



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
ENGENHARIA AMBIENTAL

**THAYNARA RODRIGUES CARVALHO**

**A INFLUÊNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA A MELHORIA DO CONFORTO  
AMBIENTAL NA ÁREA URBANA DE PALMAS – TO.**

PALMAS – TO

2019

**THAYNARA RODRIGUES CARVALHO**

**A INFLUÊNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA A MELHORIA DO CONFORTO  
AMBIENTAL NA ÁREA URBANA DE PALMAS – TO.**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental, sob orientação do Prof. Renato Torres Pinheiro.

Orientador: Dr. Renato Torres Pinheiro

PALMAS – TO

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

C331i Carvalho, Thaynara Rodrigues .

A INFLUÊNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA A MELHORIA DO  
CONFORTO AMBIENTAL NA ÁREA URBANA DE PALMAS – TO. . /  
Thaynara Rodrigues Carvalho. – Palmas, TO, 2019.

51 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2019.

Orientador: Renato Torres Pinheiro

1. Arborização urbana. 2. Conforto ambiental. 3. Índices espaciais. 4.  
Áreas verdes. I. Título

**CDD 628**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

THAYNARA RODRIGUES CARVALHO

A INFLUÊNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA A MELHORIA DO CONFORTO  
AMBIENTAL NA ÁREA URBANA DE PALMAS – TO.

Monografia avaliada e apresentada à UFT –  
Universidade Federal do Tocantins, Campus  
Universitário de Palmas, Curso de Engenharia  
Ambiental para obtenção de título de bacharel e  
aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela  
Banca Examinadora.

Data de Aprovação 12 / 04 / 2019

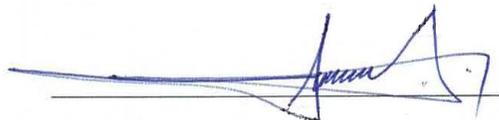
Banca Examinadora:



Prof. Dr Renato Torres Pinheiro - Orientador, UFT.



Prof.<sup>a</sup> Dr Adriana Malvásio - Examinadora, UFT.



Técnico Juarez Pereira Silva - Examinador, UFT

*Aos meus pais, irmãos e amigos que não mediram esforços para que de alguma forma eu chegasse até esta tão sonhada etapa de minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

À **Deus** por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e por todas as bênçãos que me foram concedidas.

A esta **Universidade** pela oportunidade de fazer o curso de **Engenharia Ambiental** e por me oferecer professores incríveis, além de muitos incentivos ao longo destes anos.

Aos meus pais **Valdiná** e **Maria da Conceição**, que batalharam muito para me oferecer uma educação de qualidade, e mesmo longe enfrentaram tantas dificuldades para que eu pudesse estudar e sempre estiveram ao meu lado, me apoiando em tudo.

Ao **Felipe**, meu grande incentivador, obrigada pelo carinho, paciência, companheirismo e por seus esforços em me ajudar durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus **irmãos** pelo apoio e torcida.

Aos meus **amigos**, pelos conselhos, palavras de incentivo, puxões de orelha e pelas risadas.

Agradeço ao meu professor orientador **Renato Torres Pinheiro**, o qual eu tenho grande respeito e admiração por todo o conhecimento que foi repassado a mim neste trabalho.

Obrigada a todos que de alguma forma participaram dessa minha jornada.

**Sou imensamente grata por tudo!**

## RESUMO

O crescimento e urbanização das cidades tem incitado sérios danos à condição ambiental, bem como consideráveis prejuízos sociais, econômicos e na qualidade de vida das pessoas. O aumento da temperatura é uma das alterações climáticas favorecida pelo ambiente construído devido as diferenças existentes entre as características térmicas dos materiais de construção e da vegetação. Neste trabalho, buscou-se enfatizar e refletir acerca dos inúmeros benefícios ambientais proporcionados pelas áreas verdes no espaço urbano e suas contribuições para a qualidade de vida e conforto ambiental da população. As áreas verdes são consideradas espaços livres, com predominância de vegetação arbórea, acessíveis ao uso direto da população. Desempenham diversas funções no espaço urbano, além de proporcionarem inúmeros benefícios tanto para a qualidade do meio ambiente e o equilíbrio ambiental, quanto para saúde e bem-estar da população do entorno. Das quatro quadras analisadas foram identificados 1.125 indivíduos, a diversidade encontrada nessas quadras foi bastante satisfatória. As espécies mais frequentes foram *Mangifera indica* (manga), *Tabebuia impetiosa* (ipê-rosa) e *Anacardium occidentale* (caju). Para avaliar o quantitativo de sombra e densidade de árvores nas áreas verdes de cada quadra foram utilizados índices de sombreamento arbóreo (ISA) e densidade arbórea (IDA). O índice de sombreamento arbóreo foi abaixo do recomendável em todas as quadras. Já o índice de densidade arbórea apenas uma quadra apresentou resultado acima do esperado. Portanto, é de extrema relevância estudos que discutam a importância destas áreas no espaço urbano, assim como reflexões acerca da importância do planejamento municipal e de políticas públicas, na construção de cidades ambientalmente saudáveis e sustentáveis.

Palavras chave: Arborização urbana, Conforto ambiental, Índices espaciais, Áreas verdes.

## ABSTRACT

The growth and urbanization of cities has incited serious damage to the environmental condition, as well as considerable social, economic and quality of life losses. The increase in temperature is one of the climate changes favored by the built environment due to the differences between the thermal characteristics of building materials and vegetation. In this work, it was sought to emphasize and reflect on the numerous environmental benefits provided by green areas in urban space and their contributions to the quality of life and environmental comfort of the population. The green areas are considered free spaces, with predominance of arboreal vegetation, accessible to the direct use of the population. They perform several functions in the urban space, in addition to providing numerous benefits both for the quality of the environment and the environmental balance, and for the health and well-being of the surrounding population. Of the four blocks analyzed, 1,125 individuals were identified, and the diversity found in these blocks was quite satisfactory. The most frequent species were *Mangifera indica* (manga), *Tabebuia impetiginosa* (ipê-rosa) and *Anacardium occidentale* (caju). To evaluate the amount of shade and tree density in the green areas of each block, tree shading indices (ISA) and tree density (IDA) were used. The arboreal shading index was below that recommended for all blocks. On the other hand, the tree density index was only one block higher than expected. Therefore, it is extremely relevant studies that discuss the importance of these areas in urban space, as well as reflections on the importance of municipal planning and public policies in the construction of environmentally healthy and sustainable cities.

Key words: Urban greening, Environmental comfort, Spatial indexes, Green areas.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ORGANOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DO VERDE URBANO. ....	20
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO. ....	24
FIGURA 3 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NAS QUADRAS 404 SUL, 504 SUL, 606 SUL E 704 SUL. ....	34
FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DA QUADRA 404 SUL, OS POLÍGONOS VERDES REPRESENTAM A ARBORIZAÇÃO E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS PRESENTES NAS ÁREAS VERDE DA QUADRA. ....	39
FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DA QUADRA 504 SUL, OS POLÍGONOS VERDES REPRESENTAM A ARBORIZAÇÃO E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS PRESENTES NAS ÁREAS VERDE DA QUADRA. ....	40
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DA QUADRA 606 SUL, OS POLÍGONOS VERDES REPRESENTAM A ARBORIZAÇÃO E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS PRESENTES NAS ÁREAS VERDE DA QUADRA. ....	41
FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO DA QUADRA 704 SUL, OS POLÍGONOS VERDES REPRESENTAM A ARBORIZAÇÃO E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS PRESENTES NAS ÁREAS VERDE DA QUADRA. ....	42
FIGURA 8 – ANÁLISE DO ÍNDICE DE SOMBREAMENTO ARBÓREO DAS QUADRAS RESIDENCIAIS NA REGIÃO SUDESTE DE PALMAS. ....	43

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESPÉCIES ENCONTRADAS NAS QUADRAS 404 SUL, 504 SUL, 606 SUL E 704 SUL E CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A FAMÍLIA, NOME CIENTÍFICO, NOME POPULAR, ORIGEM (O), NÚMERO DE INDIVÍDUOS (Nº) E FREQUÊNCIA (F)..... 29

TABELA 2 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA QUADRA 404 SUL E DIÂMETRO DE COPA DAS ESPÉCIES. .... 35

TABELA 3 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA QUADRA 504 SUL E DIÂMETRO DE COPA DAS ESPÉCIES. .... 35

TABELA 4 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA QUADRA 606 SUL E DIÂMETRO DE COPA DAS ESPÉCIES. .... 35

TABELA 5 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA QUADRA 704 SUL E DIÂMETRO DE COPA DAS ESPÉCIES. .... 36

TABELA 6 – ÍNDICE DE DENSIDADE ARBÓREA DE CADA QUADRA..... 41

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
3.1 CONTEXTO HISTÓRICO.....	13
3.2 ESPAÇO URBANO .....	13
3.3 ARBORIZAÇÃO DE CIDADES .....	14
3.4 MICROCLIMA URBANO E AS ILHAS DE CALOR .....	15
3.5 A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA O CONFORTO AMBIENTAL DAS CIDADES.....	17
3.6 O CONTEXTO ATUAL SOB A ÓTICA DA CIDADE DE PALMAS .....	21
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	23
4.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	24
4.3 CARACTERIZAÇÃO ARBÓREA.....	25
4.4 UNIDADES AMOSTRAIS .....	25
4.5 MENSURAÇÃO E MAPEAMENTO DA COBERTURA ARBÓREA.....	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
5.1 CARACTERIZAÇÃO ARBÓREA.....	27
5.2 SOMBREAMENTO ARBÓREO.....	35
5.3 ÍNDICES ESPACIAIS .....	38
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	45
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento das cidades e a falta de planejamento urbano tem chamado a atenção no sentido de perceber a vegetação como um componente extremamente necessário ao ambiente urbano. A arborização urbana é essencial na estrutura e dinâmica do espaço urbano, pois traz diversos benefícios tanto físicos como climáticos (ALVES et al., 2017).

Segundo Maciel, Nogueira e Nogueira (2011), o crescimento populacional intenso das últimas décadas tem contribuído para a formação das chamadas ilhas de calor nos centros urbanos, ou seja, áreas densamente construídas que apresentam temperaturas mais elevadas quando comparadas ao seu entorno. As ilhas de calor influenciam diretamente na qualidade de vida das pessoas, tornando cada vez mais necessários estudos sobre o clima nas cidades, uma vez que o homem sempre busca melhor qualidade de vida e conforto ambiental (CRUZ, 2009).

A vegetação é tida como um bom indicador de qualidade de vida da população, porém, para desenvolver seus processos fisiológicos de forma adequada é necessário encontrar um ambiente favorável ao seu crescimento (DI CLEMENTE, 2009).

Lima e Amorim (2009) acrescentam que, a qualidade ambiental resulta das interações entre as condições ecológicas, biológicas, econômicas, socioculturais, sendo necessário um equilíbrio entre os elementos da paisagem urbana através de um ordenamento do espaço, conciliando os benefícios da vegetação com os mais variados tipos de usos da terra através de um planejamento eficaz. O planejamento urbano, incluindo a criação de parques, praças, bosques e arborização de ruas, são algumas das medidas capazes de modificar o meio e atuam na melhoria do microclima das cidades (LEAL, 2012).

Além de influenciar no microclima, a vegetação também contribui para o controle da radiação solar, temperatura, umidade do ar, ação dos ventos e da chuva, além de reduzir a poluição atmosférica. Os efeitos diretos do sombreamento através da vegetação podem ser quantificados por meio das medições da temperatura na superfície de materiais expostos e protegidos pelas copas das árvores. Segundo Nince et al., (2014) uma área sombreada é pouco atingida pela radiação solar direta, assim a temperatura radiante daquela superfície é menor. Mascaró e Mascaró (2009) acrescentam ainda que áreas com agrupamentos arbóreos, a temperatura chega a ser de 3°C a 4°C menor que em áreas expostas à radiação solar.

A cidade de Palmas apresenta temperaturas elevadas e pouca nebulosidade praticamente o ano inteiro, sendo considerada uma das capitais mais quentes do Brasil. As médias mensais são superiores a 25°, podendo atingir temperaturas máximas de 41° no final do inverno (SILVA, 2004). Neste sentido, a realização de estudos visando relacionar a arborização com o conforto ambiental são de grande importância, pois possibilita trabalhar alternativas de organização dos espaços urbanos, não apenas nos critérios técnicos, mas principalmente em critérios ambientais, uma vez que o planejamento urbano, incluindo a arborização é uma das medidas mais eficientes para promover mudanças no microclima das cidades (LEAL, 2012).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente estudo tem como objetivo principal avaliar a influência das áreas verdes sobre o conforto térmico e a qualidade ambiental em quatro quadras residenciais localizadas na região Sudeste, do Plano Diretor Urbano de Palmas – TO.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar as espécies e agrupamentos arbóreos presentes nas quadras.
- Estimar a quantidade de sombra produzida pela arborização nas quadras residenciais selecionadas.
- Relacionar a quantidade de sombra produzida com as espécies e agrupamentos arbóreos das quadras residenciais selecionadas.
- Avaliar os possíveis impactos causados pelo déficit de arborização no conforto ambiental das quadras residenciais selecionadas.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Em meados do século XV o desenvolvimento urbano se iniciou na Europa, somente no século XVII surgiram as praças e jardins. Paris foi a primeira Capital a tornar obrigatória em sua legislação a arborização das avenidas, dando origem aos tão conhecidos boulevards parisienses (grandes avenidas) (TERRA, 2000).

Sob influência europeia nasceu no Brasil no século XVII o interesse por jardins, porém, o objetivo era preservar e cultivar espécies. Os jardins eram vistos apenas em propriedades religiosas e quintais de algumas residências. Havia ainda alguns hortos e jardins botânicos, cujo o objetivo era exclusivamente para a pesquisa e investigação da flora nativa (ROBBA; MACEDO, 2002).

Segundo Schuch (2006) a cidade de Recife foi um dos primeiros núcleos urbanos a possuir arborização de rua. Após a segunda Guerra Mundial com o aumento da população de classe média, houveram significativas mudanças na paisagem urbana, isso se deve a Roberto Burle Marx conhecido como pai do paisagismo tropical, artista plástico, pintor e escultor. Ele criava paisagens de formas variadas. Ligava homem e natureza em perfeita harmonia. No exterior ele projetou jardins tais como o prédio das Organizações das Nações Unidas (ONU) em Nova York, Jardim das Nações em Viena, e no Brasil o Museu de Arte Moderna no Rio de Janeiro, entre outros.

No século XX houveram novas mudanças, a busca por modernidade se intensificou e com o crescimento da urbanização e industrialização, ocorreu grande deterioração do meio ambiente urbano, distanciando cada vez mais homem e natureza (SANTOS; TEIXEIRA, 2001).

#### 3.2 ESPAÇO URBANO

O crescimento acelerado das cidades sem planejamento adequado, tem trazido características diversas ao meio ambiente, mudando de forma significativa a paisagem urbana e gerando graves problemas socioambientais (MARTINI, 2013). As ofertas de emprego nas cidades e o rápido crescimento populacional são responsáveis pelo aumento desenfreado no número de pessoas residindo em áreas urbanas.

Duarte e Serra (2003) afirmam que as cidades têm enfrentado graves crises ambientais. São diversos os problemas na atualidade, tais como: ruídos excessivos, poluição do ar e da água, escassez de recursos hídricos e energéticos, falta de tratamento adequado dos resíduos, formação

de ilhas de calor, alterações no regime de chuvas e ventos, além do aumento do consumo de energia elétrica. Isso se dá ao passo que a população cresce e as cidades se expandem de forma desordenada, aliada ainda à falta de políticas públicas eficazes, capazes de ordenar este crescimento, efeitos estes que reduzem de forma significativa a vegetação em centros urbanos (LONDE; MENDES, 2014).

As cidades deveriam conseguir suprir as necessidades básicas do homem, sejam elas culturais, sociais, econômicas ou ambientais. Porém, o que se vê hoje são infinidades de problemas ocasionados pelo planejamento mal sucedido ou a falta dele.

### 3.3 ARBORIZAÇÃO DE CIDADES

Biondi (2008) define arborização como sendo toda vegetação de porte, que compõe a paisagem urbana. A presença de vegetação nas áreas urbanas é importante para a qualidade ambiental das cidades, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente.

De acordo com Santos e Teixeira (2001) as cidades são paisagens, onde os elementos naturais e culturais se aliam, ainda que não sejam proporcionais. Os benefícios são maximizados quando a arborização é devidamente planejada, este tipo de planejamento deve levar em consideração as características locais e das espécies, o planejamento do plantio, a manutenção e monitoramento das árvores, além da execução de programas de conscientização ambiental antes da realização dos plantios.

É inegável o papel vital exercido pelas árvores para o bem-estar da população urbana. A vegetação é capaz de controlar diversos efeitos danosos ao meio ambiente urbano contribuindo de forma significativa para melhoria na qualidade de vida e no conforto ambiental das populações (VOLPE-FILIK; SILVA; LIMA, 2007).

A vegetação serve como um importante indicador de qualidade de vida da população, embora dentro de grandes núcleos urbanos as condições de desenvolvimento das espécies sejam limitadas, por causa das alterações nas características do solo, mudanças climáticas, ações predatórias, entre outras (MARTINI, 2013).

A verticalização das cidades contribui para aumentar a superfície de concreto, o qual possui alta capacidade térmica. Isso leva à diminuição da evaporação e, como consequência o aumento da temperatura, causando um maior desconforto para os usuários dos espaços urbanos.

Os materiais naturais substituídos pelas estruturas artificiais de construções urbanas, resultam na impermeabilização e compactação dos solos, provocando o aumento do escoamento superficial, que são os principais fatores responsáveis pelas enchentes urbanas (AMORIM, 2010).

O conhecimento do comportamento das espécies em relação ao microclima e conforto térmico é importante para os planejadores do ambiente construído, para que sejam incorporados no planejamento ou nas intervenções dos espaços abertos, aproveitando-se de maneira inteligente os benefícios dos indivíduos arbóreos (ABREU; LABAKI, 2010).

São inúmeros os benefícios proporcionados pela vegetação. Martini (2013) cita a redução na poluição do ar, visto que as árvores funcionam como um filtro para as partículas que o poluem, amenização de ruídos, proteção do solo, além de servir como abrigo para a avifauna local e atração turística. No entanto, o manejo inadequado ou a falta de manejo faz com que as árvores apresentem problemas fitossanitários. Grande parte desses problemas está associada à presença de cupins, formigas, brocas e/ou fungos. Estes são, em geral, responsáveis pela redução da resistência dos galhos e troncos que se rompem facilmente devido a ventos fortes, chuvas, podendo gerar transtorno à população (DAP 2015).

Além dos benefícios já citados, o de proporcionar sombra e canalizar os ventos talvez sejam os mais importantes, sendo assim um excelente regulador natural da temperatura (BARBUGLI, 2004). As copas das árvores absorvem, refletem e transmitem a energia incidente em proporções diferentes, de acordo com os comprimentos de onda da radiação. Mesmo que seja absorvida grande quantidade de energia, a temperatura da folha sofre pouca ou nenhuma alteração. Isso faz com que a temperatura continue menor que das superfícies vizinhas. Esse fato se explica por fenômenos químicos que ocorrem nas plantas, o qual parte da energia é transformada por meio da fotossíntese (BARBUGLI, 2004).

Para Romero (2000), de maneira geral, os efeitos do clima sobre seus arredores tendem a se estabilizar através da vegetação, reduzindo a possibilidade de ocorrerem extremos ambientais. A vegetação na área urbana permite a integração entre o espaço artificial ou construído a jardins, praças e parques, principalmente em regiões de clima tropical, constituindo o paisagismo e sendo eficiente na redução dos efeitos das ilhas de calor, poluição atmosférica e consumo de energia.

### 3.4 MICROCLIMA URBANO E AS ILHAS DE CALOR

As cidades são compostas por diversos microclimas, estes são realçados quando fatores climáticos locais acentuam ou atenuam fatores de origem externa, os microclimas interferem de forma decisiva no contexto macroclimático (MASCARÓ; MASCARÓ, 2009).

A própria configuração urbana contribui para a formação dos microclimas diferenciados no contexto das cidades (SILVA, 2009). Quanto mais urbanizada for a cidade maior será a área de concreto, asfalto e pavimentação – materiais que absorvem grandes quantidades de radiação solar e emitem com maior facilidade a energia térmica – e quanto menor a cobertura vegetal, maiores são os ganhos de calor da massa edificada e maior emissividade da mesma para o espaço urbano.

Através da fotossíntese há um aumento na umidificação do ar por meio do vapor d'água liberado. Um espaço coberto por grama é capaz de absorver maior quantidade de radiação solar e de irradiar uma menor quantidade de calor que qualquer outro tipo de superfície edificada, isso se explica pelo simples fato de se utilizar parte dessa energia absorvida pela planta em seu processo metabólico (ROMERO, 2000).

A emissão de poluentes, as atividades industriais, o desflorestamento e outras atividades antrópicas, no processo de urbanização provocam alterações na atmosfera urbana, gerando ilhas de calor, conforme a configuração da dinâmica do uso do espaço e resultando na diferenciação dos microclimas urbanos (PINHEIRO, 2012).

O termo ilha de calor pode ser definido como uma anomalia térmica na qual a temperatura da superfície urbana se caracteriza por ser superior em relação às periferias (CONTI, 2011). Desde o século XX este termo vem sendo abordado na literatura científica inglesa, no fim dos anos 50 já surge a ideia de que os centros urbanos são locais mais quentes, rodeados por áreas mais frescas, ou seja, com maior presença de vegetação.

Amorim (2010) cita que as ilhas de calor resultam em diversos impactos negativos, além de afetar a vida das pessoas, estando ligado diretamente ao conforto ambiental e à saúde da população, seja por problemas relacionados ao calor, como o estresse térmico ou doenças relacionadas à qualidade do ar. Para Dumke (2007) o estudo dos microclimas é de fundamental importância no planejamento das cidades, embora ainda não se tenha dado a devida relevância, o conhecimento das condições climáticas em diferentes localidades na cidade pode contribuir para a melhoria das condições de conforto humano dentro e fora das edificações, bem como para o uso racional da energia, colaborando com o desenvolvimento humano permanente.

### 3.5 A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA O CONFORTO AMBIENTAL DAS CIDADES

São definidas como áreas verdes os espaços livres onde há predominância de vegetação arbórea, não só os parques, praças e bosques, mas cemitérios, aeroportos, corredores de linha de transmissão de água, esgoto e energia elétrica, além de faixas de domínio legal para vias públicas de transmissão, como estradas e ferrovias. (BIONDI 1990 apud FIGHERA, 2005, p. 62).

Para Nucci (2001) as áreas verdes são parte integrante do sistema de espaços livres, estas áreas devem oferecer à população a possibilidade de lazer e entretenimento. Mazzei et al., (2007) enfatiza que a finalidade das áreas verdes é atender a demanda da comunidade urbana por espaços de recreação, lazer e conservação da natureza.

[...] as áreas verdes não são necessariamente voltadas para a recreação e o lazer, objetivos básicos dos espaços livres, porém devem ser dotadas de infraestrutura e equipamentos para oferecer opções de lazer e recreação às diferentes faixas etárias, a pequenas distâncias da moradia (que possam ser percorridas a pé) (MAZZEI et al., 2007, p. 39).

Romero (2001) afirma que a arborização tem grande importância no estabelecimento dos microclimas, sendo capaz de estabelecer os efeitos do clima sobre suas proximidades, reduzindo nessas áreas os extremos climáticos e desastres naturais. As áreas arborizadas diminuem a temperatura do local e proporcionam melhores condições de conforto ambiental o que torna a presença de arborização bastante recomendada principalmente para as regiões de clima quente (Almeida Júnior 2005, apud ABREU; SOUZA; TEIXEIRA, 2007).

Acredita-se que uma cidade com mais espaços públicos abertos e com oferta de áreas de recreação para a comunidade propiciam um estilo urbano mais agradável. A população das cidades sente necessidade destes espaços, onde possa encontrar um cenário tranquilo que tenha a ação de um antídoto contra as pressões e as tensões do dia-a-dia (MACEDO; SAKATA, 2002).

Mello Filho (1985) cita diversas funções e benefícios exercidos pela arborização das cidades, como:

- a) Função Química: Absorção de gás carbônico e como consequência liberação de gás oxigênio, melhorando a qualidade do ar;
- b) Função Física: Proporciona sombreamento através das copas das árvores, oferecendo proteção térmica e reduzindo os ruídos emitidos;

- c) Função Estética: Embeleza a paisagem, através da diversidade de texturas e cores das diferentes espécies que ocorrem ao longo das estações do ano;
- d) Função Ecológica: Serve de abrigo, alimento e corredor para dispersão da fauna, protegendo e adubando o solo;
- e) Função Psicológica: Influencia de maneira direta sobre a vida das pessoas, promovendo bem-estar das populações, além de proporcionar lazer e diversão;
- f) Função Climática: Através do sombreamento proporcionado pelas copas das árvores, reduz a incidência de radiação solar direta nas superfícies construídas, amenizando as temperaturas, por meio da evapotranspiração retiram calor do meio e transformam em umidade.

A conservação das áreas verdes é de extrema importância para que elas possam cumprir plenamente suas funções. As áreas verdes devem ser vistas como bens de uso comum do povo, para que as atuais e futuras gerações usufruam de seus benefícios, conforme explicito na Constituição Federal.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2005).

Mascaró e Mascaró (2009) destaca ainda que além das diversas funções, na presença de agrupamentos arbóreos, a temperatura chega a ser 3°C a 4°C menor que em áreas expostas a radiação solar. Essa diferença pode ser ainda maior com a redução do deslocamento entre as áreas ensolaradas e sombreadas com o aumento do porte da vegetação, pois a diferenciação no porte arbóreo contribui para a redução da temperatura, as várias camadas de copa ampliam a absorção da radiação solar e a estratificação da temperatura do ar sob a vegetação.

### 3.5.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS VERDES

O número de critérios para classificação de áreas verdes urbanas é um elemento importante na análise e comparação entre os índices de áreas verdes desenvolvido para diferentes localidades. Uma das dificuldades ao se considerar o verde urbano no planejamento ocorre na hora de conceituar termos utilizados pelos gestores das cidades, alguns classificam como áreas verdes, locais onde não existe sequer uma única árvore (NUCCI *et al*, 2003). Em alguns trabalhos as áreas verdes são

mapeadas sem seguir critério algum, em outros é perceptível a preocupação com uma classificação que seja a mais adequada à área de estudo.

A legislação brasileira estabelece que o município é dividido em zona urbana, zona de expansão urbana e zona rural. A zona urbana, cujo perímetro é declarado por lei, embora não esteja explícita na legislação, estaria constituída por três sistemas: espaços com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc.), espaços de construções (praças, parques, águas superficiais, etc.) e espaços de integração urbana (rede rodoferroviária) Cavalheiro *et al.* (1999 *apud* NUCCI *et al.*, 2003).

No que se refere ao direito urbanístico, a Lei 6.776/79 em seu artigo 22 estabelece para o registro de loteamento a constituição e integração ao domínio público das vias de comunicação, praças e espaços livres. Nos espaços livres estão inseridas as áreas verdes.

Os espaços livres por sua vez podem ser divididos em: áreas livres privadas, potencialmente coletivas ou públicas. São denominados espaços livres de uso público, as áreas cujo acesso da população é livre. Entre os espaços livres, temos assim as áreas verdes, onde há o predomínio de vegetação arbórea, e que englobam as praças, os jardins públicos, os parques urbanos, os canteiros centrais e trevos de vias públicas, todos com função estética e ecológica (LIMA *et al.*, 1994).

Estas áreas passam a fazer parte do domínio público municipal e em alguns deles as leis de parcelamento do solo determinam que em projetos de loteamentos sejam destinados percentuais do imóvel ao cumprimento deste fim. Isso ocorre porque as áreas verdes não têm função apenas de lazer, mas também desempenham papel de equilíbrio ambiental das cidades.

Cavalheiro e Del Picchia (1992) sugerem uma classificação para os espaços livres que pode auxiliar na diferenciação entre as áreas verdes e os outros tipos de espaços livres. Para os autores estes espaços podem ser classificados segundo o tipo, se são particulares, potencialmente coletivos ou públicos, e segundo categorias, como praças e jardins.

Buccheri e Nucci (2006) elaboraram um organograma de classificação para as áreas verdes urbanas, baseados em uma classificação já proposta por Cavalheiro *et al.* (1999).

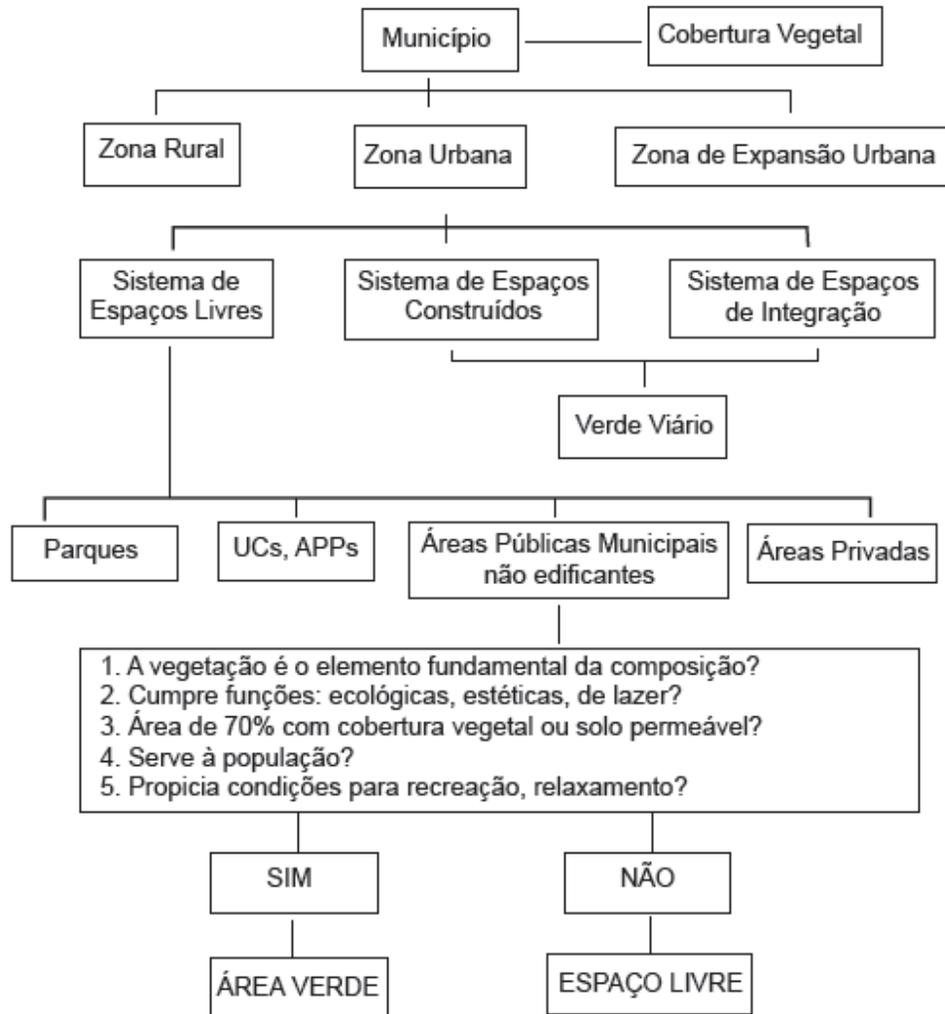


FIGURA 1 - ORGANOGrama DE CLASSIFICAÇÃO DO VERDE URBANO.  
 FONTE: NUCCI, 2004, APUD BUCCHERI FILHO, 2006. ADAPTADO PELA AUTORA.

As áreas verdes são importantes para a qualidade de vida nas cidades. Para Gangloff (1996) estas áreas valorizam o ambiente, além de promoverem excelentes oportunidades para as atividades da comunidade, criando espaços de recreação e favorecendo a estadia prazerosa dos usuários. As áreas verdes atraem também investimentos, turismo, geram novos empregos, além de representarem fontes sustentáveis de matéria-prima.

Entretanto, alguns fatores físicos e ambientais podem influenciar de maneira negativa ou positiva na qualidade desses espaços, que está de forma interligada à qualidade de vida da população, uma vez que as convivências sociais e experiências coletivas se concretizam nesses espaços. Para que estas áreas promovam de fato os benefícios já citados são necessárias ações do

poder público que visem a preservação, recuperação e manejo da arborização urbana (CABRAL, 2013).

Alguns indicadores expressam a qualidade do ambiente das cidades em especial quando se trata de vegetação urbana. O Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA) se refere ao percentual de área sombreada em relação à área total. Por meio deste índice obtém-se o potencial de sombra resultante da soma das áreas de projeção das copas. Sendo consideradas somente as áreas verdes públicas localizadas na zona urbana e ligadas ao uso direto da população (NUCCI, 2001).

### 3.6 O CONTEXTO ATUAL SOB A ÓTICA DA CIDADE DE PALMAS

Apesar de Palmas ser uma cidade relativamente nova, a capital mais jovem do Brasil criada em 1989, ainda em processo de formação e projetada com base em conceitos ecológicos, já se observa a existência de problemas decorrentes do próprio Plano Urbanístico Básico original e do processo de implantação e evolução urbana. Alguns aspectos se confrontam com princípios ecológicos e têm contribuído com a deterioração dos espaços verdes da cidade (PAZ, 2009).

Em seu processo de urbanização, tanto na implantação quanto na expansão, as áreas verdes previstas no projeto inicial não têm tido a devida importância. A maioria encontra-se sem cobertura vegetal nativa, bem como mobiliários urbanos e equipamentos recreacionais, o que dificulta o uso desses espaços e a socialização entre as pessoas (PAZ, 2009).

Segundo Antunes e Teixeira (1989) a cidade de Palmas foi pensada a partir de concepções ecológicas e humanistas. O Projeto Básico Original se fundamenta em princípios bioclimáticos para o traçado urbano, como ruas sombreadas, edifícios seguindo a orientação leste-oeste, além de espaços vegetados e áreas verdes, espaços de preservação dos corpos d'água que de acordo com os autores do projeto deveriam representar aproximadamente 23% da área urbana do plano diretor. O projeto urbanístico de Palmas foi criado a partir de uma análise detalhada do meio ambiente, do clima da região, topografia, relevo e condições dos solos.

No ano de 1989 quando se iniciaram as obras de implantação do projeto, houve a retirada da vegetação pois seriam abertas ruas e avenidas, porém, o desmatamento se deu de maneira indiscriminada, toda a vegetação presente foi arrancada e substituída por elementos estruturais e novas edificações, gerando inúmeras perdas à biodiversidade do cerrado e causando impactos ambientais que não se pode mensurar. A ausência de vegetação e a densidade das construções acentuam o efeito das ilhas de calor e aumentam o consumo de energia.

No ano de 2015 foi realizado o Diagnóstico de Arborização Urbana de Palmas, neste documento foram identificadas as boas práticas e os principais problemas ocasionados pelo manejo inadequado da arborização urbana. Este diagnóstico serviu de subsídio para a confecção do Plano de Arborização Urbana, instrumento básico da política municipal, que tem como finalidade definir as diretrizes de planejamento, implantação e manejo, sendo a arborização considerada um instrumento de desenvolvimento urbano, equilíbrio do meio ambiente e qualidade de vida da população (PMP, 2016).

No livro *O Bem Viver*, o autor Alberto Acosta nos convida a pensar a respeito das sociedades solidárias e sustentáveis baseadas no conceito Bem Viver – conceito oriundo da sabedoria indígena sul-americana que se fundamenta na convivência harmoniosa entre os seres humanos e a Natureza (ACOSTA, 2015). Com base nisto, arborizar não significa apenas plantar árvores em logradouros públicos, os plantios devem ter objetivos variados, tais como paisagismo, melhoria nos microclimas urbanos e redução da poluição. É indispensável que a população e os órgãos públicos se conscientizem e passem a valorizar os aspectos climáticos e biológicos exercidos pela vegetação no espaço urbano, e não apenas entendam a árvore como artifício decorativo para a cidade. (GOMES E SOARES, 2003).

A vegetação nativa nas quadras urbanas foi quase eliminada em sua totalidade, dando lugar a plantas exóticas e geralmente inadequadas a promover conforto ambiental à população. Nas áreas verdes os padrões estéticos foram priorizados. Para Fighera (2005) algumas praças analisadas apresentavam:

Um paisagismo voltado para os aspectos estéticos com a utilização de espécies exóticas e ornamentais. A opção por utilizar espécies exóticas compromete aspectos ecológicos importantes como: a perda da biodiversidade, a redução da biomassa, e a desconexão de corredores ecológicos. Tal opção é um contrassenso ao panorama mundial com vistas à sustentabilidade. (FIGHERA, 2005, p. 135).

A vegetação nativa do cerrado apresenta como características básicas árvores de pequeno a médio porte, com galhos tortuosos e raízes profundas, a remoção destas espécies tem destruído espaços que poderiam compor verdadeiras florestas urbanas. As perspectivas para o cerrado na área urbana de Palmas são preocupantes, pois as áreas naturais que compõem a paisagem estão ameaçadas pelo modelo de interação homem-ambiente, caracterizado pela degradação natural (FIGHERA, 2005). Portanto, o problema abordado torna-se relevante, pois interfere não só no equilíbrio ambiental como também no conforto térmico da cidade.

Figuera (2005), ainda acrescenta que a substituição da flora nativa por espécies exóticas, não só contribuem para a uniformização da paisagem, bem como altera as características do meio. Quando se opta por preservar e reintroduzir espécies nativas nas áreas verdes, principalmente em parques e praças, há promoção de ganhos ambientais, culturais e estéticos à paisagem. Além de contribuir com a memória urbana, uma vez que a vegetação faz parte da história das cidades.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

##### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Palmas, capital do estado do Tocantins, situado na região norte do Brasil, está localizado no paralelo 10°11'04" Sul e meridiano 48°20'01" Oeste (IBGE, 2014). Segundo dados do IBGE (2010) a população estimada para o ano de 2018, é de 291.855 habitantes. O município ocupa uma área de 2.218,942 km<sup>2</sup> e apresenta uma densidade demográfica de 102,9 hab/km<sup>2</sup>. De acordo com o último censo do IBGE realizado em 2010 o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM 2010) de Palmas é de 0,788.

A cidade encontra-se em uma região com terreno basicamente escarpado, de planície, entre a Serra do Lajeado e o lago da Usina Hidrelétrica de Lajeado, estando inserida no bioma Cerrado, caracterizado por possuir um solo ácido, clima seco e matas de árvores com caule finos e tortuosos, intercaladas por matas ripárias, cerradões e campos abertos (SEPLAN, 2012).

A topografia do terreno é predominantemente suave, o que confere à cidade uma fisionomia regular. A geologia é composta por bacias sedimentares e embasamentos em estilos complexos, formam a Depressão do Médio Tocantins. Segundo dados da SEPLAN (2012) o solo do município é composto por Latossolos vermelho-amarelos e Plintossolos. Os latossolos são solos de baixa fertilidade, e os plintossolos se caracterizam por apresentar camada de óxido de ferro, ou seja, são fortemente ácidos e possuem baixa fertilidade (ZARONI; SANTOS, 2015).

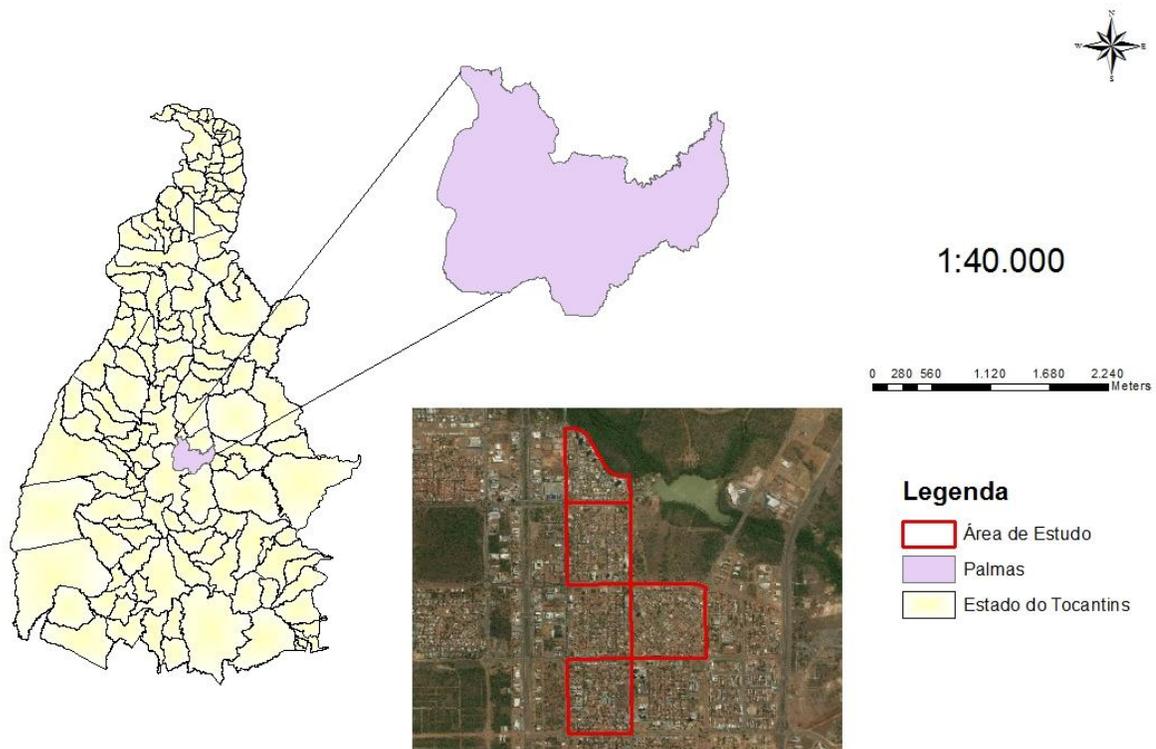


FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO.  
 FONTE: SEPLAN (2018), ELABORADO PELA AUTORA.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

O clima de Palmas conforme classificação de Koppen, é do tipo C2wa”a”, caracterizado como clima úmido, subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno. A temperatura média anual gira em torno de 26 °C sendo setembro o mês mais quente com média máxima de 36 °C e julho o mais frio, com média mínima de 15,5 °C. As precipitações caracterizam-se por dois períodos bem definidos, a estação chuvosa de outubro a abril e a estação seca, de maio a setembro. O índice pluviométrico varia entre 1.500 a 1.900 mm/ano, sendo janeiro o mês mais chuvoso e julho o mais seco, com índices de pluviosidade quase inexistentes (INMET, 2015).

A cidade de Palmas é conhecida nacionalmente como uma das cidades brasileiras com o clima muito desfavorável, proporciona à população uma sensação desagradável frente ao intenso calor, principalmente entre os meses de julho a setembro (INMET, 2015). Diante disso, possuir ruas e áreas verdes bem arborizadas é essencial para a melhoria da qualidade de vida da população.

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO ARBÓREA

O município Palmas é composto por uma vegetação característica do bioma Cerrado, com fitofisionomias que vão desde os campos abertos, passando pelos cerrados densos, cerradões e matas ripárias (SEPLAN, 2012). Essas características conferem ao município uma rica biodiversidade, muitas espécies possuem grande importância social, fornecendo recursos naturais como frutos e plantas medicinais (Mendonça et al., 2008; Felfili et al., 2008), matéria prima para confecção de artesanatos, entre outros. Mesmo sendo uma cidade planejada, o Diagnóstico da Arborização Urbana de Palmas (DAP 2015) demonstrou a existência de inúmeros locais onde a arborização é insuficiente, ou foi implantada de maneira errônea.

Segundo o Diagnóstico da Arborização de Palmas (DAP, 2015) foram colhidas informações detalhadas de 22.729 indivíduos, sendo identificadas 231 espécies pertencentes a 55 famílias. As espécies mais frequentes encontradas em Palmas foram o *Anacardium occidentale* (caju) com 1.753 indivíduos (7,71% do total amostrado), *Licania tomentosa* (oiti) com 1.671 indivíduos (7,35%), *Mangifera indica* (manga) com 1.577 indivíduos (6,94%) e o *Caryocar brasiliense* (pequi) com 1.571 (6,91%), juntas estas espécies representam 28,82% do total de indivíduos amostrados. As Famílias arbóreas com maior número de espécies foram a Fabaceae (com 45 espécies), Arecaceae (28 espécies) e Anacardiaceae, Bignoniaceae e Malvaceae (11 espécies cada). Quanto à origem, a maioria das espécies, 46,90% é nativa do cerrado, 37,17% proveniente de outros países e 15,93% oriundas de outras regiões brasileiras. 87,54% são árvores e 12,46% são palmeiras. Quanto ao porte 41,49% dos indivíduos é de médio porte, 39,30% de grande porte e 19,21% de pequeno porte. Destes, 64,19% já atingiram a idade adulta, 22,54% são ainda jovens e 13,27% mudas.

### 4.4 UNIDADES AMOSTRAIS

Foram selecionadas quatro quadras localizadas na região sudeste do Plano Diretor Urbano de Palmas: 404 Sul, 504 Sul, 606 Sul e 704 Sul, situadas respectivamente nas coordenadas 10°12'31.45"S, 48°19'40.98"O, 10°12'51.09"S, 48°19'38.34"O, 10°13'15.81"S, 48°19'17.17"O, 10°13'37.22"S, 48°19'37.43"O, localizadas próximas ao Parque Cesamar. As quadras foram escolhidas a partir da quantidade de informações contidas na base de dados e a localização a fim de se tornar viáveis as idas a campo para análise mais precisa.

De acordo com os objetivos do trabalho buscou-se encontrar na Capital áreas verdes já previstas no desenho da cidade, a fim de analisar a influência que estas áreas exercem sobre o conforto ambiental das pessoas através do quantitativo de sombra produzida pelas copas das árvores. Para isto, além do conhecimento pré-existente sobre a cidade e visitas a campo, utilizou-se como ferramenta de apoio o Google Earth versão Pro.

#### 4.5 MENSURAÇÃO E MAPEAMENTO DA COBERTURA ARBÓREA

Em cada quadra selecionada, a cobertura vegetal foi mensurada em metros quadrados através das imagens de satélite atualizadas do Programa Google Earth e imagens orbitais disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens de cada quadra de estudo foram georeferenciadas e convertidas em “shapes” e as porcentagens de área verde mensuradas através do programa de SIG – Arc-Gis 9.1.10.

A representação cartográfica das áreas verdes foi baseada em plantas baixa e mapas disponibilizados no site da Prefeitura de Palmas (GeoPalmas, 2017), foram criados polígonos (representados pela cor verde) e o somatório das áreas dos polígonos foi utilizado nos cálculos dos índices espaciais.

Para avaliar a arborização das quadras selecionadas foram utilizados os seguintes índices espaciais: Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA), segundo Lima Neto e Souza (2009) refere-se ao percentual de área sombreada em relação à área total de áreas verdes em cada quadra e o Índice de Densidade Arbórea (IDA) se refere ao número de árvores existentes a cada 100 m<sup>2</sup> de área verde. Assim, os valores obtidos demonstrarão a carência ou abundância de vegetação arbórea nas áreas verdes das quadras residenciais.

Por meio do Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA), obtém-se o potencial de sombra resultante da soma das áreas de projeção das copas, calculado pela equação 1.

$$ISA = \frac{AS(m^2)}{AT(m^2)} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

ISA = Índice de Sombreamento Arbóreo;

AS (Área sombreada) = Área ocupada pela projeção das copas das árvores;

AT (Área total) = Área em m<sup>2</sup> de cada quadra.

O Índice de Densidade Arbórea relaciona a quantidade de árvores com o somatório das áreas verdes em cada quadra, resultando em um quantitativo arbóreo para cada 100 m<sup>2</sup>, calculado pela equação 2.

$$IDA = \frac{N^{\circ} \text{ de } \text{árvores}}{\text{Área Total}(m^2)} \times 100 \quad (2)$$

De acordo com Simões et al. (2001), bairros com predomínio de atividades comerciais, é recomendável o ISA a partir de 30%, já nos bairros residenciais é recomendável o ISA a partir de 50%, sendo este padrão relacionado com os resultados obtidos. O presente estudo trata da configuração da arborização existente nas áreas verdes das quadras e não leva em consideração a projeção da sombra de fachadas e telhados, que também contribuem para o conforto ambiental das cidades.

Os dados sobre a composição e riqueza de espécies arbóreas em cada uma das quadras selecionadas foram obtidos através da análise de dados secundários oriundos da base de dados da arborização urbana de Palmas pertencentes ao Laboratório de Ecologia e Ornitologia da UFT. A base de dados foi elaborada entre os anos 2014 e 2015, podendo haver alterações uma vez que o trabalho foi realizado no ano de 2018. Foram feitas visitas a campo para atestar a veracidade dos dados contidos na base de dados.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO ARBÓREA

Foram identificados um total de 1.125 indivíduos arbóreos, os quais compõem 35 famílias e 94 espécies. As espécies mais abundantes foram a manga *Mangifera indica* com 144 indivíduos, o ipê-rosa *Tabebuia impetiginosa* com 135 indivíduos e o caju *Anacardium occidentale* com 99 indivíduos. Estas espécies juntas correspondem a 33,6% do total de indivíduos.

Das 35 famílias encontradas neste estudo, as que apresentaram maior representatividade quanto ao número de espécies foram: Fabaceae (29 espécies), Anacardiaceae (seis espécies) e Myrtaceae (cinco espécies). Apesar de a família Anacardiaceae não apresentar o maior número de espécies, esta foi a que obteve maior número de indivíduos plantados, igual a 252 árvores. A

frequencia de indivíduos em cada espécie foi calculada através da quantidade árvores dividido pelo somatório de indivíduos em cada quadra, multiplicando o resultado por cem para obter o resultado em porcentagem(Tabela 1).

Quanto à origem, as espécies nativas do Cerrado foram predominantes na paisagem tanto em quantitativo de espécies (46,31%), quanto em número de indivíduos (45,33% do total). Dentre as espécies exóticas as mais encontradas foram o côco-da-bahia *Cocos nucifera* com 6,3%, oiti *Licania tomentosa* com 3,8% e a goiaba *Psidium guajava* com 1,3%. Em relação às espécies exóticas brasileiras a manga *Mangifera indica*, o eucalipto *Corymbia sp.* e o jamelão *Syzygium cumini* foram as mais populosas, com respectivamente 12,8%, 5,6% e 4,4%. Dentre as nativas do Cerrado as que apresentaram maior número de espécies foram o ipê-rosa *Tabebuia impetiginosa* com 12%, caju *Anacardium occidentale* com 8,8% e a gueroba *Syagrus oleracea* com 2,9%.

TABELA 1 - ESPÉCIES ENCONTRADAS NAS QUADRAS 404 SUL, 504 SUL, 606 SUL E 704 SUL E CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A FAMÍLIA, NOME CIENTÍFICO, NOME POPULAR, ORIGEM (O), NÚMERO DE INDIVÍDUOS (N°) E FREQUÊNCIA (F).

Família	Nome Científico	Nome Popular	O	404 Sul		504 Sul		606 Sul		704 Sul		Total
				N°	F	N°	F	N°	F	N°	F	
Anacardaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Aroeira Vermelha	N	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5	2
	<i>Spondias cytherea</i>	Caja Manga	EB	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1
	<i>Spondias mombin</i>	Caja Mirim	E	0	0,0	0	0,0	1	0,5	1	0,3	2
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Caju	N	11	3,3	23	12,2	21	10,0	44	11,0	99
	<i>Anacardium microcarpum</i>	Cajui	N	0	0,0	4	2,1	0	0,0	1	0,3	5
	<i>Mangifera indica</i>	Manga	EB	3	0,9	30	16,0	45	21,5	66	16,5	144
	<i>Spondias purpurea</i>	Siriguela	E	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	1
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	Pimenta de Macaco	N	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1
	<i>Annona squamosa</i>	Pinha	EB	0	0,0	0	0,0	4	1,9	8	2,0	12
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i>	Chapeu de Napoleão	EB	0	0,0	5	2,7	0	0,0	0	0,0	5
	<i>Himatanthus obovatus</i>	Lirio do Campo	N	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1

	<i>Hancornia speciosa</i>	Mangaba	N	2	0,6	0	0,0	1	0,5	1	0,3	4
	<i>Dypsis madagascariensis</i>	Areca locuba	EB	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
<b>Areaceae</b>	<i>Cocos nucifera</i>	Coco da Bahia	E	8	2,4	21	11,2	28	13,4	14	3,5	71
	<i>Syagrus oleracea</i>	Gueroba	N	0	0,0	32	17,0	0	0,0	1	0,3	33
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Macauba	N	1	0,3	1	0,5	0	0,0	4	1,0	6
	<i>Tecoma stans</i>	Falso Ipe	EB	0	0,0	0	0,0	2	1,0	0	0,0	2
<b>Bigoniaceae</b>	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Ipe roxo, Ipe rosa	N	63	19,1	2	1,1	3	1,4	67	16,8	135
	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Pau d'Arco	N	0	0,0	0	0,0	0	0,0	22	5,5	22
<b>Bombacaceae</b>	<i>Eriotheca gracilipes</i>	Paineira Lisa	N	3	0,9	0	0,0	1	0,5	0	0,0	4
<b>Caesalpinoideae</b>	<i>Schizolobium parahyba</i>	Guapuruvu	E	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1
<b>Caryocaceae</b>	<i>Caryocar brasiliensis</i>	Pequi	N	17	5,2	4	2,1	0	0,0	10	2,5	31
<b>Chrysobalanaceae</b>	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	E	15	4,6	0	0,0	24	11,5	4	1,0	43
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia catappa</i>	Sete Copas	EB	5	1,5	0	0,0	2	1,0	8	2,0	15
<b>Cupressaceae</b>	<i>Chamaecyparis sp.</i>	Cipreste alumi	EB	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	1
<b>Dilleniaceae</b>	<i>Curatella americana</i>	Lixeira	N	5	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5
	<i>Acacia mangium</i>	Acacia Australiana	EB	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	1
	<i>Vatairea macrocarpa</i>	Amargoso	N	2	0,6	0	0,0	0	0,0	1	0,3	3
	<i>Anadenanthera sp. cf</i>	Angico 2	E	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	2,3	9
<b>Fabaceae</b>	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico Vermelho	N	0	0,0	0	0,0	3	1,4	7	1,8	10
	<i>Dipteryx alata</i>	Baru	N	2	0,6	0	0,0	0	0,0	4	1,0	6
	<i>Tachigali rubiginosa</i>	Cachamorra	N	8	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	8
	<i>Tachigali aurea</i>	Carvoeiro	N	12	3,6	0	0,0	0	0,0	1	0,3	13

<i>Cassia fistula</i>	Cassia	EB	1	0,3	0	0,0	1	0,5	1	0,3	3
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaiba, Pau de Oleo	N	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,0	4
<i>Calliandra brevipes</i>	Esponjinha	E	0	0,0	2	1,1	0	0,0	0	0,0	2
<i>Dimorphandra mollis</i>	Falso Barbatimao	N	7	2,1	0	0,0	0	0,0	1	0,3	8
<i>Parkia platycephala</i>	Fava de Bolota	N	6	1,8	8	4,3	0	0,0	5	1,3	19
<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	EB	2	0,6	3	1,6	1	0,5	1	0,3	7
<i>Andira cuyabensis</i>	Fruta de Morcego	N	1	0,3	0	0,0	0	0,0	3	0,8	4
<i>Andira vermifuga</i>	Fruta de Morcego 3	N	1	0,3	1	0,5	0	0,0	1	0,3	3
<i>Inga laurina</i>	Inga branco	N	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2
<i>Machaerium acutifolium</i>	Jacaranda Bico de Pato	N	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
<i>Hymenea courbaril</i>	Jatoba da Mata	N	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
<i>Hymenea stigonocarpa</i>	Jatoba do Cerrado	N	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	EB	2	0,6	0	0,0	2	1,0	5	1,3	9
<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de Vaca	EB	5	1,5	2	1,1	1	0,5	3	0,8	11
<i>Libidibia ferrea</i>	Pau Ferro	E	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	1
<i>Cenostigma tocantinum</i>	Pau preto	N	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,0	4
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Sansao do campo	N	0	0,0	1	0,5	2	1,0	0	0,0	3
<i>Senna siamea</i>	Sena	EB	0	0,0	0	0,0	0	0,0	28	7,0	28
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna	E	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	1
<i>Bowdichia virgilioides</i>	Sucupira do Cerrado	N	1	0,3	1	0,5	1	0,5	0	0,0	3
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	EB	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5	2
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	E	0	0,0	5	2,7	0	0,0	1	0,3	6

<b>Lauraceae</b>	<i>Persea americana</i>	Abacate	EB	0	0,0	2	1,1	0	0,0	6	1,5	8
<b>Lythraceae</b>	<i>Punica granatum</i>	Roma	EB	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	1
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	EB	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	1
	<i>Lophantera lactescens</i>	Lanterneiro	E	4	1,2	0	0,0	4	1,9	5	1,3	13
	<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Murici Ferrugem	N	5	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5
<b>Malvaceae</b>	<i>Pachira aquatica</i>	Cacau Selvagem	E	3	0,9	3	1,6	0	0,0	2	0,5	8
	<i>Sterculia striata</i>	Chicha	N	0	0,0	0	0,0	1	0,5	3	0,8	4
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutamba, Pau Polvora	N	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1
	<i>Eriotheca pubescens</i>	Paineira Peluda	N	1	0,3	1	0,5	0	0,0	0	0,0	2
<b>Meliaceae</b>	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	E	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	1
	<i>Swietenia macrophylla</i>	Mogno	E	1	0,3	0	0,0	0	0,0	2	0,5	3
	<i>Azadirachta indica</i>	Niin Indiano	EB	0	0,0	0	0,0	4	1,9	2	0,5	6
<b>Memecylaceae</b>	<i>Mouriri pusa</i>	Puca	N	3	0,9	0	0,0	0	0,0	2	0,5	5
<b>Mimosaceae</b>	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico	N	5	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5
<b>Moraceae</b>	<i>Morus nigra</i>	Amora	EB	2	0,6	1	0,5	4	1,9	3	0,8	10
	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jaca	EB	1	0,3	1	0,5	1	0,5	3	0,8	6
<b>Moringaceae</b>	<i>Moriga oleifera</i>	Moringa	EB	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	1
<b>Myrtaceae</b>	<i>Corymbia sp.</i>	Eucalipto	EB	58	17,6	0	0,0	5	2,4	0	0,0	63
	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	E	0	0,0	1	0,5	11	5,3	3	0,8	15
	<i>Syzygium jambos</i>	Jambo Amarelo	EB	0	0,0	0	0,0	1	0,5	4	1,0	5
	<i>Syzygium malaccense</i>	Jambo Vermelho	EB	4	1,2	0	0,0	1	0,5	0	0,0	5
	<i>Syzygium cumini</i>	Jamelao	EB	17	5,2	2	1,1	18	8,6	13	3,3	50
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Bougainvillea glabra</i>	Primavera	E	0	0,0	10	5,3	1	0,5	1	0,3	12
<b>Oxalidaceae</b>	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	EB	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	1

	<i>Averrhoa bilimbi</i>	Limaozinho	EB	0	0,0	0	0,0	1	0,5	1	0,3	2
<b>Poaceae</b>	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Bambu Gigante	EB	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
<b>Rubiaceae</b>	<i>Genipa americana</i>	Jenipapo	N	5	1,5	5	2,7	0	0,0	5	1,3	15
	<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	EB	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	1
<b>Rutaceae</b>	<i>Citrus limonea</i>	Limao	EB	0	0,0	0	0,0	6	2,9	4	1,0	10
	<i>Murraya paniculata</i>	Murta	E	0	0,0	11	5,9	0	0,0	0	0,0	11
	<i>Sapindus saponaria</i>	Sabaozinho	N	9	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9
<b>Sapindaceae</b>	<i>Magonia pubescens</i>	Tingui do cerrado	N	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
<b>Sapotaceae</b>	<i>Pouteria torta</i>	Abiu, Curriola	N	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	1
<b>Simaroubaceae</b>	<i>Simarouba versicolor</i>	Mata Menino	E	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
<b>Solanaceae</b>	<i>Solanum lycocarpum</i>	Lobeira	N	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	1
<b>Verbenaceae</b>	<i>Duranta repens</i>	Pingo de Ouro	E	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
	<i>Salvertia convallariodora</i>	Chapeu de Couro	N	2	0,6	1	0,5	0	0,0	0	0,0	3
<b>Vochysiaceae</b>	<i>Qualea grandiflora</i>	Pau Terra da Folha Larga	N	6	1,8	0	0,0	0	0,0	1	0,3	7
	<i>Qualea parviflora</i>	Pau Terra da Folha Miuda	N	10	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10
				<b>329</b>	<b>100</b>	<b>188</b>	<b>100</b>	<b>209</b>	<b>100</b>	<b>399</b>	<b>100</b>	<b>1125</b>

FONTE: A autora (2018)

Em geral, as quadras apresentaram elevada riqueza de espécies, em termos quantitativos isso é muito bom, embora algumas se sobressaíam em número de indivíduos. Algumas delas como é o caso da manga e do caju, são de fácil dispersão uma vez que a própria população propaga essas espécies. As frutíferas têm sido extensivamente utilizadas na arborização urbana, o que é aceitável do ponto de vista socioambiental, uma vez que seus frutos podem servir de alimento para a população humana e para a fauna silvestre (Melo et al., 2007), por outro lado, espécies que

produzem frutos grandes, são pouco apropriados para a arborização urbana, os frutos podem causar transtornos aos pedestres e veículos, sujam o chão e atraem insetos diversos.

Para Grey e Deneke apud Meneghetti (2003), é recomendável que a dominância de espécies arbóreas não ultrapasse 15%, a fim de garantir uma diversidade equilibrada. A elevada diversidade biológica é um dos principais parâmetros responsáveis pela qualidade dos serviços ecológicos e ambientais. Isto reflete em uma maior capacidade deste ecossistema assimilar alterações negativas como a poluição, variações climáticas, resistência a pragas e doenças que acometem plantas e animais (Biondi e Kischlat, 2006).

Quando se observa de maneira isolada cada quadra é possível perceber que apesar da grande diversidade, as áreas verdes sofrem com problemas relacionados ao manejo, manutenção, valorização, tratamento e conservação dessas áreas por parte do poder público. Segundo Paz (2009) em um trabalho realizado na cidade de Palmas demonstrou o descaso por parte dos governantes. O Arquiteto em entrevista ao Jornal do Tocantins ainda enfatiza a importância da conscientização da população com relação à preservação das espécies nativas (CHIABAI, 2004).

A qualidade da arborização, também, contribui para o desenvolvimento da fauna urbana, pois serve de habitat para animais de pequeno e médio porte, o que torna os espaços mais atrativos. Trabalhos realizados em Palmas por Reis et al. (2012) demonstraram uma correlação positiva entre a riqueza de aves do cerrado, densidade e a estrutura da vegetação nativa.

As quadras residenciais de Palmas não apresentaram um mesmo padrão arquitetônico, fazendo com que suas áreas verdes variem em tamanho, forma e conteúdo. Neste sentido, foram analisadas as 10 (dez) espécies mais frequentes em cada quadra (Figura 3), afim de se ter uma visão geral das espécies existentes relacionando-as ao diâmetro de copa para avaliar a quantidade de sombra produzida por estas espécies e a variedade encontrada.

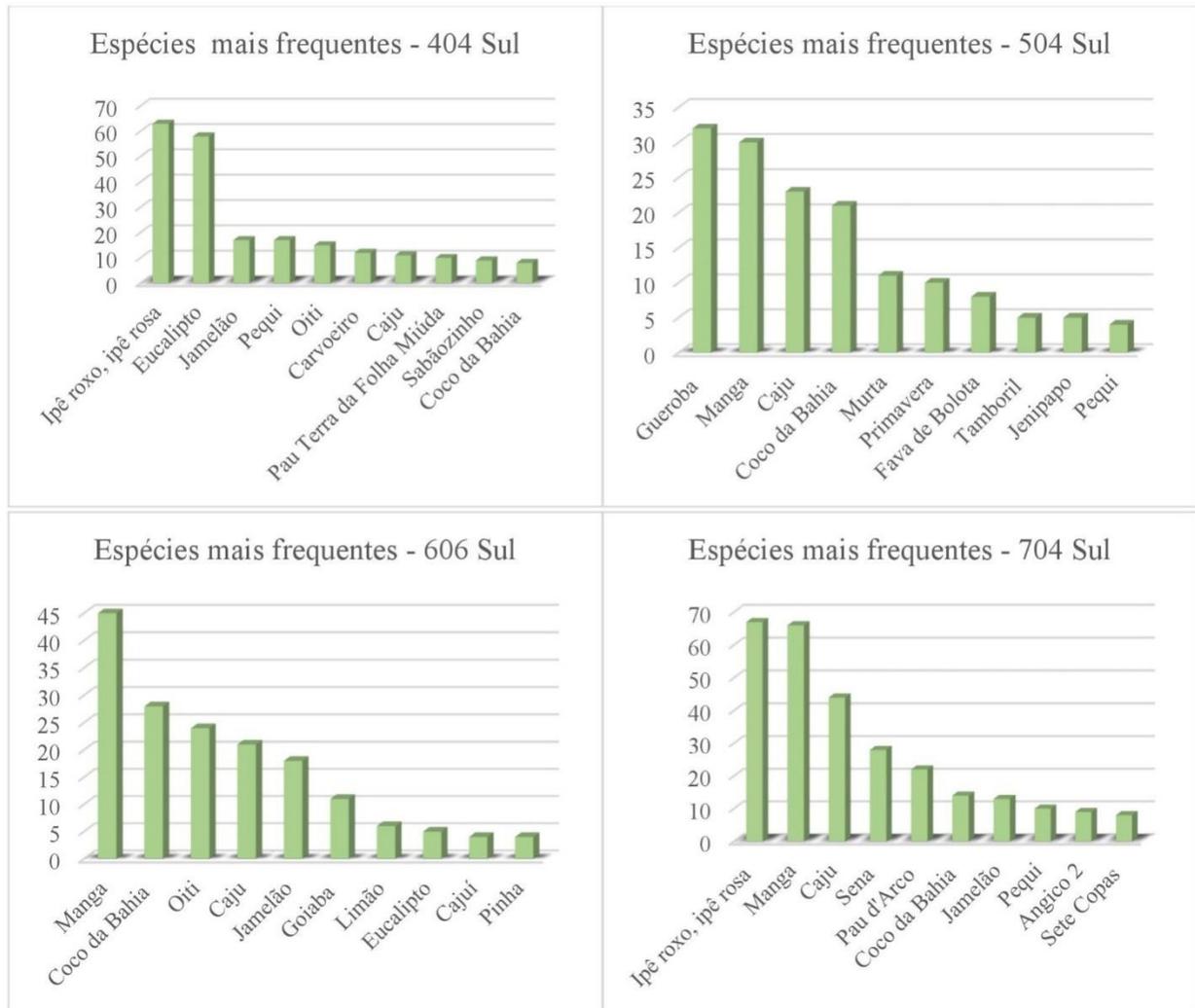


FIGURA 3 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NAS QUADRAS 404 SUL, 504 SUL, 606 SUL E 704 SUL.  
FONTE: A autora (2018)

A partir da figura 3 nota-se que na quadra 404 sul o ipê-rosa está entre as mais frequentes, sendo uma espécie muito utilizada na arborização de áreas verdes devido a facilidade com que essa espécie se propaga, aliada ainda ao seu valor estético, é uma das mais plantadas pela população local. O eucalipto *Corymbia sp.* e o jamelão *Syzygium cumini*, apesar de não serem espécies nativas do cerrado brasileiro, foram plantadas em abundância nesta quadra. Alguns autores defendem que a diversidade de espécies nativas como componente da arborização urbana, pode ser usada como uma medida do seu grau de sustentabilidade, atribuindo-se a ela a manutenção da diversidade genética e específica responsáveis pela sua resiliência no meio urbano (GALVIN, 1999).

Nas quadras 504 Sul, 606 Sul e 704 Sul dentre as espécies mais frequentes está a manga *Mangifera indica*, esta árvore frutífera tem sido muito utilizada na arborização urbana de Palmas

uma vez que é facilmente disseminada pela população, além dos vários benefícios já citados que esta espécie oferece. Devido a copa densa é capaz de amenizar a sensação térmica através da sombra produzida, gerando mais conforto para as populações no entorno dessas áreas.

A gueroba *Syagrus oleraceae* coco da bahia *Cocos nucifera* foram as palmeiras que apresentaram maiores frequências nas quadras 504 Sul e 606 Sul, respectivamente. São muito utilizadas devido a sua beleza e à facilidade com que se adaptam após o transplante. Uma consequência imediata do uso excessivo de palmeiras na arborização é o reduzido sombreamento proporcionado por estas espécies, fazendo com que as condições microclimáticas sejam potencialmente piores em termos de temperatura e umidade relativa.

O caju *Anacardium occidentale* é uma espécie muito frequente em função do fruto e sombra produzidos, além de sua fácil propagação, tem boa aceitação da população por serem repassadas como espécies nativas do cerrado, de rápido crescimento e apropriadas para a arborização urbana. O oiti *Licania tomentosa* é outra espécie largamente utilizada na arborização por possuir sombra farta e bela copa. Não é raro vê-la verdejando em parques, praças e áreas verdes da Capital.

## 5.2 SOMBREAMENTO ARBÓREO

Com base na análise das dez espécies mais frequentes em cada quadra, foi possível estimar a quantidade de sombra produzida pelos principais agrupamentos arbóreos através do mapeamento das áreas verdes nas quadras analisadas.

O diâmetro da copa e a projeção de sombra produzida por cada espécie influencia de maneira significativa na temperatura local. As tabelas 2 a 5 mostram as espécies mais frequentes em cada quadra e seu diâmetro de copa de árvores adultas de cada uma das espécies, expresso em metros, de acordo com o Plano de Arborização de Palmas (PMP, 2016).

TABELA 2 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA QUADRA 404 SUL E DIÂMETRO DE COPA DAS ESPÉCIES.

Quadra 404 Sul			
Espécie	Nº de indivíduos	Frequência (%)	Diâmetro da Copa (m)
Ipê roxo, ipê rosa	63	28,6	4 a 8

Eucalipto	58	26,4	-
Jamelão	17	7,7	8
Pequi	17	7,7	10
Oiti	15	6,8	5 a 10
Carvoeiro	12	5,5	4 a 7
Caju	11	5,0	5 a 8
Pau Terra da Folha Miúda	10	4,5	-
Sabãozinho	9	4,1	4 a 8
Coco da Bahia	8	3,6	2 a 5
	220	100	

FONTE: A Autora (2018).

TABELA 3 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA QUADRA 504 SUL E DIÂMETRO DE COPA DAS ESPÉCIES.

<b>Quadra 504 Sul</b>			
<b>Espécie</b>	<b>Nº de indivíduos</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Diâmetro da Copa (m)</b>
Gueroba	32	21,5	-
Manga	30	20,1	8 a 20
Caju	23	15,4	5 a 8
Coco da Bahia	21	14,1	2 a 5
Murta	11	7,4	3
Primavera	10	6,7	3
Fava de Bolota	8	5,4	12 a 20
Tamboril	5	3,3	15 a 20
Jenipapo	5	3,3	-
Pequi	4	2,7	10
	149	100	

FONTE: A Autora (2018).

TABELA 4 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA QUADRA 606 SUL E DIÂMETRO DE COPA DAS ESPÉCIES.

<b>Quadra 606 Sul</b>			
<b>Espécie</b>	<b>Nº de indivíduos</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Diâmetro da Copa (m)</b>
Manga	45	27,1	8 a 20

Coco da Bahia	28	16,9	2 a 5
Oiti	24	14,5	5 a 10
Caju	21	12,7	5 a 8
Jamelão	18	10,8	8
Goiaba	11	6,6	3 a 5
Limão	6	3,6	5
Eucalipto	5	3,0	-
Cajuí	4	2,4	6
Pinha	4	2,4	8 a 15
	166	100	

FONTE: A Autora (2018).

TABELA 5 - ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA QUADRA 704 SUL E DIÂMETRO DE COPA DAS ESPÉCIES.

<b>Quadra 704 Sul</b>			
<b>Espécie</b>	<b>Nº de indivíduos</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Diâmetro da Copa (m)</b>
Ipê roxo, ipê rosa	67	23,8	4 a 8
Manga	66	23,5	8 a 20
Caju	44	15,7	5 a 8
Sena	28	10,0	-
Pau d'Arco	22	7,8	6
Coco da Bahia	14	5,0	2 a 5
Jamelão	13	4,6	8
Pequi	10	3,6	10
Angico 2	9	3,2	5 a 7
Sete Copas	8	2,8	8
	281	100	

FONTE: A Autora (2018).

As espécies mais frequentes da quadra 404 Sul possuem diâmetro de copa que variam entre 2 a 10 metros. Enquanto que nas quadras 504 Sul, 606 Sul e 704 Sul os diâmetros de copa das espécies presentes variam entre 2 a 20 metros. Algumas espécies, como é o caso da manga apresentam copa densa, que pode atingir 40 metros.

Segundo Mahmoud (2011), árvores isoladas, distribuídas com amplo espaçamento, não tem um efeito significativo na redução da temperatura. Alguns estudos sugerem que a utilização de pequenos agrupamentos de árvores (parques, bosques e praças) sejam mais eficientes nas cidades para fins de melhoria bioclimática. A análise feita com base nas tabelas demonstrou que a quadra 404 Sul apresenta maiores áreas de insolação direta, pois, as copas das árvores possuem menor diâmetro, apesar disso como a quadra possui área relativamente menor que as outras quadras analisadas, bem como quantitativo de espécies satisfatório a quadra não sofre tanto com os efeitos da falta de arborização.

A disponibilidade de sombra faz parte dos requisitos para conforto da população. Grandes massas verdes caracterizam-se como ambientes visualmente agradáveis e relaxantes, proporcionando um bem-estar físico e psicológico. Talvez seja este o elo de ligação entre o homem e a natureza. Desse modo, quando dotadas de infraestrutura adequada, segurança, equipamentos e outros fatores positivos, poderão se tornar atrativas à população, que passará a frequentá-las, para a realização de atividades como caminhada, corrida, práticas desportivas, passeios, descanso e relaxamento; práticas importantes na restauração da saúde física e mental dos indivíduos.

### 5.3 ÍNDICES ESPACIAIS

As figuras 4, 5, 6 e 7 mostram em cada quadra onde estão situados os principais agrupamentos arbóreos (polígonos verdes) e as áreas desprovidas de vegetação (setas vermelhas) nas quadras residenciais analisadas, comparando-se aos mapas da quadra (PMP, 2016) para identificação das áreas verdes demarcadas em cada quadra. Foram identificadas áreas onde a vegetação é escassa.

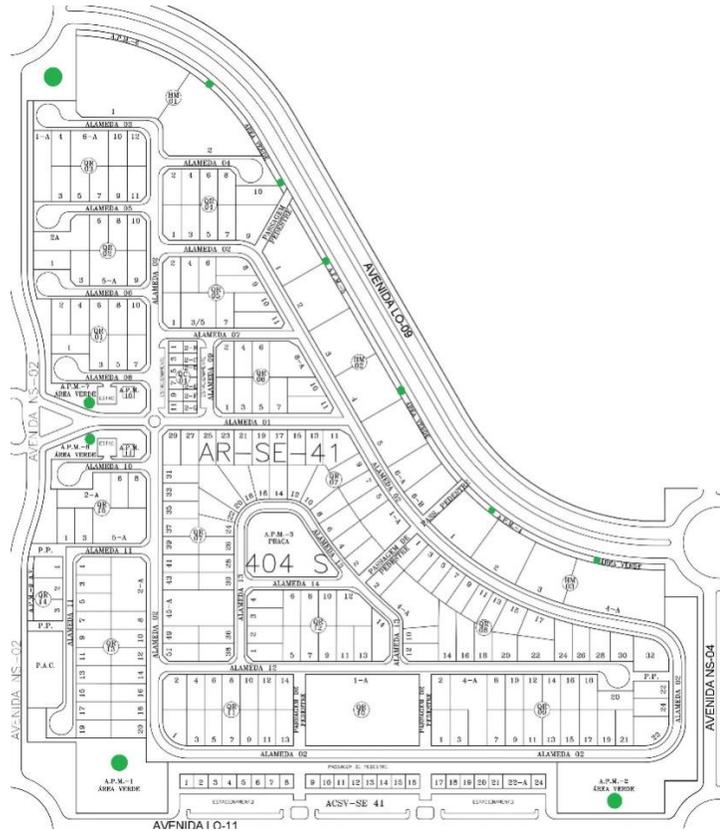
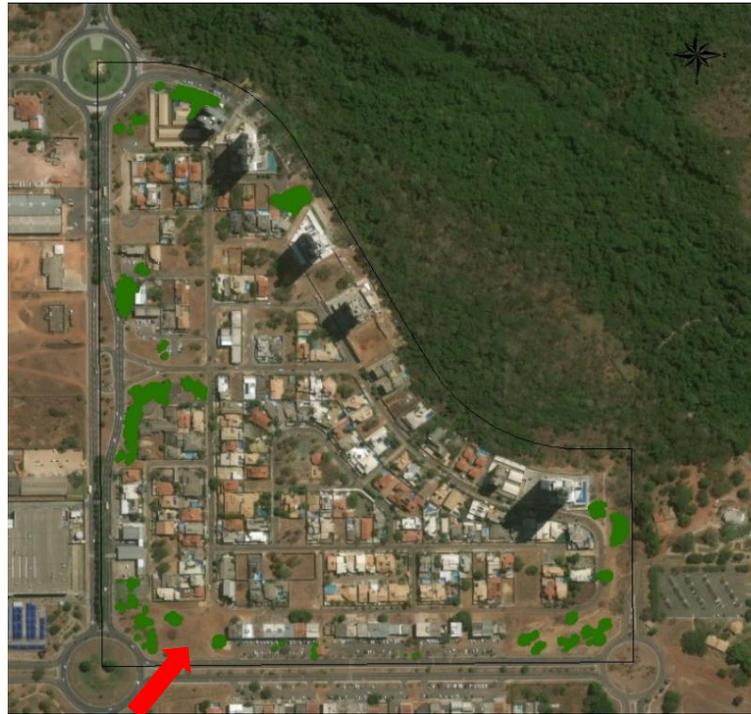


FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DA QUADRA 404 SUL, OS POLÍGONOS VERDES REPRESENTAM A ARBORIZAÇÃO E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS PRESENTES NAS ÁREAS VERDE DA QUADRA.  
 FONTE: Elaborado pela autora (2018).



FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DA QUADRA 504 SUL, OS POLÍGONOS VERDES REPRESENTAM A ARBORIZAÇÃO E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS PRESENTES NAS ÁREAS VERDE DA QUADRA.  
 FONTE: Elaborado pela autora (2018).



FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DA QUADRA 606 SUL, OS POLÍGONOS VERDES REPRESENTAM A ARBORIZAÇÃO E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS PRESENTES NAS ÁREAS VERDE DA QUADRA.  
 FONTE: Elaborado pela autora (2018).

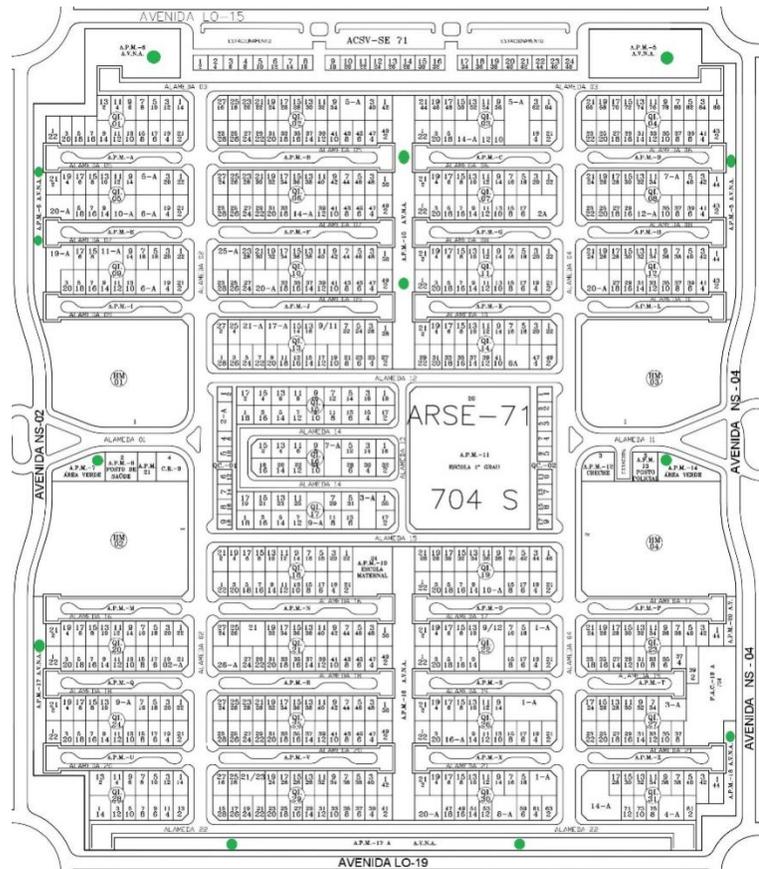


FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO DA QUADRA 704 SUL, OS POLÍGONOS VERDES REPRESENTAM A ARBORIZAÇÃO E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS PRESENTES NAS ÁREAS VERDE DA QUADRA.  
 FONTE: Elaborado pela autora (2018).

Com relação ao ISA verificado nas áreas verdes, a quadra 404 Sul apresentou melhor resultado (Figura 12). Dentre as quadras estudadas foi a que apresentou maior índice de sombreamento 40,55%, índice este ainda abaixo do esperado, por serem quadras residenciais, a porcentagem recomendável é a partir de 50%.

A quadra 704 Sul apresentou o menor índice de sombreamento, apesar de possuir em sua maioria mangueiras, espécies que produzem bastante sombra, as árvores são espaçadas e existem muitas áreas verdes desprovidas de vegetação arbórea, predominando vegetação rasteira e gramíneas.

Também foi possível identificar na quadra 606 Sul muitos espaços sem vegetação de porte, grande parte destes espaços são ocupados por vegetação rasteira e/ou gramíneas. Dentre as gramíneas mais frequentes, o capim adropogon *Andropogon gayanus Kunth* foi o mais observado, ele cresce em áreas de solo nu, na borda dos meios-fios e em áreas verdes. É considerada altamente prejudicial para as espécies nativas, até mesmo espécies arbóreas, pois compete por espaço, inibe a germinação pelo sombreamento e pela retirada excessiva de nutrientes vitais do solo como o nitrogênio, além de ser um excelente combustível, aumentando potencialmente as queimadas e levando as chamas para a copa das árvores, estruturas sem proteção contra incêndios, ao contrário do que ocorre com o tronco de muitas espécies nativas do cerrado.

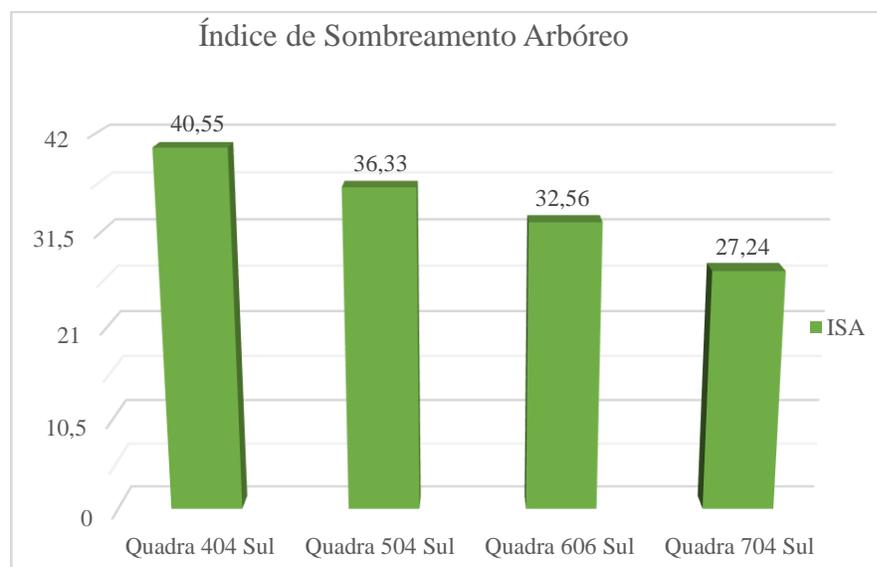


FIGURA 8 – ANÁLISE DO ÍNDICE DE SOMBREAMENTO ARBÓREO DAS QUADRAS RESIDENCIAIS NA REGIÃO SUDESTE DE PALMAS.

FONTE: A autora (2018).

A quadra 504 Sul apresentou índice de sombreamento baixo, também pelo fato de possuir áreas abertas e susceptíveis à ocupação de vegetação rasteira, além do mais a quadra é composta principalmente por espécies como a gueroba *Syagrus oleracea*, palmeiras que oferecem pouca sombra por causa do tamanho de sua copa, quando não associadas a agrupamentos arbóreos densos não influenciam de forma significativa sobre a temperatura e trazem pouco conforto ambiental.

Em geral as quadras apresentaram um índice de sombreamento médio de 34,17%, enquanto que, em um estudo realizado por Oliveira et al. (2017) em ruas do centro de Gurupi/TO o índice de sombreamento obtido foi de 12,60%. Índices abaixo de 30% demonstram que a cobertura vegetal não é capaz de trazer conforto ambiental para os centros urbanos. É necessário ainda considerar a distribuição da vegetação, as espécies empregadas e a dimensão espacial durante o planejamento.

Com relação ao índice de densidade arbórea (IDA) a quadra 404 Sul apresentou 1,23 árvores a cada 100 m<sup>2</sup> (Tabela 5), resultado bastante satisfatório uma vez que o índice ideal é que haja pelo menos 1 árvore a cada 100 m<sup>2</sup> de área verde (LIMA NETO; SOUZA, 2009). A quadra 704 Sul apresentou valor aproximado ao ideal e as quadras 504 Sul e 606 Sul obtiveram resultados bem abaixo do ideal, 0,51 e 0,48 indivíduos arbóreos a cada 100 m<sup>2</sup> de área verde, respectivamente.

TABELA 6 – ÍNDICE DE DENSIDADE ARBÓREA DE CADA QUADRA.

<b>Quadra</b>	<b>Indivíduos</b>	<b>Áreas verdes (m<sup>2</sup>)</b>	<b>IDA</b>
404 Sul	329	26847,14	1,23
504 Sul	188	36598,04	0,51
606 Sul	209	43686,65	0,48
704 Sul	399	44982,26	0,89

FONTE: A autora (2018).

Com base nas tabelas e gráficos apresentados, pode-se inferir que nas quadras 704 Sul e 404 Sul foram encontrados os maiores números de indivíduos, esses valores refletem diretamente nos maiores Índices de Densidade Arbórea apresentados por elas 0,89 e 1,23%, respectivamente. É importante ressaltar que a quadra 404 Sul é bem menor que as outras analisadas, justificando assim o índice de densidade elevado apresentado por ela. Entretanto, para o Índice de Sombreamento Arbóreo não ocorre da mesma maneira pois, o sombreamento está relacionado

diretamente às espécies presentes e o tamanho das copas que irão gerar sombra, por isso o maior índice de sombreamento foi encontrado na quadra 404 Sul e a 704 Sul mesmo tendo o maior número de indivíduos identificados apresentou menor ISA.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A aplicação dos índices espaciais permitiu o diagnóstico quantitativo das áreas verdes das quadras 404 Sul, 504 Sul, 606 Sul e 704 Sul, demonstrando a qualidade dos espaços públicos relacionados aos valores gerados através dos índices espaciais. Desse modo, foram obtidas as diferenciações quanto à capacidade de sombreamento arbóreo das áreas verdes por quadra (ISA), bem como foi registrado a ausência e escassez da vegetação de porte arbóreo em algumas quadras através do IDA.

São inúmeros os benefícios promovidos pela arborização urbana, especialmente as áreas verdes, por estarem mais próximas do cotidiano das pessoas, podendo contribuir na minimização do microclima urbano e, sobretudo, para a melhoria da qualidade ambiental e de vida humana. É essencial que haja ação mais efetiva por parte do poder público no que se refere à arborização dos espaços públicos analisados na cidade. Cabe a população conhecer a importância da arborização urbana e exigir por parte dos governantes que as políticas públicas sejam praticadas e fiscalizadas para que os espaços já existentes se mantenham.

As áreas verdes apresentam satisfatória diversidade de espécies, embora algumas espécies sejam bastante frequentes em todas as quadras. Os índices de vegetação indicam que a quantidade de árvores nas quadras 504 e 606 Sul são insuficientes para promover melhorias no conforto ambiental das populações, sendo necessário maior adensamento arbóreo, ocupando os espaços vazios destinados à arborização urbana.

A partir destas informações, será possível realizar um planejamento mais amplo, como implantação, manejo e conservação das áreas verdes melhorando a arborização existente, e principalmente, a que deverá ser implantada.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. **Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103 - 117, out./dez. 2010.
- ABREU, L.; SOUZA, N.; TEIXEIRA, M. **A Influência da urbanização como fator de alteração de temperatura na cidade de Teresina- PI.** In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2. 2007, João Pessoa: Anais. João Pessoa-PB, 2007.
- ACOSTA, A. O Bem Viver – Uma oportunidade para imaginar outros mundos. São Paulo. Autonomia Literária e Editora Elefante, 2015.
- ALMEIDA JÚNIOR, N. L. de. **Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica.** 2005. Dissertação (Mestre em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- ALVES A.; JESUS A. T. C.; MACEDO K. C.; SAMPAIO M. M. A. **Avaliação do Conforto Urbano Sob a Influência da Vegetação na Cidade de Cuiabá - MT,** Engineering and Science, v. 6, n. 1, p.106-121, 20
- AMORIM, M. C. C. T. **Climatologia e gestão do espaço urbano.** Mercator, Fortaleza, número especial, p. 71 - 90, 2010.
- ANTUNES, W; TEIXEIRA, L. F. C. **Escrito de arquitetura e urbanismo.** Grupo Quatro: Goiânia, 1989.
- BARBUGLI, R. A. **Influência do ambiente construído na distribuição das temperaturas do ar em Araraquara/SP.** 2004. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.
- BIONDI, D. **Arborização urbana: aplicada à educação ambiental nas escolas.** Curitiba, 2008. 120 p.
- BIONDI, D.; KISCHLAT, E. **A vegetação urbana e a biodiversidade.** Diálogo, v. 9, p.155-168, 2006.
- BUCCHERI – FILHO, A. T; NUCCI. J. C. **Espaços Livres, Áreas Verdes e Cobertura Vegetal no Bairro Alto da XV, Curitiba/PR.** Revista do Departamento de Geografia, Curitiba: UFPR, n.18, p. 48-59, 2006.
- CABRAL, P. I. D. **Arborização urbana: problemas e benefícios.** Revista Especialize On-line IPOG, v. 1, n. 6, p. 01-15, 2013.
- CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. **Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento.** In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 4., 1992. Vitória - ES. Anais... Vitória, 1992.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. **Proposição de terminologia para o verde urbano**. Boletim Informativo da SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana), ano VII, n. 3 - Jul/ago/set de 1999, Rio de Janeiro, p. 7.

CHIABAI, M. Cerrado tocantinense em risco de extinção. *Jornal do Tocantins*, Tocantins, 27 maio. 2004.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. 7. ed. São Paulo: Atual, 2011. 96 p.

CRUZ, G. C. F. **Clima urbano de Ponta Grossa – PR: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira**. 366 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DAP – Diagnóstico da Arborização urbana de Palmas. Palmas, 2015, 372p.

DI CLEMENTE, M. A. **Influência da vegetação como elemento modificador do conforto térmico da ambiência urbana da cidade de Anápolis - GO**. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) - Centro Universitário de Anápolis, Uni Evangélica, Anápolis/GO, 2009. 150 f.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima continental brasileira: correlações e proposta de um indicador**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 7 - 20, 2003.

DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU-RMC)**. 417 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

FIGHERA, D. da R. **A efetividade do projeto de cidade ecológica de Palmas – TO pelos seus espaços verdes**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas TO. 2005. 187p.

GANGLOFF, D. **Urban forestry in the USA**. In: Second National Conference on Urban Forestry. USA, K D. Collins, 1996. p. 27-29.

GALVIN, M. F. **A methodology for assessing and managing biodiversity in street tree populations: a case study**. *Journal of Arboriculture*, v.25, n.3, p. 124-128, 1999.

GOMES, M. A. S; SOARES, B. R. **A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras**. Rio Claro: Estudos Geográficos, 2003. Disponível em: <<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/estgeo/article/view/270/225>>. Acesso em: 12 mar 2018.

GREY, G. K.; DENEKE, F.J. **Urban Forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1986, 279p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráficos de normais climatológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/Brasil\\_tab\\_1\\_15.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Brasil_tab_1_15.pdf)>. Acesso em 28 de novembro de 2017.

LEAL, L. **A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. 172p.

LIMA NETO, E. M.; SOUZA, R. M. **Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba – SP, v. 4, n. 4, p. 47-62, 2009.

LIMA, V; AMORIM, M.C.T. **Metodologias para analisar a qualidade ambiental urbana através de geoprocessamento**. Anais 12 Encontro de Geógrafos da América Latina, Montevideu, 2009.

LONDE, R. P.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. Hygeia, Uberlândia, MG, v. 10, n. 18, p. 264-272, 2014.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Parques Urbanos no Brasil**. São Paulo: Editora Edusp, 2002 - 207p.

MACIEL, C. de R.; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; NOGUEIRA, J. de S. **Cobertura do solo e sua influência na temperatura de microclimas urbanos na cidade de Cuiabá - MT**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 12, n. 39, p. 40 - 57, 2011.

MAHMOUD, A. H. A. **Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions**. Building and Environment, Oxford, v. 46, p. 2641-2656, 2011.

MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba-PR**. 2013. 129 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência urbana**. 3. ed. Porto Alegre: +4 Editora, 2009. 200 p.

MAZZEI, K.; COLSESANTI, M.T.M.; SANTOS, D.G. **Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer**. Sociedade & Natureza, Uberlândia - MG, 19 (1), p 33-43, jun. 2007.

MELO, R. R.; LIRA FILHO, J. A.; JÚNIOR, R. F. **Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana do bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba**. REVSBAU, v. 2, n. 1, p. 64-80, 2007.

MELLO FILHO, L. E. **Arborização urbana**. In.: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, I, 1985. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1985. p. 45-49.

MENDONÇA, R. C., FELFILI, J. M., WALTER, B. M. T., SILVA JÚNIOR, M. C., REZENDE, A. V., FILGUEIRAS, T. S., NOGUEIRA, P. E. & FAGG, C. W. 2008. **Flora vascular do cerrado: Checklist com 12.356 espécies.** In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa-CPAC, Planaltina, p. 417-1279.

MENEGUETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP.** Piracicaba, Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2003. 100p.

NINCE, P. C. do C.; SANTOS, F. M. de M.; NOGUEIRA, J. de S.; NOGUEIRA, M. C. D. J. A. **Conforto térmico dos usuários em vegetação e revestimentos urbanos no campus da UFMT em Cuiabá-MT.** Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v. 13, n. 4, p.3299 – 3305, 2014.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano.** São Paulo: Humanitas/FAPESP, 2001, 236p.

NUCCI, J. C. et al. **Cobertura vegetal no Bairro de Curitiba/PR.** GEOUERJ, número especial - Rio de Janeiro, 2003.

PAZ, L. H. F. **A influência da vegetação sobre o clima urbano de Palmas - TO.** 2009. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Fau, Brasília, 2009.

PINHEIRO, J. **Conforto térmico.** Disponível em: <[http://artigos.netsaber.com.br/resumo\\_artigo\\_8122/artigo\\_sobre\\_conforto\\_termico](http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_8122/artigo_sobre_conforto_termico)>. Acesso em: 05 de maio de 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS. **Plano de Arborização Urbana de Palmas.** 2016, 113p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS. **GeoPalmas.** Disponível em:<<http://geo.palmas.to.gov.br/>>. Acesso em 24 de abril de 2018.

ROBBA, F.; MACEDO, S. S. **Praças Brasileiras.** Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia, Rio Claro, v. 2, p.87-88, jul-dez, 2004.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura bioclimática do espaço público.** Brasília: Editora da UnB, 2001. 226 p.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** 2. Ed. São Paulo: Pró-Editores, 2000.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, J. F. **Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação.** Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2001. 135 p.

SCHUCH, M. I. S. **Arborização urbana: uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias.** Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Orçamento. **Base de dados cartográficas do Tocantins**. Arquivos digitais. 2012.

SILVA, C. F. **Caminhos bioclimáticos**: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina – PI. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009. 140 f.

SILVA, X. I. da. **Exercício profissional e cidades sustentáveis**. In: Congresso Nacional dos profissionais. 61º SOEAA. 5º CNP. São Luís, 2004.

SIMÕES, L. O. de C., MAROTTA, H., PIRES, B.B.M., UMBELINO, L. F., COSTA, A.J.S.T. **Índices de Arborização em espaço urbano**: um estudo de caso no bairro de Vila Isabel, Rio de Janeiro, RJ. Anais do IX ENAU. Brasília, 2001.

VOLPE-FILIK, A.; SILVA, L. F. da; LIMA; A. M. L. P. **Avaliação da arborização de ruas do bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v. 2, n. 1, p. 34 - 43, 2007.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. EMBRAPA: **Plintossolos pétricos**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn362ja202wx5ok0liq1mqrmdmd4k.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn362ja202wx5ok0liq1mqrmdmd4k.html)>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.