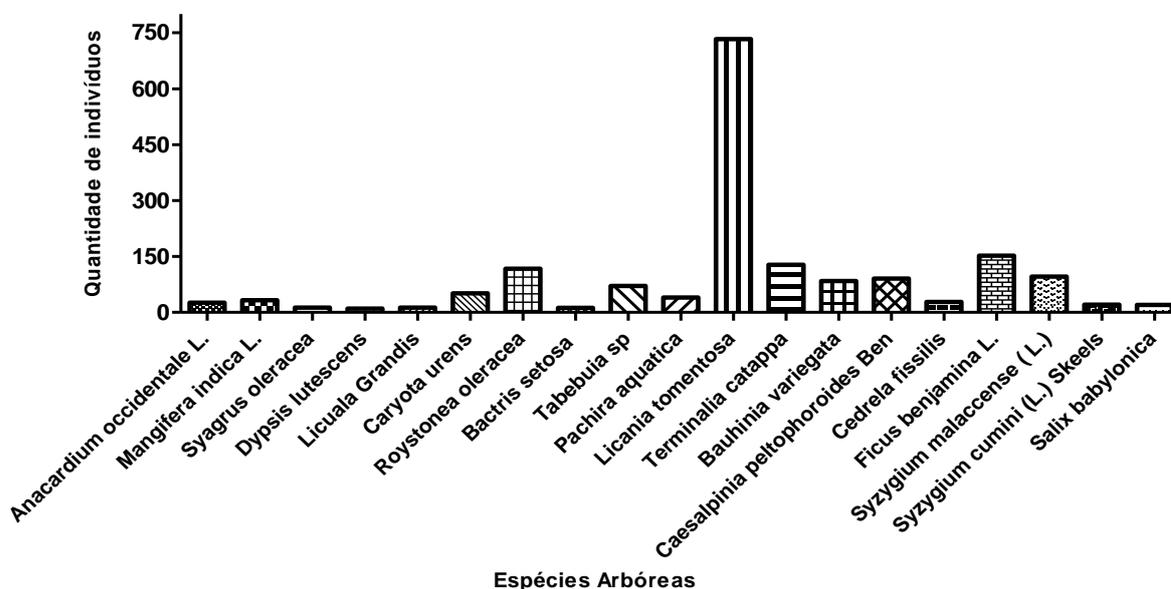
<b>Famílias e Espécies</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Origem</b>	<b>NI</b>	<b>Freq, %</b>
<b>Oxalidaceae</b>				
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	E	1	0,06
<b>Pinaceae</b>				
<i>Pinus elliottii</i>	Pinheiro	E	2	0,11
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Genipa americana</i>	Jenipapo	N	1	0,06
<b>Rutaceae</b>				
<i>Citrus sinensis (L.) Osbeck</i>	Laranjeira	E	1	0,06
<i>Citrus limon(L.) Burm.f.</i>	Limoeiro	E	1	0,06
<b>Salicaceae</b>				
<i>Salix babylonica</i>	Chorão	E	20	1,10

Famílias e Espécies	Nome Popular	Origem	NI	Freq, %
<b>Solanaceae</b>				
<i>Cestrum spp.</i>	Dama da Noite	N	3	0,17
<b>Vochysiaceae</b>				
<i>Qualea grandiflora</i>	Pau Terra	N	2	0,11
<b>32 Famílias e 58 espécies</b>	<b>58 Tipos de Plantas</b>	-	<b>1817</b>	<b>100</b>

\* Os asteriscos indicam as espécies de maior incidência encontrada.

Figura 20

Ocorrência de espécies arbóreas igual e maior a cinco exemplares



Entre as espécies encontradas e classificadas, as cinco de maior incidência foram: *Licania tomentosa* (Oiti) com 733 exemplares (40,34%), *Ficus benjamina* L. (Ficus) com 152 exemplares (8,36%), *Terminalia catappa* (Sete Copas) com 128 exemplares (7,04%), *Roystonea oleracea* (Palmeira Imperial) com 117 exemplares (6,44%), *Syzygium malaccense* (L.) (Jambo) com 96 exemplares (5,28%) e *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Sibipiruna) com 91 exemplares (5,0%), contabilizando um total de 1317 plantas (72,48%), do total de plantas identificadas.

Aqui apresenta-se seis espécies, a Palmeira Imperial (*Roystonea oleracea*) com 117 exemplares, número significativo, sobrepondo-se ao Jambo (*Syzygium malaccense*) e a Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth). Porém com a

impossibilidade de análise do conforto térmico, pela forma de sua copa, e de um caule estipe, que eleva sua copa acima de 10m, esta foi retirada dessa coleção, e inserida a Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides Benth*) com 91 exemplares, totalizando 1200 plantas (66,04%).

Segundo Lorenzi (1998; 2008); Lorenzi et al (2006); e Souza & Lorenzi (2005), as características morfológicas das cinco espécies encontradas com maior incidência na Cidade de Uruaçu são:

Oiti (*Licania tomentosa*) (Figura 21), pertence à Família Chrysobalanaceae, sua presença ocorre do Piauí ao norte do Espírito Santo e Vale do Rio Doce em Minas Gerais, em floresta pluvial atlântica. Em suas características morfológicas, a espécie pode atingir altura máxima de 15m, com tronco de 30 a 50cm de diâmetro. Copa frondosa e raízes não agressivas. As folhas são simples, alternas, elípticas, alongadas, de 7 a 14 cm de comprimento por 3 a 5 cm de largura, pilosas em ambos os lados. Seu florescimento ocorre de junho a agosto, suas flores são pequenas e brancas, produzidas em inflorescências em forma de cachos. A frutificação ocorre de janeiro a março produzindo grande quantidade de frutos, quando maduros apresentam coloração amarela e cerca de 5 cm de comprimento. Sua propagação se dá por sementes, seu crescimento é rápido, e são muito resistentes, apresentam copa frondosa, o que se caracteriza para o uso intenso na arborização urbana.



Figura 21, Oiti (*Licania tomentosa*). Foto Autor

A Sete Copas (*Terminalia catappa*) (Figura 22), pertence à Família Combretaceae, sua origem é Ásia e Madagascar, são plantas de clima tropical e

tropical úmido. Quanto as suas características morfológicas, pode chegar a 12 m de altura, com diâmetro da copa 8 m, suas folhas são grandes variando de 20 a 30 cm de comprimento e de 10 a 15 cm de largura. Suas folhas são caducas, e caem entre os meses de setembro e outubro, mas logo voltam a crescer. Apresentam frutos drupa, sua propagação se dá por semente. Por ser uma planta de fácil cultivo, resistente e apresentando copa muito frondosa, também é muito utilizada para a arborização de cidades.



Figura 22, Sete Copas (*Terminalia catappa*). Foto Autor

Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides Benth*) (Figura 23), pertencente à Família Fabaceae-Caesalpinioideae, ocorre na Mata Atlântica do Rio de Janeiro. Quanto sua às características morfológicas, a espécie apresenta altura entre 8 m e 16 m, caracterizando-se como uma espécie de médio a grande porte, o tronco pode apresentar-se com diâmetro de 30 cm a 40 cm, seu florescimento se dá no final do mês de agosto até meados de novembro, os frutos amadurecem do final de julho a meados de setembro, seu crescimento é rápido, podendo alcançar 3 m de altura aos dois anos. Por apresentar características estéticas, ornamentais e rusticidade representa uma das espécies mais utilizadas na arborização de ruas na região centro-sul do país.



**Figura 23, Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides Benth*).**  
Foto Autor.

**Ficus (*Ficus benjamina*) (Figura 24), pertence à Família Moraceae, é nativa de Índia, Filipinas, Austrália e Nova Guiné, de clima tropical. Seu crescimento é**

rápido, chegando a 20 metros de altura. Sua copa é densa e a folhagem verde brilhante tem o formato oval, tolerante a podas. É uma planta resistente, e de fácil manutenção, por isso muito utilizada para a arborização urbana, porém suas raízes são tabulares e conforme vão crescendo saem da terra e quebram o calçamento, canos de água e esgotos, trazendo prejuízos à população.



**Figura 24, Ficus (*Ficus benjamina*). Foto Autor**

**Jambo-vermelho** (*Syzygium malaccense*) (Figura 25), pertence à Família Myrtaceae originária da Polinésia, sua estrutura pode alcançar até 20 metros de altura e possui forma piramidal com folhas grandes verde-escuras e perenifólia. Sua

floração vai abril a junho, com frutificação de janeiro a março, seus frutos tipo dupra são adocicados e perfumados. Sua reprodução ocorre por semente, seu crescimento é rápido são plantas resistentes e suas raízes não são agressivas. Por apresentarem copa frondosa, são muito utilizadas na arborização urbana, porém no período de floração, os estames caem em grande quantidade, tornando escorregadio o passeio.



Figura 25, Jambo vermelho (*Syzygium malaccense*).  
Foto Auto

No trabalho de levantamento quantitativo e qualitativo da arborização urbana da Cidade de Uruaçu, e dentre trabalhos estudados, como o de Serpa et al. (2009) que abrangeu os Municípios de Caldas Novas, Morrinhos e Goiatuba, e o trabalho de Barros et al. (2010) na Cidade de Jataí, as espécies identificadas, e as espécies de maior incidência, foram semelhantes caracterizando uma prática igualitária na arborização dessas cidades goianas.

## **CAPITULO 2**

### **CONFORTO TÉRMICO**

## 2.1 - REFERENCIAL TEÓRICO

Com a formação das cidades, o ambiente natural, passou a dar lugar ao ambiente urbano, este com sua nova estrutura arquitetônica e a impermeabilização das vias urbanas, deu início à formação de um novo ambiente, caracterizando o clima urbano que passa a absorver mais radiação solar, acumulando calor, aquecendo as cidades com intensidade.

O aquecimento da cidade traz desconforto sobre sua população, que outrora trocou a vegetação natural pelas edificações, busca agora amenizar os desconfortos, e o stress, arborizando a cidade, e buscando alternativas para o conforto térmico e a melhoria da qualidade de vida da população urbana.

O conforto térmico, segundo Schiffer e Frota (2003), é o equilíbrio entre a perda de calor gerado pelo organismo humano proveniente do metabolismo, nas funções de repouso ou de trabalho, e o meio ambiente que este está inserido, sem a utilização dos mecanismos de termorregulação.

Os fenômenos de trocas térmicas entre o organismo e o ambiente, são processos físicos de condução, convecção e radiação e segundo os autores, Costa (2003), Schiffer e Frota (2003), Tavares (2009), a condução é um processo de transferência de calor que ocorre entre dois corpos que estando em contato direto e com diferentes temperaturas, o corpo de maior temperatura transfere o calor em excesso para o corpo de menor temperatura, até que se estabeleça o equilíbrio térmico entre eles. No processo de convecção, é a transferência de calor igual ao processo de condução, porém, neste caso, as trocas de calor são realizadas através de fluido em movimento, quando um indivíduo se encontra próximo a uma fonte de calor, pelo mecanismo de condução/convecção esse calor é transferido para o corpo do indivíduo. A radiação ocorre na transferência de calor de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura por radiação infravermelha, denominado de calor radiante. A energia radiante passa por meio do ar sem aquecê-lo, aquecendo somente a superfície atingida, como exemplo a radiação emitida pelo Sol.

Os fatores meteorológicos como a temperatura, umidade e velocidade do ar, e o calor radiante, influenciam diretamente as trocas térmicas entre o organismo e o meio ambiente.

A temperatura do ar influencia significativamente as avaliações ambientais, sendo ela um gradiente de temperatura, possibilita os mecanismos de trocas térmicas, como a condução, convecção e radiação. O fluxo de calor ocorre entre diferenças de temperaturas, nos seres humanos quando a temperatura do ar for menor que a superfície da pele o indivíduo perderá calor para o ambiente. Quando a temperatura do ar for maior que a da superfície da pele o organismo ganhará calor do ambiente que será somado ao calor gerado pelo metabolismo.

O fator umidade relativa do ar influencia diretamente as trocas de calor entre o corpo e o meio ambiente, e está relacionado com o mecanismo de evaporação/transpiração produzido pelo organismo. O organismo humano perde em média 600 Kcal/h por evaporação do suor, quando a umidade relativa do ar for 0%, de tal forma que quanto maior for a umidade relativa do ar, menor será a troca entre o corpo e o ambiente. Em regiões brasileiras como a norte onde a temperatura e a umidade do ar são elevadas, o organismo transpira, mas o suor não evapora, não havendo dissipação de calor do corpo para o ambiente, aumentando a temperatura corpórea. Já na região Centro-Oeste, no período de seca, a temperatura é também elevada, mas como a umidade é muito baixa, após a transpiração o suor evapora com facilidade, diminuindo a temperatura corpórea.

Outro mecanismo que influencia as trocas térmicas é a velocidade do ar, que está vinculada a convecção/condução e a umidade relativa do ar. Havendo movimentação das camadas de ar que envolve a superfície do corpo, acelera-se a evaporação do suor e a retirada do calor nele contido, vindo logo em seguida outra camada de ar menos úmida retirando assim sucessivamente o suor, reduzindo o calor do organismo.

O calor radiante é emitido por fontes de calor, que quando o organismo está em sua presença absorve esse calor, e se estiver em sua ausência, perderá calor. Pode-se compreender isso, quando se está diretamente exposto ao sol ganha-se calor, calor radiante, quando se entra debaixo da copa de uma árvore frondosa onde esta retém a radiação solar em suas folhas, percebe-se um frescor imediato, por não

estar diretamente sob o calor radiante (SCHIFFER e FROTA, 2003), (TAVARES, 2009).

Os animais homeotérmicos, mantêm a temperatura corpórea constante, de acordo com sua espécie, para os seres humanos a temperatura é em torno de 37<sup>o</sup>C, ou seja, todas as reações do metabolismo que ocorrem no organismo com gasto de energia, liberam calor para o meio ambiente na manutenção desse valor. Caso isso não ocorra o organismo passará a se utilizar dos mecanismos de termorregulação, dependendo da temperatura do ambiente. Com a temperatura de 18<sup>o</sup>C ou mais baixa ocorre a vasoconstrição evitando a perda de calor, por outro lado se a temperatura for de 30<sup>o</sup>C ou superior ocorre à vasodilatação e a transpiração, aumentando a perda de calor (GUYTON, 1985).

As variáveis físicas e meteorológicas incidem sobre o corpo humano em que este necessita manter a temperatura constante. O organismo tem que se alternar constantemente em processos fisiológicos naturais, que envolvem esforços físicos e musculares, devido a resultante do trabalho de forças termo-higrométricas. Essas forças são referentes as variações de frio e calor, nervosa sensorial, de condições visuais e sonoras. Esses processos normais ao metabolismo podem criar a fadiga que está relacionada com a regulação e manutenção da temperatura do organismo em busca do conforto térmico (SCHIFFER E FROTA, 2003).

O conforto térmico é uma sensação de bem estar onde o corpo pode estar em repouso ou em trabalho, e que não esteja utilizando-se do mecanismo termorregulador. As principais variáveis que alteram o conforto térmico são fenômenos climáticos, como a temperatura, a umidade relativa do ar, a radiação solar e a velocidade do vento. A busca ou a manutenção do conforto térmico data de 400 anos a.C. por Hipócrates, mas foi no século XX que as avaliações e índices efetivos começaram a surgir em ambiente fechado (ARAÚJO, 1996).

Em 1916, Winslow, presidente da comissão de ventilação americana estudou a relação do rendimento de trabalhadores com as condições termo-higrométricas, revelando que o aumento de temperatura de 20<sup>o</sup>C para 24<sup>o</sup>C reduz o rendimento em 15%, e a temperatura de 30<sup>o</sup>C, com umidade relativa do ar de 80% o rendimento reduz em 28% (SCHIFFER E FROTA, 2003).

A compreensão sobre conforto térmico permitiu que pesquisadores e estudiosos do assunto, criassem índices para sua avaliação. Com os novos estudos,

muitos índices foram readaptados e outros criados para condições específicas, adequando-se a novos desafios que devem continuar, pois muitas áreas profissionais como a arquitetura, engenharias, zootecnia, veterinária, biologia entre outras, tem se utilizado do conforto térmico, como neste trabalho desenvolvido para a avaliação do conforto térmico sob a copa de determinadas espécies de árvores, voltadas a arborização urbana.

Os índices de conforto térmico são muito utilizados nas áreas de engenharia e arquitetura, para a escolha de materiais de construção e na forma e disposição das edificações. Também é levado em conta, o clima da região, nos parâmetros da umidade atmosférica, a direção e velocidade dos ventos a temperatura do ar e a radiação solar. Esses parâmetros precisam ser analisados, uma vez que as populações estão crescendo nas áreas urbanas de forma desordenada e descontrolada, e com elas aumenta o número das edificações, a impermeabilização do solo, e a ocupação de áreas de preservação ou de risco, de onde é retirada a vegetação, alterando a temperatura, a umidade e a velocidade dos ventos, propiciando a formação de ilhas de calor. Também deve ser levado em conta, a paisagem que atua nas questões emocionais da população, sendo que nas grandes cidades, fica restrita a uma paisagem homogênea do concreto das edificações.

Para Lima et al. (2009), a ocupação e o uso do solo sem controle, gera problemas de infraestrutura, elevando os custos da urbanização e contribui para a contaminação ambiental, que pode ocorrer no âmbito visual, acústico, térmico e de circulação, prejudicando o convívio e a qualidade da vida urbana.

A urbanização acelerada, e sem planejamento, leva a retirada da cobertura vegetal o que interfere na rugosidade do terreno, alterando e reduzindo a ventilação natural, o que leva a formação de ilhas de calor e o desconforto nas cidades (SILVA, GONZALEZ, SILVA FILHO; 2011).

Para Lombardo, (1985), o clima urbano é constituído pelas ações humanas, e sua ocupação do território altera sua constituição natural, gerando desconforto na população, com chuvas torrenciais, alagamentos, desmoronamentos, poluição e aumento da temperatura.

Entende-se que a urbanização altera o ambiente natural e quando essa se dá ao acaso, como na maioria das cidades brasileiras os problemas surgem com suas consequências revelando-se em desconforto para a população.

Um dos maiores problemas que se tem acompanhado é a retirada da vegetação arbórea das cidades para dar espaço a novas edificações pela própria necessidade urbana, uma vez que a população está cada vez mais ligada à cidade do que ao campo.

## **2.2- MATERIAL E MÉTODOS**

O conforto térmico é uma sensação em relação às variáveis ambientais como temperatura, umidade do ar, radiação solar, e a velocidade do vento. A sensação de conforto térmico varia com as espécies homeotérmicas, para a espécie humana analisa-se o conforto térmico quando este não estiver utilizando-se de mecanismos metabólicos para a manutenção da temperatura corporal de 37°C.

No ambiente externo as variáveis climáticas atuam diretamente sobre os corpos exigindo a manutenção da temperatura corporal. Porém na natureza alguns elementos podem promover o conforto térmico do organismo como a vegetação arbórea, que sob sua copa a radiação solar e a temperatura são reduzidas e a umidade do ar aumenta. Partindo desse princípio entende-se que a arborização urbana também tenha essa função, porém as muitas espécies de arbóreas que são utilizadas, na arborização urbana, sem a devida avaliação pode não oferecer os benefícios desejados, como trazer prejuízos à cidade e sua população.

Com a intenção de avaliar o conforto térmico produzido pela vegetação arbórea da cidade de Uruaçu, foi desenvolvida a segunda parte deste trabalho. Após o levantamento das espécies arbóreas da cidade de Uruaçu, foram selecionadas as cinco espécies mais incidentes e que apresentaram características que permitissem essa análise. Inicialmente comparou-se o conforto térmico sob as copas das árvores, com o ambiente fora das copas, e posteriormente comparou-se o conforto térmico sob a copa das árvores entre as espécies, na identificação de alguma delas se sobressair às outras.

Para essa avaliação foi necessário identificar as variáveis ambientais, para isso foram utilizados, um termo-higrometro (psicrômetro) digital, da marca Icoterm, na medição da temperatura e umidade do ar, mínima e máxima, um conjunto de

termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, um globo negro com termômetro, e um tripé em alumínio de 1,5m de altura para o apoio dos instrumentos, como pode ser visualizado na figura 26.



Figura 26. a) Psicrômetro, b) Termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, c) Globo negro com termômetro, d) Suporte tripé. Foto: Autor

Para a coleta de dados, os instrumentos, foram colocados expostos no ambiente fora da copa das árvores, e aguardado 15 minutos para a estabilização dos instrumentos, posteriormente estes foram colocados sob as copas das árvores próximas e de espécies diferentes, aguardado 15 minutos sob cada copa para a estabilização dos instrumentos. Os dados foram coletados e anotados em uma ficha de campo denominada: Ficha de Levantamento de Dados para Conforto Térmico em Plantas, apresentada no Anexo 1. Para cada indivíduo arbóreo foi criada uma ficha, num total de 100 plantas, dividido em 20 plantas por espécie. A Figura 28 mostra a coleta dos dados fora da copa, e a Figura 29 a coleta de dados sob a copa.

Os dados foram coletados no período de seca, do dia 26 de julho a 02 de agosto de 2012, e no período de chuvas, foram coletados os dados de 25 plantas, dividido em 5 exemplares de cada espécie, nos dias 22 e 23 de novembro de 2012.



**Figura 28. Coleta de dado fora da copa. Foto: Autor.**



**Figura 29. Coleta de dados sob a copa. Foto: Autor.**

Os dados coletados foram tabulados e analisados, para avaliação do conforto térmico, método inicialmente proposto por Thom (1959), que se baseia no índice de temperatura e umidade ITU, com a equação  $[0,72 \cdot (tbs + tbu) + 40,6]$ , onde (tbs) é a temperatura de bulbo seco e (tbu) a temperatura de bulbo úmido. Porém, Buffington et al. (1981) propuseram uma reorganização na equação para o índice de Thom

(1959) entendendo que ela não contemplava a radiação solar importante indicador climático para a confecção de índice de conforto térmico, principalmente em ambientes externos (TINÔCO et al., 2007). Na nova equação foi então substituída a temperatura de bulbo seco pela temperatura de globo negro. O valor da temperatura de globo negro refere-se aos valores da incidência da radiação solar, temperatura de bulbo seco, velocidade do ar e umidade relativa do ar. Na equação mantiveram-se as constantes e a variável (tu), e a equação passou a ser,  $[0,72 \cdot (tg+tu)+40,6]$ .

O Índice Térmico Ambiental (ITU) ou Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU). Relaciona a temperatura de bulbo úmido ( $^{\circ}\text{C}$ ) como abcissa Y, com a temperatura de globo negro ( $^{\circ}\text{C}$ ) como abcissa X, ou utilizando-se a equação,  $\text{ITGU} = 0,72 \cdot (tg + tu) + 40,6$ , onde “tg” é temperatura de globo e “tu” temperatura de bulbo úmido. Ambos expressam um valor numérico encontrado na tabela de ITU que também é identifico por cor, e nos dá a informação que varia de frio intenso (cor rosa), frio (azul), conforto (verde), calor (amarelo), calor intenso (vermelho claro) e calor insuportável (roxo). A relação das cores com os valores numéricos indicam as condições ambientais, evidenciados a seguir. Com o  $\text{ITU} < 74$ : conforto térmico adequado (cor verde);  $74 < \text{ITU} < 79$ : ambiente quente, no qual se inicia o desconforto térmico, podendo causar problemas de saúde e redução no rendimento do trabalhador no ambiente externo (cor amarela);  $79 < \text{ITU} < 84$ : condições ambientais muito quentes, indicando perigo e podendo trazer consequências graves à saúde do trabalhador no ambiente externo (cor vermelha clara), e  $\text{ITU} > 84$ : indica condição extremamente quente, com risco muito grave à saúde do trabalhador no ambiente externo (cor roxa) quadro 7.

Para as análises dos dados coletados das cinco espécies de maior incidência encontradas no levantamento arbóreo na cidade de Uruaçu, utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso. Montaram-se 5 blocos, contendo cada um 20 plantas da mesma espécies, num total de 100 plantas analisadas.

Os dados foram tabulados e tratados estatisticamente, adotando-se um nível de significância de 5 % ( $P=0,05$ ), pelo modelo estatístico de Anova e Teste de Tukey para isso utilizou-se o programa da Microsoft® (Excel Professional Plus 2010), e o programa estatístico Graph Pad Prism® (version 5.04), na comparação entre as espécies.

A coleta de dados se processou a partir de um transecto pré-estabelecido como já visto na figura 4, estas ocorreram no horário das: 08:00 horas as 11:30 horas e das 14:30h as 17:30 horas, entre os dias 26/07 e 02/08 de 2012, período de clima seco.

A escolha das plantas foi ao acaso, obedecendo ao critério de tamanho, partindo da base do caule no solo até aproximadamente 3,0 metro de altura do início da copa, limite para que não houvesse um distanciamento elevado entre os instrumentos e a copa, o que poderia interferir nos resultados.

A localização dos instrumentos no ambiente denominado Fora da Copa foi ao acaso e sempre ao sol, o tempo de medição foi de no mínimo de 15 minutos para a estabilização dos termômetros e definir a nova medição. Nas medições denominadas Sob a copa, também foi mantido os 15 minutos no mínimo.

A localização dos instrumentos sob a copa fora hora instalado no tripé ou pendurado nos galhos, sempre obedecendo à altura máxima estimada.

Em cada ponto de coleta sempre foram utilizadas cinco plantas das espécies selecionadas para que fosse possível comparar os dados coletados na mesma região. Coletou-se os dados em lotes de 5 plantas distribuídas em 20 regiões que abrangeu todos os setores da cidade de Uruaçu, totalizando 100 plantas.

Num segundo momento e utilizando-se do mesmo método, as medições ocorreram na estação das chuvas, nos pontos de coleta e com plantas georeferenciadas anteriormente. Porém coletou-se os dados de 5 espécies em 5 pontos da cidade, totalizando 25 plantas.

As variáveis climáticas coletadas foram: a umidade relativa do ar, a temperatura ambiente, a temperatura de bulbo úmido e a temperatura de globo negro. Estas variáveis foram utilizadas para a comparação entre as espécies sob a copa e estas com o meio ambiente fora da copa, para a avaliação do conforto térmico que as espécies poderão oferecer.

## **2.2- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As variáveis analisadas foram as de temperatura do ar, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo negro e umidade do ar.

Em uma avaliação geral das médias encontradas, foi possível identificar que houve pouca diferença entre elas, com exceção das médias de globo negro, onde está inserida a radiação solar, evidenciando como as folhas das árvores retêm essa radiação, apresentando uma diferença de 9,1°C a menos sob a copa do Jambo em comparação a fora a copa, seguido pelo Oiti com diferença de 8,4°C.

Nas Tabelas de 1 a 6, estão dispostas as médias simples e suas diferenças entre as variáveis de máximo e mínimo, fora da copa (FC) e sob a copa (SC), no período de seca, das cinco espécies arbóreas de maior incidência encontrada.

**Tabela 2**

	<b>Médias de Temperatura Mínima Fora da Copa e Sob a Copa - Período de Seca</b>				
	<b>OITI</b>	<b>FICUS</b>	<b>SETE COPAS</b>	<b>JAMBO</b>	<b>SIBIPIRUNA</b>
<b>Média FC</b>	28,1	29,0	29,7	27,8	27,2
<b>Média SC</b>	27,9	29,0	28,9	27,6	27,1
<b>Diferença</b>	0,3	0,0	0,8	0,1	0,1

**Tabela 3**

	<b>Médias de Temperatura Máxima Fora da Copa e Sob a Copa – Período de Seca</b>				
	<b>OITI</b>	<b>FICUS</b>	<b>SETE COPAS</b>	<b>JAMBO</b>	<b>SIBIPIRUNA</b>
<b>Média FC</b>	34,6	36,3	35,8	37,3	38,3
<b>Média SC</b>	33,3	33,1	33,1	32,2	34,8
<b>Diferença</b>	1,3	3,2	2,7	5,1	3,5

**Tabela 4**

**Médias da Umidade Relativa do ar Mínima  
Fora da Copa e Sob a Copa – Período de Seca**

	OITI	FICUS	SETE COPAS	JAMBO	SIBIPIRUNA
<b>Média FC</b>	14,0	14,0	16,5	15,4	15,7
<b>Média SC</b>	13,8	15,0	16,5	15,4	15,3
<b>Diferença</b>	0,3	1,0	0,0	0,0	0,4

**Tabela 5**

**Média da Umidade Relativa do ar Máxima  
Fora da Copa e Sob a Copa – Período de Seca**

	OITI	FICUS	SETE COPAS	JAMBO	SIBIPIRUNA
<b>Média FC</b>	27,0	26,9	24,5	24,9	23,1
<b>Média SC</b>	26,9	26,0	26,4	27,4	26,2
<b>DIFERENÇA</b>	0,1	0,9	1,9	2,6	3,1

**Tabela 6**

**Médias da Temperatura de Bulbo Úmido  
Fora da Copa e Sob a Copa – Período de Seca**

	OITI	FICUS	SETE COPAS	JAMBO	SIBIPIRUNA
<b>Média FC</b>	19,2	19,0	19,1	19,2	18,9
<b>Média SC</b>	17,8	18,1	17,8	17,9	18,0
<b>Diferença</b>	1,3	0,8	1,3	1,3	0,9

**Tabela 7**

**Médias da Temperatura de Globo Negro  
Fora da Copa e Sob a Copa - Período de seca**

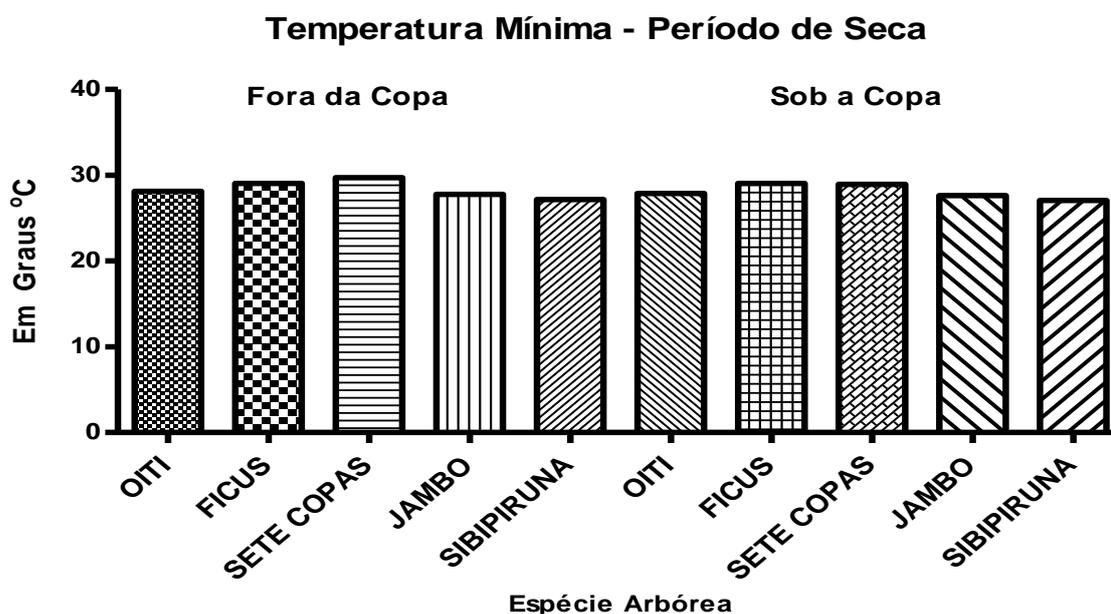
	OITI	FICUS	SETE COPAS	JAMBO	SIBIPIRUNA
<b>Média FC</b>	39,0	38,0	39,1	40,0	37,6
<b>Média SC</b>	30,6	31,2	31,4	30,9	31,0
<b>Diferença</b>	8,4	6,8	7,7	9,1	6,6

As Figuras 30 a 46 demonstram os resultados das análises estatísticas das variáveis, com os modelos estatísticos Anova em análises não paramétricas em colunas, e Teste de Tukey, de comparação e correlação.

Os resultados numéricos estão representados pelos gráficos e evidenciam a comparação entre as variáveis de temperatura do ar, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo negro, umidade relativa do ar nos períodos de seca e de chuva. Para a indicação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU, utilizou-se da equação de Buffington, com os dados tabulados das temperaturas de globo negro e de bulbo úmido.

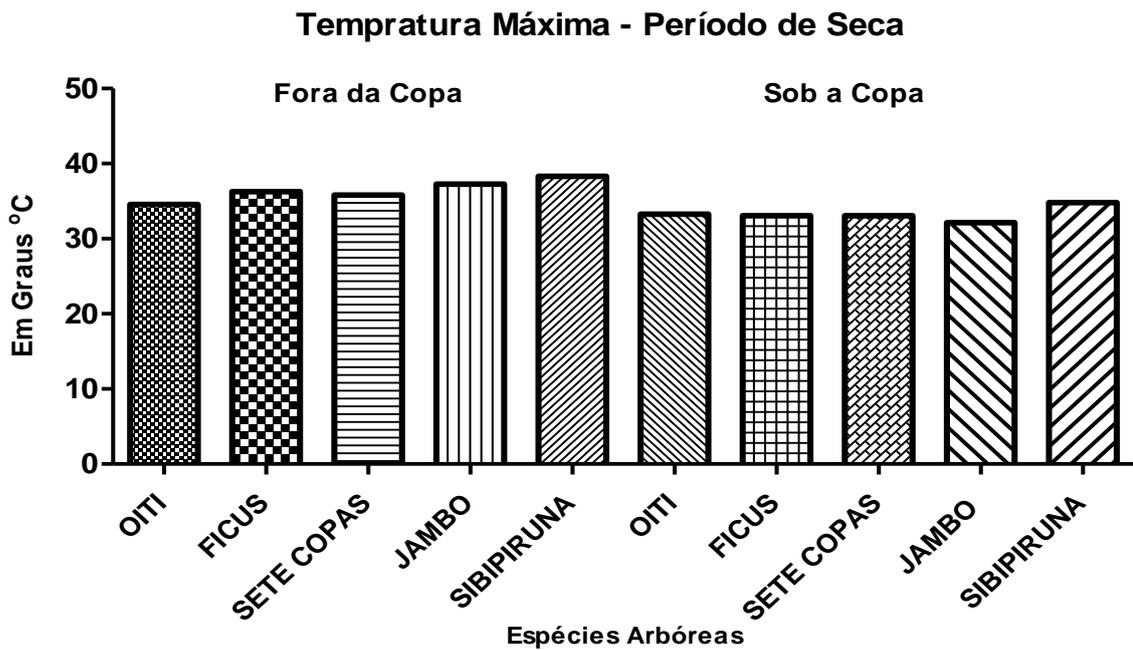
A Figura 30 mostra a relação dos valores encontrados na temperatura mínima de cada espécie fora da copa e sob a copa, no período de seca. Comparando-se a variação da temperatura entre as espécies fora da copa com sob a copa, estas se mostram com pouca variação. Com relação á temperatura mínima entre as espécies sob a copa a fícus e sete-copas ficaram ligeiramente acima das demais.

**Figura 30**



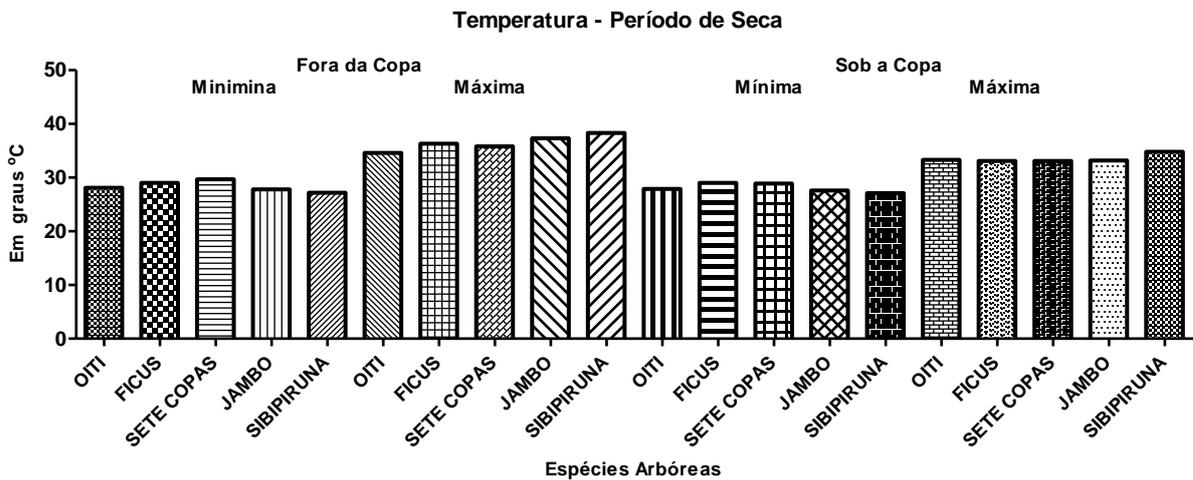
A Figura 31 evidencia as médias da temperatura máxima fora da copa e sob a copa das espécies em período de seca. Neste pode-se observar que ocorreu uma redução da temperatura máxima sob a copa com relação á temperatura fora da copa. A temperatura máxima sob a copa entre as espécies manteve-se praticamente igual, não apresentando diferença estatística entre elas.

**Figura 31**



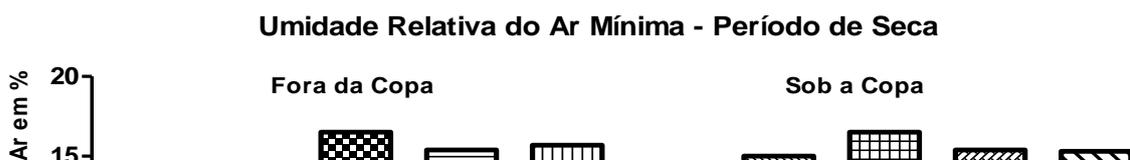
A Figura 32 demonstra que houve redução na temperatura sob a copa em relação fora da copa, mas entre as espécies sob a copa não houve diferença estatística.

**Figura 32**



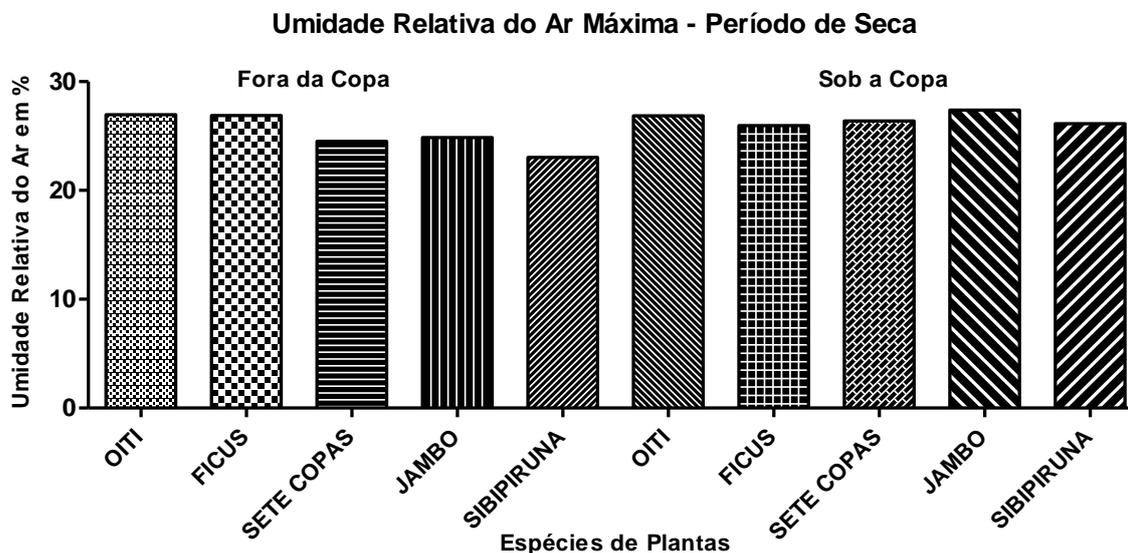
A Figura 33 mostra a umidade relativa do ar mínima no período de seca, indicando que houve variação entre as espécies. Em sob a copa a sete copas se mostrou com maior umidade e o oiti com a menor umidade.

**Figura 33**



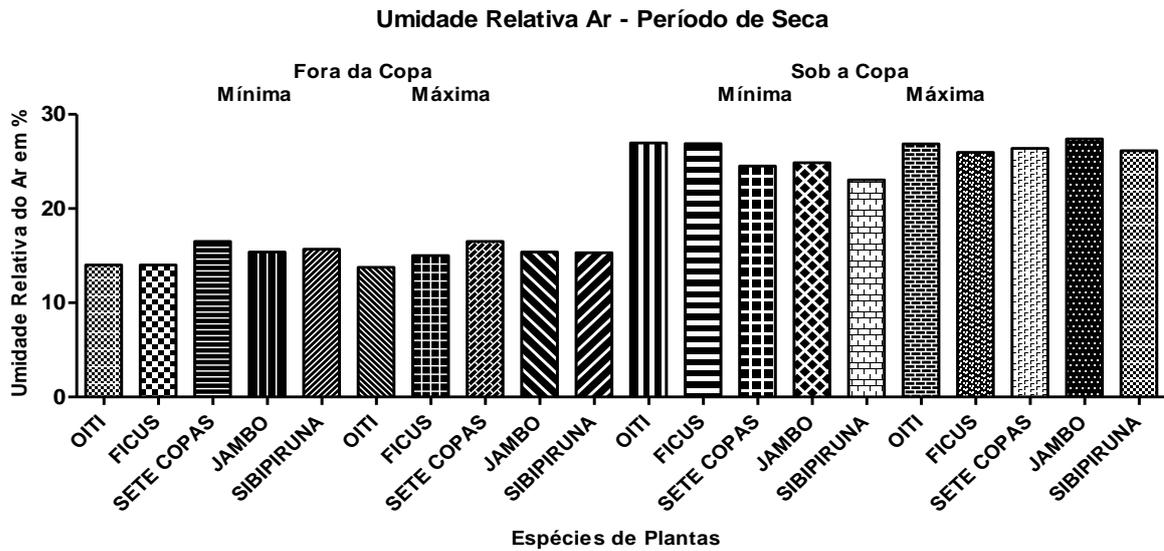
A Figura 34 mostra a umidade relativa do ar máxima em período de seca. Essa variável mostrou-se praticamente constante entre as espécies vegetais.

**Figura 34**



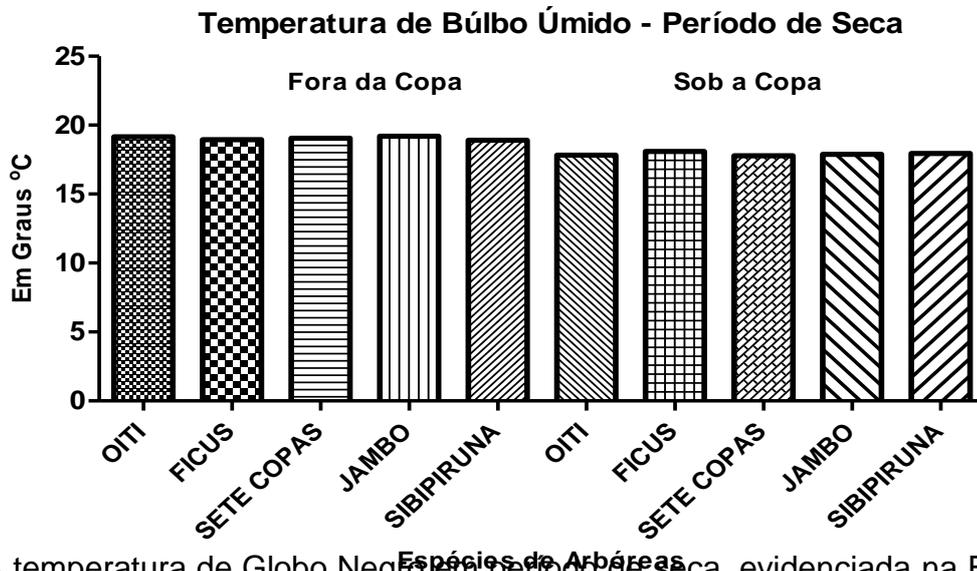
Com relação á umidade relativa do ar no período de seca, entre fora da copa e sob a copa, a Figura 35, evidencia que houve significativa elevação da umidade sob a copa com relação fora da copa. Entre a relação da umidade máxima e mínima sob a copa, o oiti e o fícus foram os que obtiveram maior umidade mínima, e o oiti e o jambo os que obtiveram maior umidade máxima, porém a umidade máxima sob a copa apresenta-se com pouca variação entre as espécies.

**Figura 35**



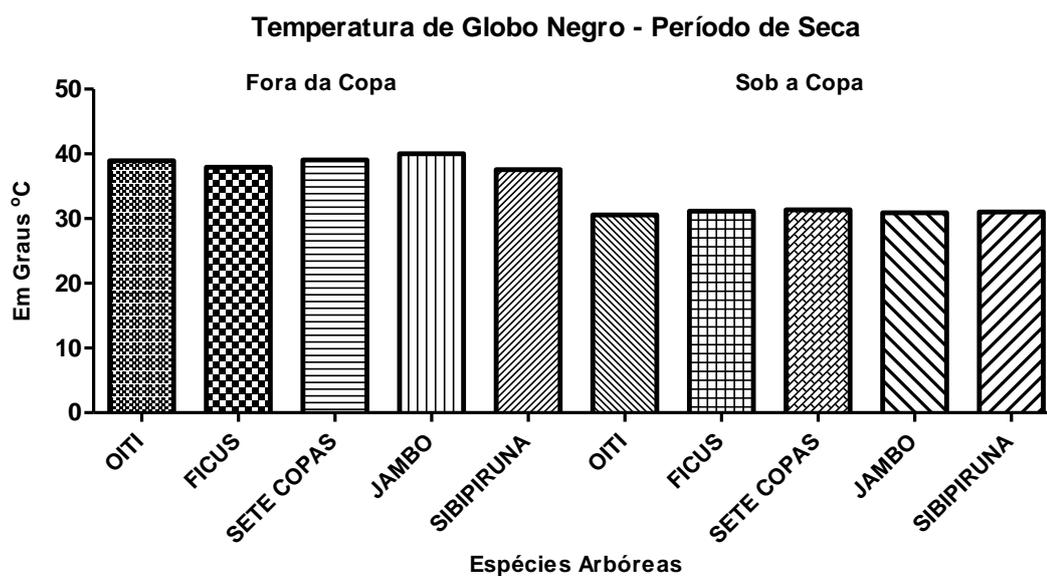
A Figura 36 mostra a temperatura de bulbo úmido em período de seca, se mostrou com pouca variação sob a copa entre as espécies, indicando redução na temperatura com relação a fora da copa.

**Figura 36**



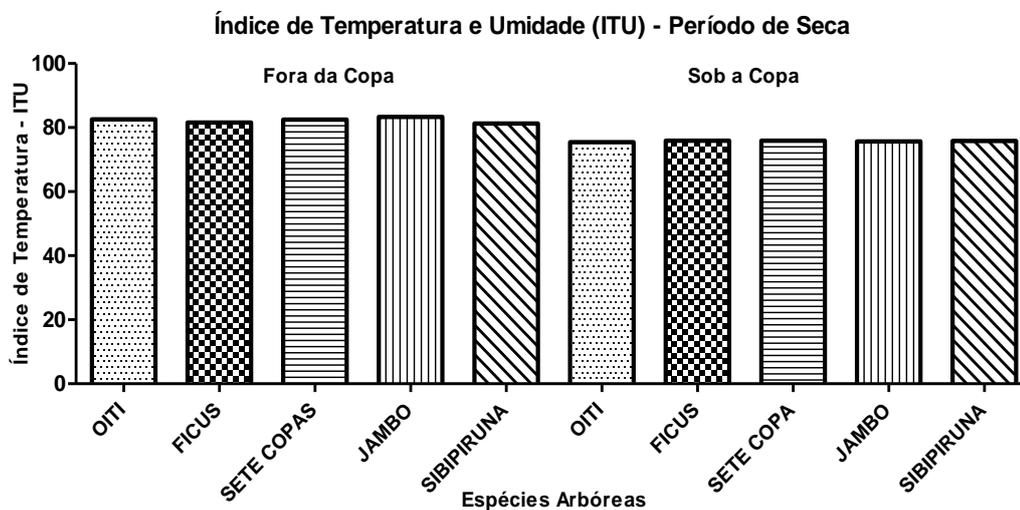
A temperatura de Globo Negro em período de seca, evidenciada na Figura 37, mostra que sob a copa entre as espécies praticamente não ocorreu variação, mas na comparação entre fora da copa e sob a copa, a temperatura de globo negro mostra-se com redução significativa, essa redução se deve a captura da radiação solar (raios ultravioleta e infravermelho) pelas folhas das copas das árvores.

**Figura 37**



A Figura 38 indica o valor de ITU ou ITGU, que se mostrou linear, com mínima variação de fora da copa para sob a copa, em que todas as espécies se mantiveram praticamente iguais.

**Figura 38**

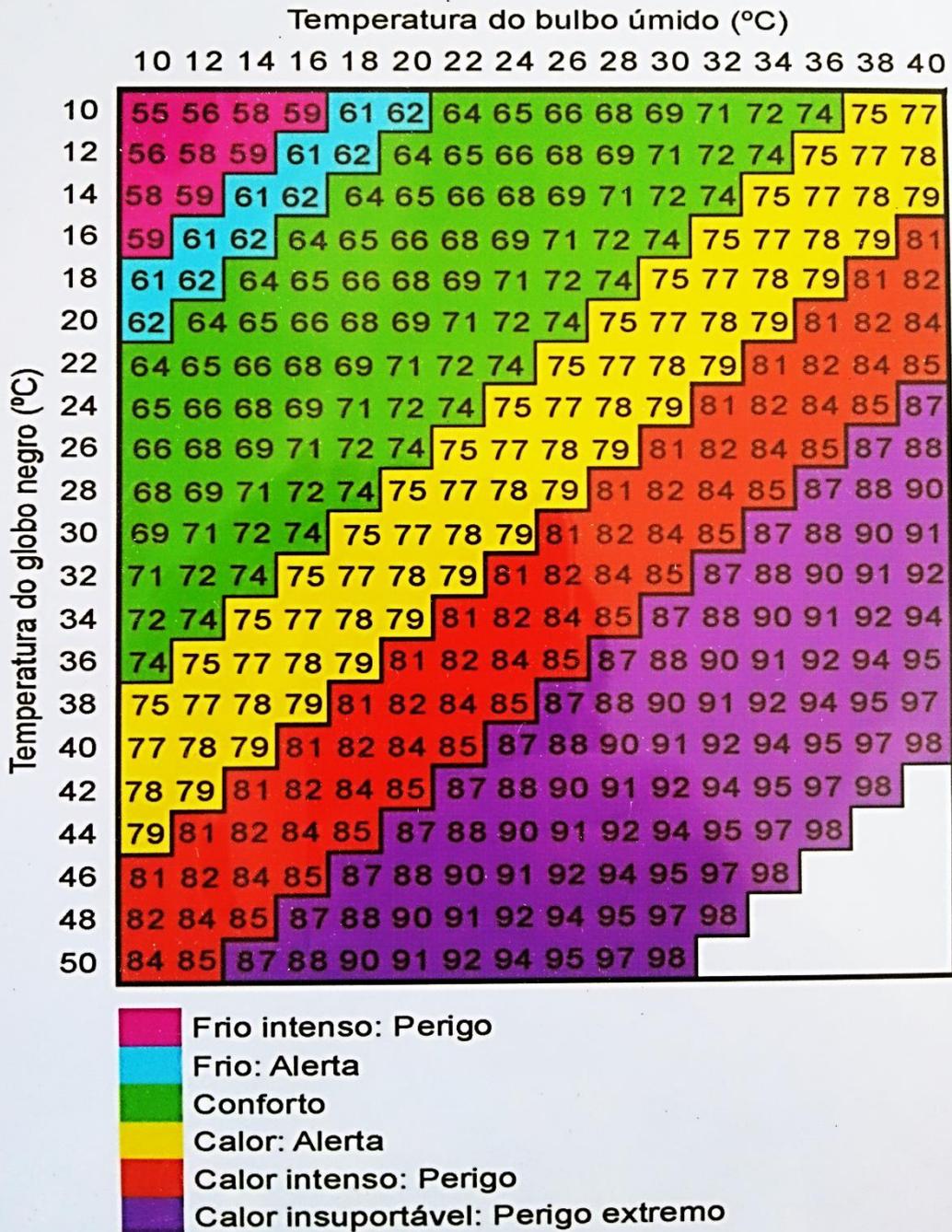


**Tabela 8**

# Índice Termico Ambiental

Índice de temperatura de globo e umidade

$$ITU = 0,72 (tg + tu) + 40,6$$



Fonte: Thom, 1959. Adaptado a equação de Buffington, 1981. Colorizado para melhor visualização.

Tabela 9

Conforto Térmico das Espécies Arbóreas Fora da Copa

Índice de Temperatura e Umidade - ITU ou ITGU  
Fora da Copa

OITI	OITI	FICUS	FICUS	SETE COPAS	SETE COPAS	JAMBO	JAMBO	JAMBO	JAMBO	SIBIPIRUNA	SIBIPIRUNA
82	Calor Intenso	84	Calor Intenso	89	Calor Insuportável	81	Calor Intenso	75	Calor Intenso	75	Calor
85	Calor Intenso	83	Calor Intenso	88	Calor Insuportável	86	Calor Insuportável	78	Calor Insuportável	78	Calor
83	Calor Intenso	80	Calor	80	Calor	83	Calor Intenso	78	Calor Intenso	78	Calor
77	Calor	79	Calor	83	Calor Intenso	83	Calor Intenso	87	Calor Intenso	87	Calor Insuportável
83	Calor Intenso	77	Calor	83	Calor Intenso	83	Calor Intenso	85	Calor Intenso	85	Calor Intenso
85	Calor Intenso	85	Calor Intenso	85	Calor Intenso	85	Calor Intenso	90	Calor Intenso	90	Calor Insuportável
85	Calor Intenso	90	Calor Insuportável	82	Calor Intenso	90	Calor Insuportável	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso
85	Calor Intenso	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso	90	Calor Insuportável	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso
82	Calor Intenso	80	Calor	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso	79	Calor Intenso	79	Calor
79	Calor	80	Calor	79	Calor	79	Calor	79	Calor	79	Calor
82	Calor intenso	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso	83	Calor Intenso	83	Calor Intenso
85	Calor intenso	84	Calor Intenso	85	Calor Intenso	85	Calor Intenso	85	Calor Intenso	85	Calor Intenso
84	Calor intenso	74	Conforto	74	Conforto	85	Calor Intenso	79	Calor Intenso	79	Calor
80	Calor	82	Calor Intenso	80	Calor	80	Calor	81	Calor Intenso	81	Calor Intenso
83	Calor intenso	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso	83	Calor Intenso	80	Calor	80	Calor
83	Calor intenso	83	Calor Intenso	83	Calor Intenso	83	Calor Intenso	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso
83	Calor intenso	83	Calor Intenso	85	Calor Intenso	85	Calor Intenso	84	Calor Intenso	84	Calor Intenso
85	Calor intenso	79	Calor	85	Calor Intenso	81	Calor Intenso	74	Conforto	74	Conforto
79	Calor	80	Calor	81	Calor Intenso	80	Calor	80	Calor	80	Calor
81	Calor Intenso	83	Calor Intenso	80	Calor	80	Calor	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso
82	Calor Intenso	82	Calor Intenso	82	Calor Intenso	83	Calor Intenso	83	Calor Intenso	83	Calor Intenso

Tabela 10

Conforto Térmico das Espécies Arbóreas Sob a Copa Período de Seca

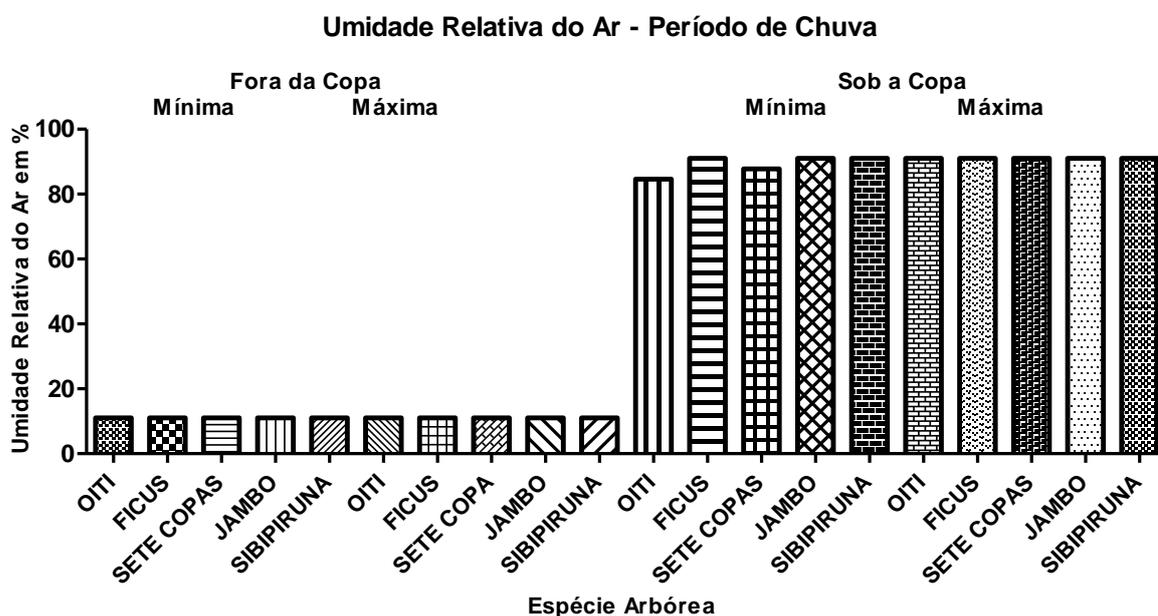
Índice de Temperatura e Umidade - ITU ou ITGU  
Sob a Copa

OITI	OITI	FICUS	FICUS	SETE COPA	SETE COPAS	JAMBO	JAMBO	SIBIPIRUNA	SIBIPIRUNA
69	Conforto	75	Calor	77	Calor	72	Conforto	75	Calor
74	Conforto	79	Calor	79	Calor	77	Calor	78	Calor
79	Calor	77	Calor	75	Calor	77	Calor	78	Calor
75	Calor	75	Calor	75	Calor	77	Calor	78	Calor
73	Conforto	77	Calor	75	Calor	77	Calor	77	Calor
75	Calor	76	Calor	77	Calor	78	Calor	80	Calor
77	Calor	78	Calor	78	Calor	77	Calor	77	Calor
79	Calor	74	Conforto	79	Calor	77	Calor	74	Conforto
77	Calor	74	Conforto	76	Calor	77	Calor	74	Conforto
72	Conforto	75	Calor	69	Conforto	72	Conforto	73	Conforto
79	Calor	79	Calor	77	Calor	77	Calor	77	Calor
77	Calor	77	Calor	77	Calor	77	Calor	78	Calor
77	Calor	75	Calor	75	Calor	76	Calor	74	Conforto
70	Conforto	74	Conforto	73	Conforto	72	Conforto	73	Conforto
76	Calor	74	Conforto	76	Calor	76	Calor	72	Conforto
76	Calor	77	Calor	77	Calor	77	Calor	79	Calor
77	Calor	78	Calor	79	Calor	79	Calor	77	Calor
80	Calor	76	Calor	78	Calor	72	Conforto	74	Conforto
75	Calor	74	Conforto	73	Conforto	72	Conforto	74	Conforto
72	Conforto	74	Conforto	73	Conforto	74	Conforto	74	Conforto
75,4	Calor	76	Calor	76	Calor	76	Calor	76	Calor

## PERÍODO DE CHUVA

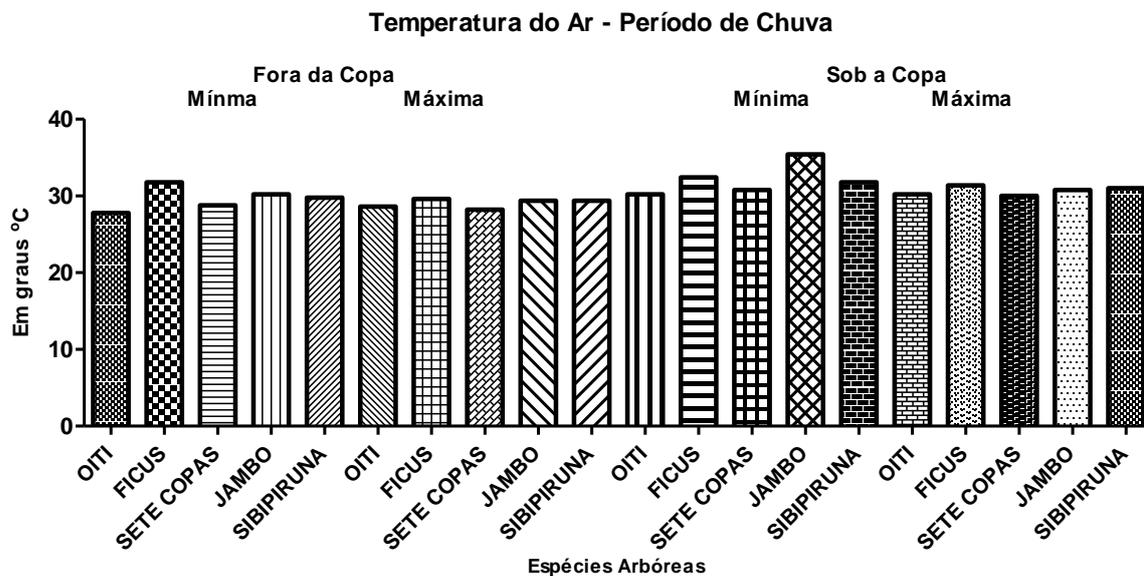
No período de chuva ocorreu uma diferença de aproximadamente de 80% mais umidade do ar sob a copa das árvores do que fora das copas como a Figura 39. Porém a umidade relativa do ar, máxima e mínima entre as espécies, fora da copa como sob a copa, não mostrou diferença estatística.

Figura 39



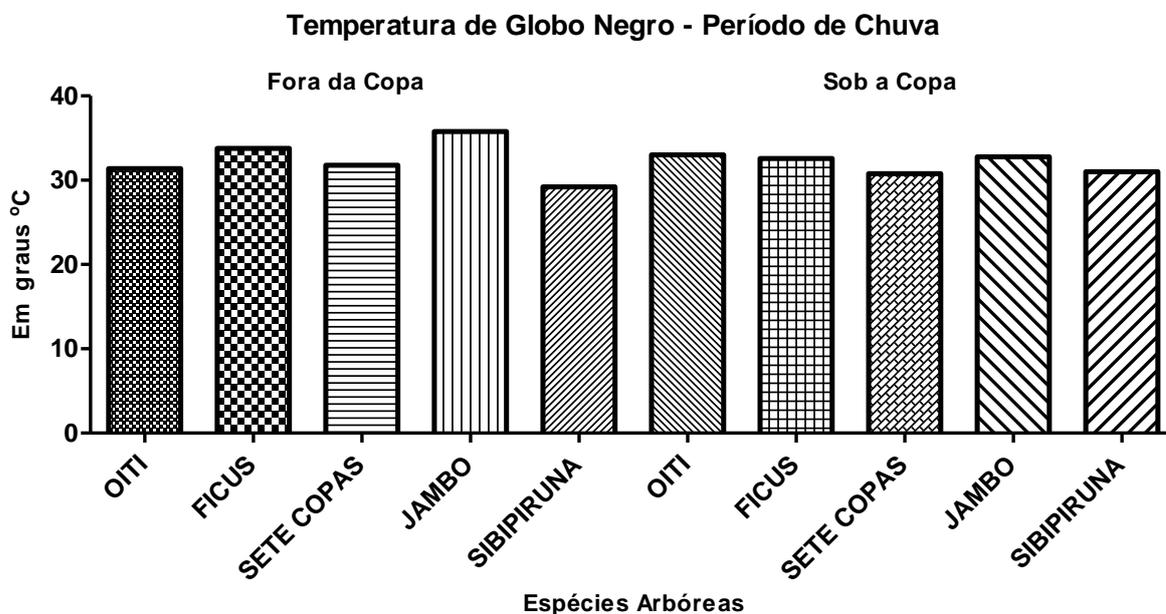
Na análise da Figura 40, no período de chuva, é possível identificar que a temperatura do ar, apresentou-se praticamente igual entre as espécies, tanto fora da copa como sob a copa, com elevação sob a copa do Jambo em temperatura mínima. Porém os dados da temperatura do ar não apresentaram diferença estatística.

Figura 40



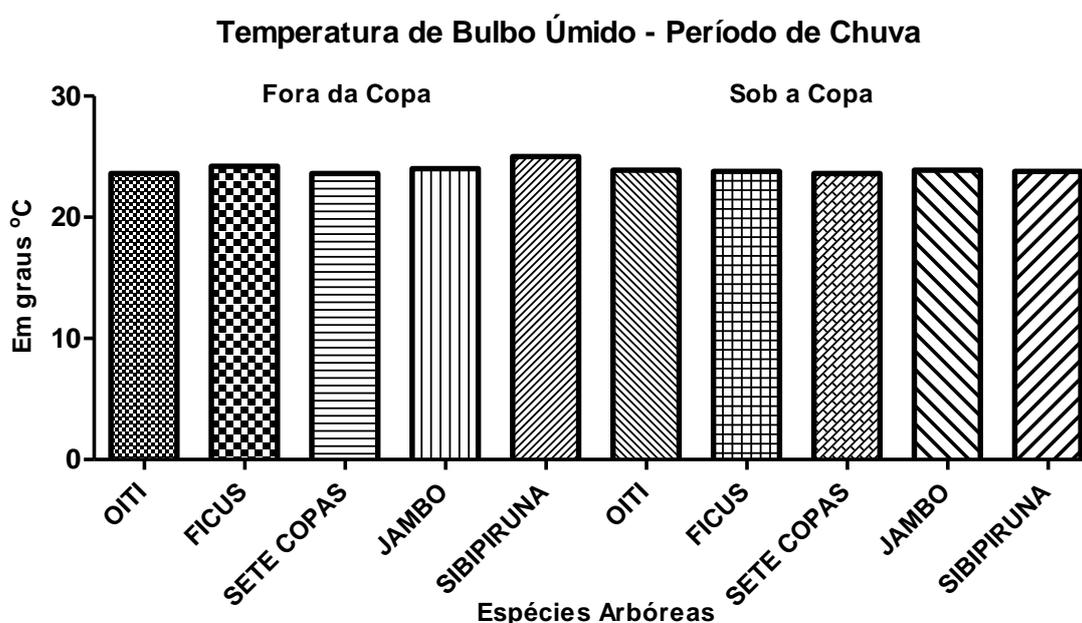
Para a temperatura de globo negro a Figura 41 mostra que ocorreu diferença entre as variáveis de fora da copa para sob a copa, porém sob a copa, as variáveis, não apresentaram diferenças estatísticas.

Figura 41



A Figura 42, mostra a temperatura de bulbo úmido em período de chuva que se mantiveram constantes na comparação fora da copa e sob a copa e entre as espécies sob a copa, não apresentando diferenças estatísticas.

**Figura 42**



AS Tabelas 10 e 11, mostram os valores e a cor representativa do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) após cálculo da equação de Buffington, no período de chuvas.

**Tabela 11**

**Índice de Temperatura e Umidade (ITU)  
Fora da Copa - Período de Chuva**

	Tg	Tu	Valor na EB	Índice Térmico
OITI	31,4	23,6	80	Calor Intenso
FICUS	33,8	24,2	82	Calor Intenso
SETE COPAS	31,8	23,6	80	Calor Intenso
JAMBO	35,8	24,0	84	Calor Intenso
SIBIPIRUNA	29,2	25,0	80	Calor Intenso

Tg – Média da Temperatura de Globo Negro

Tu – Média da Temperatura de Bulbo Úmido

EB – Equação de Buffington =  $0,72 (Tg+Tu)+40,6$

Tabela 12

**Índice de Temperatura e Umidade (ITU)  
Sob a Copa - Período de Chuva**

	Tg	Tu	Valor na EB	Índice Térmico
OITI	33,0	23,9	82	Calor Intenso
FICUS	32,6	23,8	81	Calor Intenso
SETE COPAS	30,8	23,6	80	Calor Intenso
JAMBO	32,8	23,9	81	Calor Intenso
SIBIPIRUNA	31,0	23,8	80	Calor Intenso

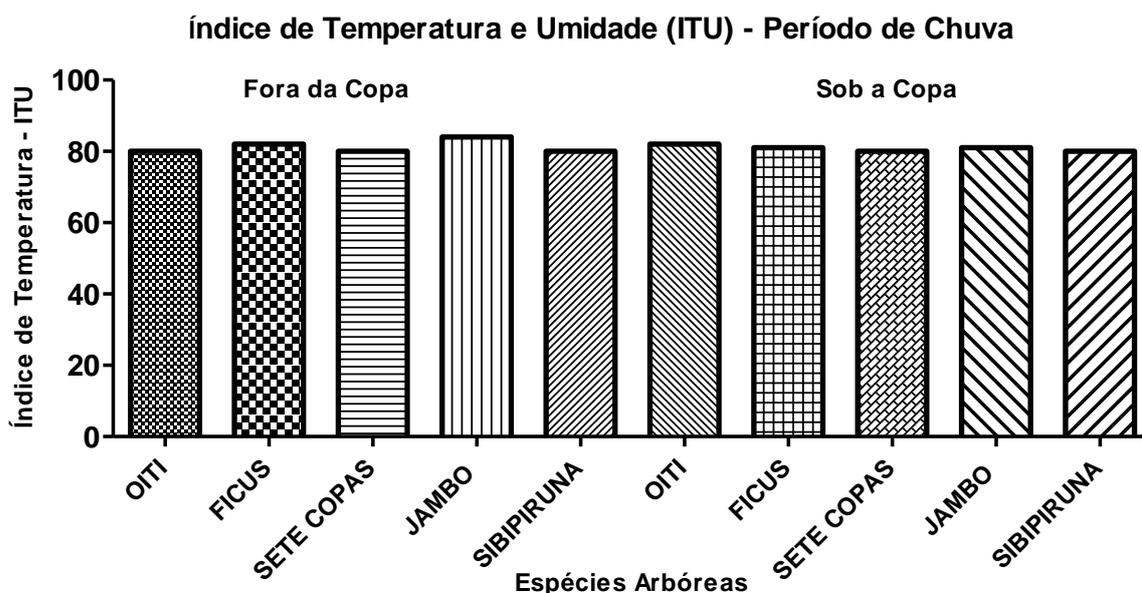
Tg – Média da Temperatura de Globo Negro

Tu – Média da Temperatura de Bulbo Úmido

EB – Equação de Buffington =  $0,72(Tg+Tu)+40,6$

Em análise dos valores do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), na comparação entre fora da copa e sob a copa, constatou-se que não houve diferença estatística, equiparando-se os valores de ITU como pode ser acompanhado na Figura 43.

Figura 43



Em análise das Figuras 44 e 45 do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), nos períodos de seca e de chuvas, fora da copa e sob a copa das árvores, pode ser constatado que não há diferença estatística.

Figura 44

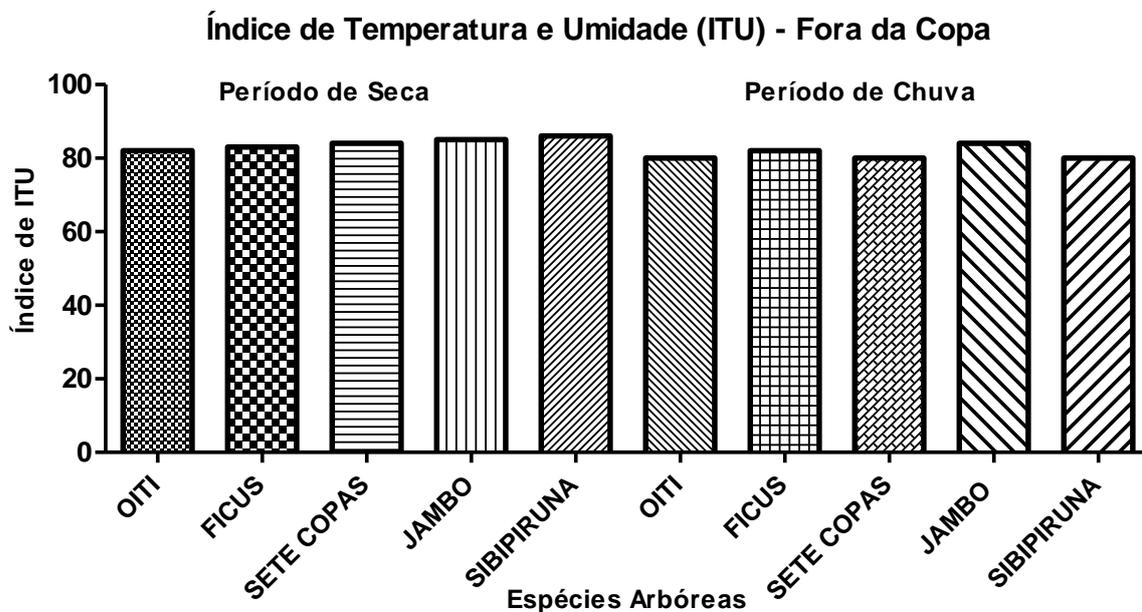
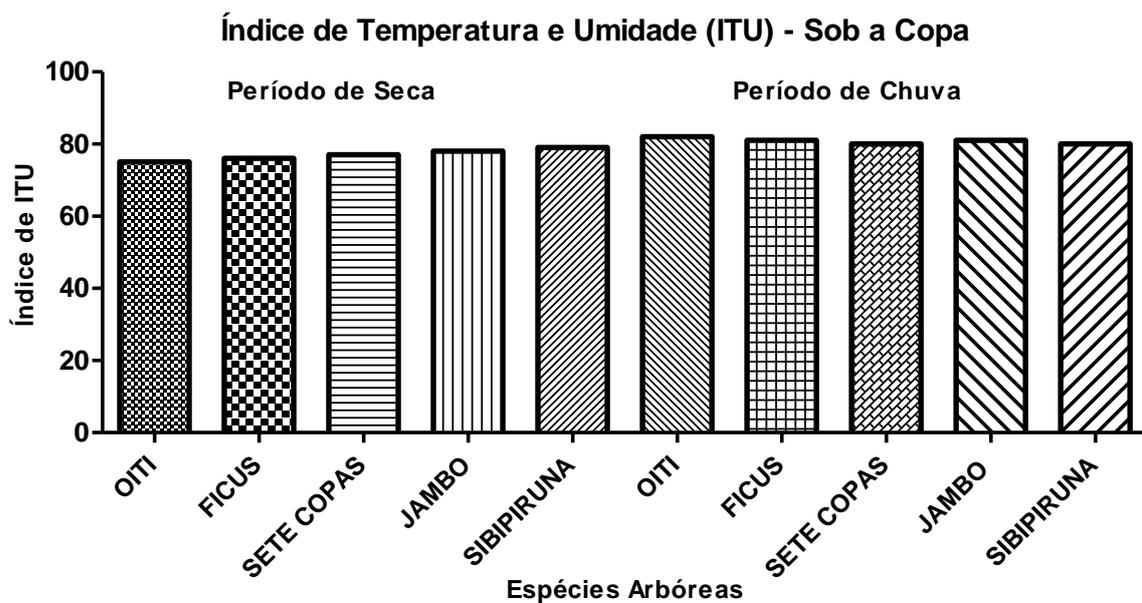
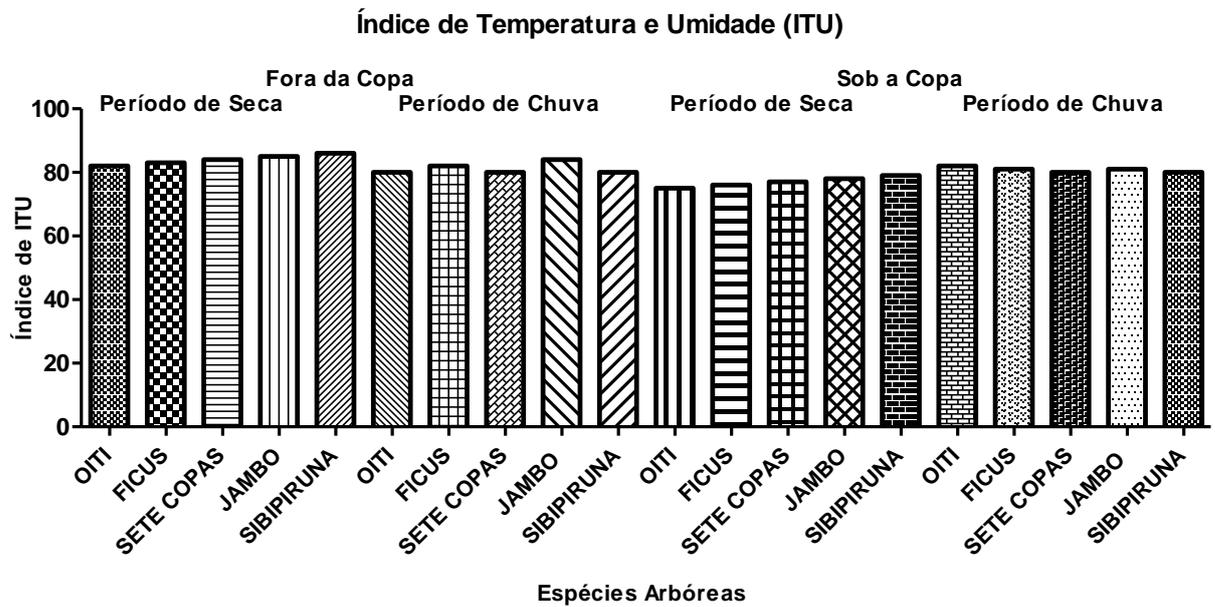


Figura 45



Na Figura 46, pode ser visualizada a resultante da equação de Buffont, aplicado ao índice de Temperatura e Umidade (ITU) do período analisado. Embora os valores não demonstrem diferenças estatísticas, há redução nos valores do ITU, sob a copa das árvores, com relação a fora da copa das árvores, evidenciando ainda que no período de seca o (ITU) mostra-se minimamente menor que no período de chuva.

**Figura 46**



## CONCLUSÃO

A partir da quantificação e qualificação da arborização da Cidade de Uruaçu, foram identificadas 1817 plantas, distribuídas em 32 Famílias, 58 Espécies, destas 65,10% são de plantas nativas e 34,90% de plantas exóticas.

Dentre as 1817 plantas identificadas, foram selecionadas as cinco espécies arbóreas de maior incidência em condições de análise do conforto térmico por elas produzido. Estas foram: *Licania tomentosa* (Oiti) com 733 exemplares, *Ficus benjamina* L. (Ficus) com 152 exemplares, *Terminalia catappa* (Sete Copas) com 128 exemplares, *Syzygium malaccense* (L.) (Jambo) com 96 exemplares e *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Sibipiruna) com 91 exemplares.

Todas as espécies se mostraram eficientes para o Conforto Térmico, elevando a umidade e reduzindo a temperatura e a radiação solar sob suas copas, porém não apresentaram diferenças no Índice de Temperatura e Umidade (ITU) significativa entre si. Partindo desse princípio pode-se dizer que qualquer das espécies citadas poderá ser utilizada para a manutenção do conforto térmico em uma cidade. Porém ressalta-se que por se tratarem de plantas de grande porte poderão ser indicadas para a arborização urbana, após um rigoroso estudo acompanhado de um projeto paisagístico elaborado por profissionais habilitados, para que estas não sejam plantadas em locais impróprios, podendo trazer mais prejuízos do que benefícios à cidade e sua população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, V. **ÍNDICES E ZONAS DE CONFORTO TÉRMICO**: Trabalho Programado. São Paulo: FAUUSP, 1996.

BARROS, E. F.; GUILHERME, F. A. G.; CARVALHO, R. DOS S. **ARBORIZAÇÃO URBANA EM QUADRAS DE DIFERENTES PADRÕES CONSTRUTIVOS NA CIDADE DE JATAÍ**. Revista Árvore Vol.34 nº2 Viçosa Mar./Apr. 2010

BATISTA, M. N. **A VEGETAÇÃO NA PAISAGEM URBANA - Resenha do livro: Arborização: Ensaios Historiográficos**. Rio de Janeiro, junho de 2006

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. et al. **Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows**. Transactions of the A.S.A.E., v.24, p.711-714, 1981.

COSTA, E.C.da, **FÍSICA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL**: Conforto Térmico. 4ª ed., Ed. Edgard Blücher Ltda, 2003

EXTREMAS. **CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**, Departamento de Engenharia de Produção Fundação Christiano Ottoni Escola de Engenharia da UFMG - CEEST – DEP – FCO – EEUFMG 2009.

FROTA, A.B. ; SCHIFFER, S.R. **MANUAL DE CONFORTO TÉRMICO**. 2. ed. São Paulo: Studio Nobel, 1995. 243p.Goiânia, v.8, n.15; p. 2012

GUYTON, A.C., **FISIOLOGIA HUMANA** 6ª ed., Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 1985.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades, Censo Demográfico – 2010 – <http://www.ibge.gov.br>.

LABAKI, L. C., et al. **VEGETAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS URBANOS ABERTOS**. Fórum - Mudanças climáticas e o impacto das cidades, Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LIMA, D.C.R, NUNES, L. A., SOARES, P. F. **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS LIVRES**. Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Maringá-PR, 27 e 28/08/ 2009.

LIRA-FILHO, J. A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Paisagismo**: princípios básicos. Viçosa: Aprenda Fácil, 162 p., 2001.

LOBODA, C. R.; ANGELIS. B. L. D de. **ÁREAS VERDES PÚBLICAS URBANAS: CONCEITOS, USOS E FUNÇÕES**. In: *Revista Ambiente*. PR v.1 n.1 p. 125-139 jan./jun. 2005.

LOMBARDO, M. A. **ILHAS DE CALOR NAS METRÓPOLES:** o exemplo de São Paulo. São Paulo:

LORENZI, H. **ÁRVORES BRASILEIRAS.** 2 ed. São Paulo. Ed. Plantarum, vol. 2. 1998.

LORENZI, H. **PALMEIRAS NO BRASIL** (exóticas e nativas). São Paulo: Ed. Plantarum, 1996.

LORENZI, H.; GONÇALVES, E. G. **MORFOLOGIA VEGETAL** – Organografia e Dicionário Ilustrado de Morfologia das Plantas Vasculares. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 2007.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A.V.; BACHER, L. B. **ÁRVORES EXÓTICAS NO BRASIL:** Madeiras, Ornamentais e Aromáticas. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 384 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **FRUTAS BRASILEIRAS E EXÓTICAS CULTIVADAS.** Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 2006.

LORENZI, H.; SOUZA, V. C. **BOTÂNICA SISTEMÁTICA** - Guia ilustrado para Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, Baseado em APGII. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 2005.

MARTINS JÚNIOR, O. P. **AVALIAÇÃO DOS EFEITOS AMBIENTAIS DA VEGETAÇÃO URBANA SOBRE A QUALIDADE DE VIDA EM GOIÂNIA.** Goiânia, 2001. 296 p.

MARTINS JÚNIOR, O. P. **ARBORIZAÇÃO URBANA & QUALIDADE DE VIDA: CLASSIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS LIVRES E ÁREAS VERDES.** Goiânia: Kelps, Ed. da UCG, 2007. 312 p

MATOS, E.C.do A., NASCIMENTO-JÚNIOR, J.E. do, MARIANO, D. L. da S., OLIVEIRA, A. L. de. **ARBORIZAÇÃO DO BAIRRO CENTRO DA CIDADE DE ARACAJU, SERGIPE, E SEUS ORGANISMOS ASSOCIADOS.** REVSBAU, Piracicaba – SP, v.5, n.4, p.22-39, 2010

PDAU. **Plano diretor de arborização urbana de Goiânia.** Goiânia: AMMA, 2008. Disponível em: [www.goiania.go.gov.br](http://www.goiania.go.gov.br). Acesso em março de 2010.

PAGNOSSIN, E.M., GALILEO, A. B., G. A., GRACIOLLI, M. DE A., **INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NO CONFORTO TÉRMICO HUMANO:** Bases Biofísicas. *Disciplinarum Scientia*. Série: Ciên. Biol. e da Saúde, Santa Maria, v.2, n.1, p.149-161, 2001

PIVETTA, K. F. L., SILVA FILHO, D. F. **ARBORIZAÇÃO URBANA - BOLETIM ACADÊMICO** - Série Arborização Urbana. UNESP/FCAV/FUNEP, Jaboticabal, SP – 2002.

RODRIGUES, L. G. DA S. M., RODRIGUES, F. M. **INVENTÁRIO FLORESTAL DE AMBIENTE DE CERRADO UTILIZANDO DE QUATRO TÉCNICAS DE EVANTAMENTO FLORESTAL**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 2012

ROSSATTO, D.R., TSUBOY, M.S.F., FREI, F. **ARBORIZAÇÃO URBANA NA CIDADE DE ASSIS-SP: uma Abordagem Quantitativa**. Rev. SBAU, Piracicaba, v.3, n.3, set. 2008, p. 1-16.

SEGAWA, H. **AO AMOR DO PÚBLICO: JARDINS NO BRASIL**. São Paulo: Studio Nobel, 1996.

SERPA, D. S.; MORAIS, N. A.; MOURA, T. M. **ARBORIZAÇÃO URBANA EM TRÊS MUNICÍPIOS DO SUL DO ESTADO DE GOIÁS: MORRINHOS, GOIATUBA E CALDAS NOVAS**. Revista Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU, Piracicaba – SP, v.4, n.3, p.98-112, 2009.

SILVA FILHO, D.F. et al. **LEVANTAMENTO DO POTENCIAL DE ARBORIZAÇÃO E PROPOSTA PARA TRÊS BAIRROS NO MUNICÍPIO DE PIRACICABA/SP, BRASIL**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 3, n.4, p. 20-39, 2008.

SILVA, I.M.DA., GONZALEZ, R.L., SILVA FILHO, D. F. **RECURSOS NATURAIS DE CONFORTO TÉRMICO: UM ENFOQUE URBANO**. Soc. Bras. de Arborização Urbana - REVSBAU, Piracicaba – SP, v.6, n.4, p. 35-50, 2011.

TAVARES, M. **HIGIENE DO TRABALHO Exposição Ocupacional às Temperaturas Extremas**, Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento de Engenharia de Produção Fundação Christiano Ottoni Escola de Engenharia da UFMG , *CEEST – DEP – FCO – EEUFMG 2009*

THOM, E.C. **The discomfort index**. *Weatherwise*, Boston, v.12, n.1, 1959 p.57-60.

TINÔCO, I. de F.F.et al., **AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE E DESEMPENHO DE SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO CRIADOS EM SISTEMAS EM CAMAS SOBREPOSTAS EM CONDIÇÕES DE VERÃO**. R. Bras. Zootec., v.36, n.5, p.1624-1629, 2007 (supl.).

## ANEXOS

### Anexo 1

Ficha de dados de coleta de espécies vegetais arbóreas para conforto térmico.

#### Ficha de Levantamento de Dados para Conforto Térmico em Plantas

Localização GPS: **S:** ..... / **W:** .....  
Bairro: ..... / Rua: .....

Planta: Ficus benjamina - n<sup>o</sup> ..... foto n<sup>o</sup> .....

#### **Sob a Copa:**

Temp. Max: ..... / Temp. Min: .....

Temp. Max: ..... / Umidade Relativa do Ar.....

Temp. Min: ..... / Umidade Relativa do Ar.....

Temp. do Globo ..... / Temp. do Bulbo Úmido.....

Relação Temp. Globo/ Temp. B.U. .... | .....

Velocidade do Vento ..... / Temp.....

#### **Fora da Copa:**

Temp. Max: ..... / Temp. Min: .....

Temp. Max: ..... Umidade Relativa do Ar.....

Temp. Min: ..... Umidade Relativa do Ar.....

Temp. do Globo ..... / Temp. do Bulbo Úmido.....

Relação Temp. Globo/ Temp. B.U. .... / .....

Velocidade do Vento ..... / Temp.....

**Desenvolvida pelo autor**