



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

LUCAS MACEDO RODRIGUES

**INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO MICROCLIMA DAS QUADRAS DA RE-
GIÃO ARNO DA CIDADE DE PALMAS - TO**

PALMAS-TO

2021

LUCAS MACEDO RODRIGUES

INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO MICROCLIMA DAS QUADRAS DA REGIÃO ARNO DA CIDADE DE PALMAS - TO

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

Orientador: Prof.º Dr. Renato Torres Pinheiro.

PALMAS/TO
2021

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

R696i Rodrigues, Lucas Macedo.

Influência da arborização no microclima das quadras da região ARNO da cidade de Palmas - TO. / Lucas Macedo Rodrigues. – Palmas, TO, 2021.

53 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2021.

Orientador: Renato Torres Pinheiro

1. Clima . 2. Áreas verdes. 3. Mapeamento. 4. Planejamento. 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).

LUCAS MACEDO RODRIGUES

INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO MICROCLIMA DAS QUADRAS DA REGIÃO ARNO DA CIDADE DE PALMAS - TO

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

Data de aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Renato Torres Pinheiro
Orientador

Prof.^a. Dr.^a. Adriana Malvasio
Examinador

Prof.^a. Dr.^a. Glaucia Eliza Gama Vieira
Examinador

Palmas-TO, 2021

Dedico este trabalho aos meus pais, Ana Maria e Antônio, por todo apoio prestado e por servirem de inspiração na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por guiar todos os meus passos, mostrando o caminho em que devo andar.

Agradeço aos meus pais Ana Maria e Antônio por sempre estarem ao meu lado, me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Ao meu orientador prof. Dr. Renato Torres Pinheiro por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa e pela sua paciência e dedicação e por todos seus ensinamentos durante a orientação.

À todos os envolvidos que tornaram possível a realização deste trabalho, e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação.

RESUMO

A ação humana tem alterado o ritmo natural das mudanças climáticas e uma das maiores consequências disso é a produção de calor excessivo, aumentando a temperatura do nosso planeta. Em vista disso, o presente trabalho visou utilizar a cobertura arbórea das áreas verdes não edificantes (A.V.N.E) para identificar se estas estariam cumprindo seu papel de melhoria no clima local nas quadras da região ARNO da cidade de Palmas-TO. Para isso foram feitas, a mensuração e mapeamento da cobertura arbórea com fontes da prefeitura. Após isso foi feita a análise dos dados e uma correlação e comparação com os dados que seriam tidos como corretos ou aceitáveis para a cidade. Frente ao conteúdo apresentado no trabalho concluiu-se que, as AVNE não estão cumprindo com a sua devida função de melhorar o microclima local. Evidenciando a necessidade de planejamento desses espaços públicos para que possam desempenhar seus aspectos, ecológicos, de lazer, sociais, educativos e paisagísticos.

Palavras-chaves: clima; áreas verdes; mapeamento; planejamento.

ABSTRACT

The human action has altered the natural pace of climate change and one of the biggest consequences of this is the production of excessive heat, increasing the temperature of our planet. In view of this, the present final paper aimed to use the arboreal coverage of non-building green areas to identify whether these would be fulfilling their role of improving the local climate in the blocks in the ARNO region of the city of Palmas-TO. For this, the city's climatic characterization, measurement and mapping of tree cover and temperature were carried out using data collected in the field and with city hall sources. After that, the data analysis and a correlation and comparison with the data that would be considered correct or acceptable for the city were made. In view of the content presented in the search, it was concluded that the AVNE are not fulfilling their proper function of improving the local microclimate. Evidencing the need for planning these public spaces so that they can perform their ecological, leisure, social, educational and landscape aspects.

Keywords: climate; green areas; mapping; planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área urbana da cidade de Palmas – TO.....	14
Figura 2 - Região das ARNOs - Área Residencial Noroeste, no plano diretor urbano de Palmas-TO	14
Figura 3 - Mapa da ARNO 12, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO	24
Figura 4 - Mapa da ARNO 13, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO	24
Figura 5 - Mapa da ARNO 21, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO	25
Figura 6 - Mapa da ARNO 22, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO	25
Figura 7 - Mapa da ARNO 23, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO	26
Figura 8 - Mapa da ARNO 31, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO	26
Figura 9 - Mapa da ARNO 32, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO	27
Figura 10 - Mapa da ARNO 33, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	27
Figura 11 - Mapa da ARNO 41, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	28
Figura 12 - Mapa da ARNO 42, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	28
Figura 13 - Mapa da ARNO 43, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	29
Figura 14 - Mapa da ARNO 44, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	29
Figura 15 - Mapa da ARNO 61, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	30
Figura 16 - Mapa da ARNO 71, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	30
Figura 17 - Mapa da ARNO 72, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	31
Figura 18 - Mapa da ARNO 73, região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas-TO .	31
Figura 19 – A.V.N.E. da Quadra ARNO 12, região das ARNOS, plano diretor urbano de Palmas-TO	32
Figura 20 – A.V.N.E. da Quadra ARNO 12, região das ARNOS, plano diretor urbano de Palmas-TO	32
Figura 21 – A.V.N.E. da Quadra ARNO 12, região das ARNOS, plano diretor urbano de Palmas-TO	33
Figura 22 – A.V.N.E. da Quadra ARNO 12, região das ARNOS, plano diretor urbano de Palmas-TO	33
Figura 23 – A.V.N.E. da Quadra ARNO 12, região das ARNOS, plano diretor urbano de Palmas-TO	34
Figura 24 – A.V.N.E. da Quadra ARNO 12, região das ARNOS, plano diretor urbano de Palmas-TO	34
Figura 25 - Correlação linear entre o tamanho das quadras e das A.V.N.E. nas quadras urbanizadas da região das ARNOs no Plano Diretor Urbano de Palmas-TO	36
Figura 26 - Correlação linear entre o tamanho das A.V.N.E. e o total de árvores em quadras urbanizadas região das ARNOs no Plano Diretor Urbano de Palmas-TO	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área da quadra e sua respectiva AVNE para as quadras da região das ARNOs, o total de árvores, a densidade arbórea (m ²), o índice de sombreamento (ISA) e o índice de densidade arbórea (IDA)	35
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1. JUSTIFICATIVA.....	12
1.1. OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2. METODOLOGIA	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Sustentabilidade Urbana.....	18
2.2 Forma e Morfologia Urbana	18
2.4 O microclima e as ilhas de calor	20
2.4.1 Fator de visão do céu.....	21
2.5 Arborização urbana	22
2.6 Conforto Ambiental e Térmico e Diagrama Bioclimático	23
3. RESULTADOS	24
4. DISCUSSÃO.....	39
5. CONCLUSÃO	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

O êxodo rural no Brasil ocorreu a partir da década de 1960, acarretando no aumento da população urbana e fazendo com que muitas cidades crescessem sem o devido planejamento, causando problemas de ordem social, ambiental e uma má qualidade de vida à população (STANGANINI; LOLLO, 2018). As condições que contribuem para o bem físico e espiritual do indivíduo em sociedade é afetado com o processo de mudança no crescimento urbano, algumas dessas mudanças podem ser de ordem social, comportamental, político e ambiental (PINHEIRO; SOUZA, 2017).

No contexto ambiental, as variações no clima local são significativos no ambiente urbano. Nas áreas onde área construída e o número de habitantes por quilômetro quadrado é elevado, podem apresentar temperaturas mais elevadas quando comparadas ao seu entorno, sendo conhecidas como ilhas de calor (LEAL, 2012). Esse fenômeno climático tem como palco os grandes espaços urbanos e afeta a qualidade de vida da população, havendo a necessidade de um maior equilíbrio entre o meio ambiente e o desenvolvimento urbano (SHAMS et al., 2009).

Uma das alternativas para mitigar os efeitos negativos das mudanças climáticas no meio urbano se dá através da arborização. A arborização em meio urbano é definida como toda vegetação que compõe o cenário ou a paisagem urbana e que proporciona um habitat salubre e confortável aos habitantes (DUARTE, et al. 2018). Barros e colaboradores, 2017 afirmam que, a arborização é considerada como o principal indicador de desempenho ambiental urbano favorecendo na regulação do clima nessas áreas, que influencia diretamente na satisfação do homem com o ambiente térmico, diminui os eventos extremos e aumenta a biodiversidade do local.

Além de ser um serviço que está disponível a todos, a arborização é um bem que deve ser preservado para gerações futuras, pois contribui para o conforto ambiental, traz beleza ao local e melhora o microclima da cidade (BIONDI, 2005). Segundo Leal, (2012) essa prática é uma das medidas mais eficientes para garantir que a temperatura ao redor não se eleve, esse fato ocorre porque a vegetação presente nesses lugares diminui a absorção por radiação, portanto, diminui a dissipação de calor por ondas longas.

Palmas, capital do Estado do Tocantins é a capital mais jovem do país a ser planejada com um modelo diferenciado onde foram preservados os fundos de vale e com áreas verdes

não edificantes nas quadras (PINHEIRO, 2020). O planejamento da cidade foi voltado para o equilíbrio entre o homem e seu meio de convívio, onde a preservação ambiental foi um dos pilares para sua criação, da qual as áreas com vegetação nativa seriam protegidas durante a formação da cidade e cada quadra residencial de Palmas seria composta por áreas verdes não edificantes, ocasionando um ambiente com temperatura amena e bem estar das pessoas (TEIXEIRA, 2009).

A seleção das espécies mais adequadas a serem utilizadas, é um dos elementos mais importantes em qualquer planejamento de arborização urbana, pois cada espécie possui peculiaridades que podem trazer benefícios ou problemas para a infraestrutura urbana e para o ser humano (Ribeiro, 2009).

De acordo com Biondi e Leal (2008), a falta de estudos prévios sobre as espécies e de planejamento na arborização, estão entre os principais fatores responsáveis pela introdução de espécies exóticas invasoras, indesejáveis para o meio ambiente e para o ser humano, no ambiente urbano.

1. JUSTIFICATIVA

A ação humana tem alterado o ritmo natural das mudanças climáticas e uma das maiores consequências disso é a produção de calor excessivo, aumentando a temperatura do nosso planeta. Cada cidade possui suas próprias características, o que torna o estudo do clima urbano desafiador, mas que se faz necessário pelo simples fato de entender como se comporta o clima em cada localidade, afim de, fundamentar a urbanização o planejamento e o desenvolvimento de políticas no ambiente urbano com foco na sustentabilidade. Apesar do conhecimento a respeito da prática de plantar árvores em locais urbanos e que esse ato traz benefícios ao local melhorando o microclima da cidade, pouco se conhece sobre a mensuração desses benefícios.

Assim com o conhecimento dos dados apresentados nesse projeto é possível verificar se a arborização de um local está ou será satisfatória ou não, e se for o caso apresentar propostas alternativas de uso da arborização, visando um melhor desempenho no que diz respeito ao conforto térmico.

1.1. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Utilizar a cobertura arbórea das áreas verdes não edificantes para identificar se estas estariam cumprindo seu papel de melhoria no clima local nas quadras da cidade de Palmas-TO.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar as áreas verdes não edificantes das quadras;
- Determinar a densidade arbórea das áreas verdes não edificantes das quadras;
- Avaliar a cobertura arbórea das áreas verdes por meio de índices;
- Usar a cobertura arbórea das áreas verdes não edificantes como referência para inferir sobre a sua influência no clima local das quadras;
- Pontuar os benefícios proporcionados com a cobertura arbórea.

1.2. METODOLOGIA

A cidade de Palmas, está situada na região central do Estado do Tocantins, e localizada no paralelo 10°11'04" Sul e do meridiano 48°20'01" Oeste. Fundada em maio de 1989, possui atualmente uma população estimada de 306.296 (IBGE, 2020), estabelecida como última cidade brasileira planejada do século XX. O clima predominante da região é tropical e caracterizado com duas estações bem definidas, uma chuvosa de novembro a abril, e a outra seca entre os meses de maio a outubro, com índice pluviométrico média 1800mm/ano, temperatura média anual e de 26,7°. A vegetação natural de Palmas é típica do cerrado havendo fisionomias florestais (cerradão e mata de galeria), campestres (campo sujo), e savânicas (cerrado sensu stricto) que formam a paisagem local (SEPLAN, 2008).

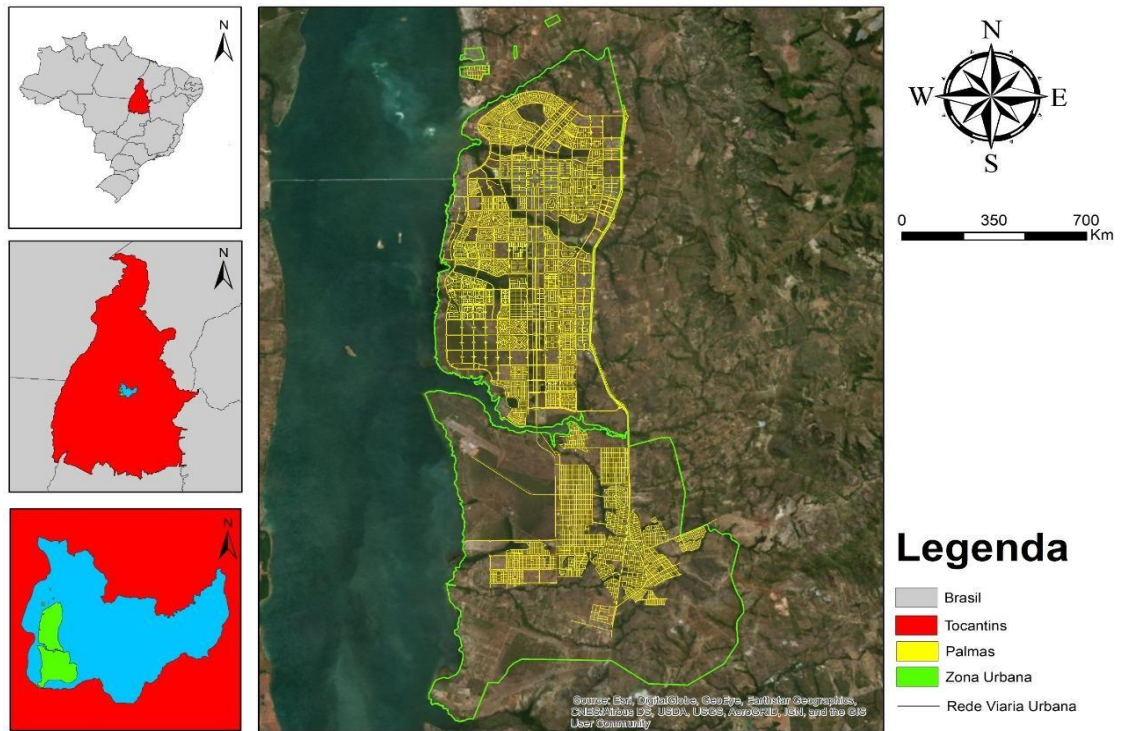


Figura 1: Área da cidade de Palmas /TO - 2021.

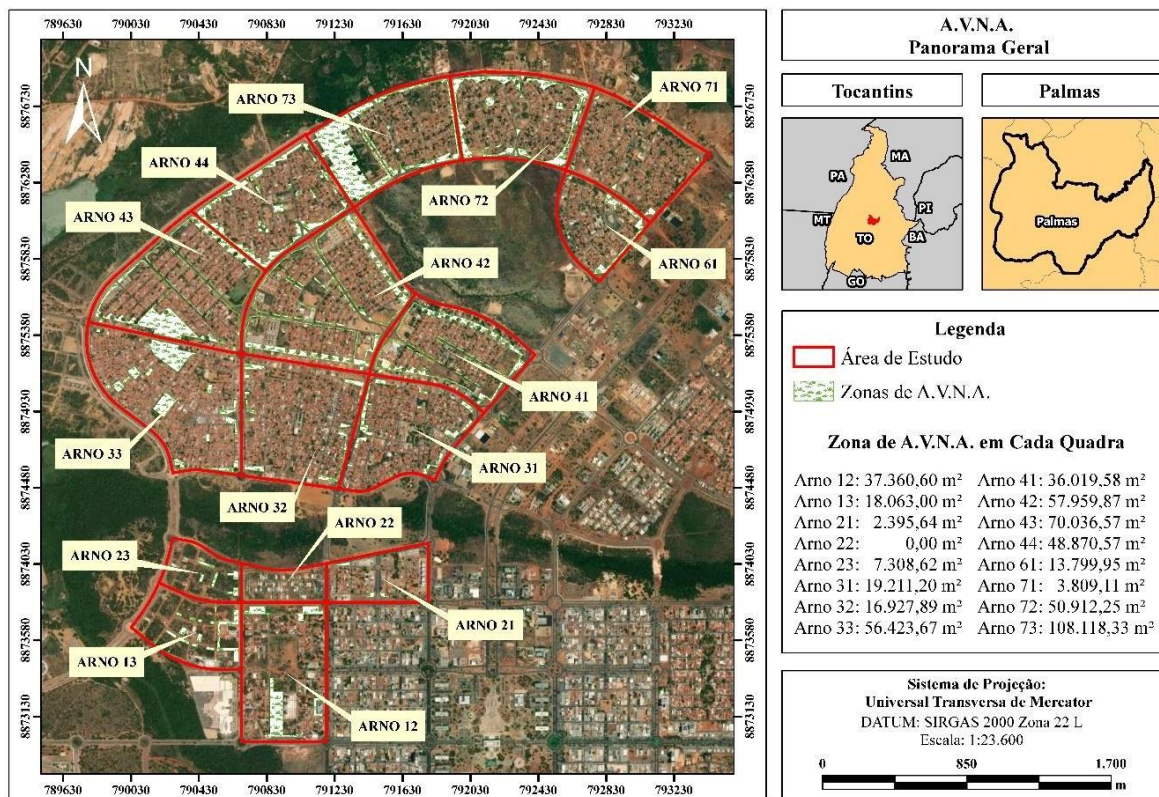


Figura 2: Área de estudo. Região ARNO – Palmas/TO 2021.

Na imagem acima (Figura 2), vemos as dezesseis quadras pertencentes à região ARNO (Área Residencial Noroeste), onde foram realizadas o estudo, vemos as quadras margeadas com as bordas em vermelho e suas respectivas áreas verdes não edificantes (A.V.N.E) das quadras em branco e verde.

Caracterização climática de Palmas

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).

Palmas é uma das cidades brasileiras com o clima onde a temperatura média é muito elevada, o que pode causar desconforto, proporcionando à população uma sensação de calor, principalmente entre nos meses de julho a setembro.

Cuiabá (MG), alcançou em 2020 a máxima de 43.7°C o que significa que a cidade foi a capital mais quente do ano, seguida por Campo Grande (MS) e Palmas (TO), com 41.0 °C. Em Teresina (Piauí), a temperatura máxima atingiu 40.9°C, sendo a quarta capital do país mais quente em 2020 (INMET, 2020).

Mensuração e mapeamento da cobertura arbórea e temperatura

Foram selecionadas 16 quadras residenciais do Plano Diretor Urbano de Palmas, na Área Residencial Noroeste - ARNO, uma região que está em desenvolvimento onde parte da população é de renda mais baixa, o paisagismo da região muitas vezes é realizado pela população local, onde são plantadas árvores frutíferas como mangueiras e cajueiros e que apresenta diferentes padrões de arborização em suas áreas verdes (PALMAS, 2015).

As áreas verdes de cada quadra selecionada foram mensuradas em metros quadrados e a densidade foi estimada a partir do levantamento realizado durante o diagnóstico da

arborização de Palmas e os dados oriundos da base de dados da arborização urbana de Palmas pertencentes ao Laboratório de Ecologia e Ornitologia da UFT foram cedidos para esta análise.

Com base nos mapas e plantas baixas disponíveis no site da Prefeitura de Palmas (GEOPALMAS, 2017) realizou-se a representação gráfica, delimitação e mensuração das áreas verdes.

Para avaliar a cobertura arbórea das quadras selecionadas serão 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 m² 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 m² de cada área verde.

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 m², calculado pela equação 2.

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

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 secundários sobre a composição e riqueza de espécies arbóreas nas quadras ARNO: 12; 31; 32; 41 e 61 permitiram obter o tamanho das copas das árvores mediante consulta do Plano de Arborização Urbana de Palmas (PALMAS, 2016) ou por medição direta em campo.

Nas demais quadras: ARNO: 13; 21; 22; 23; 33; 42; 43; 44; 71; 72 e 73, foram contabilizadas as árvores presentes por meio da análise da imagem de satélite, não sendo possível identificar a espécie. Nestas quadras obtivemos apenas o valor do Índice de Densidade Arbórea - IDA.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sustentabilidade Urbana

Uma cidade sustentável é aquela que proporciona aos cidadãos e as gerações futuras uma qualidade de vida, por meio de soluções que combinam aspectos ambientais e sociais. Surgem, portanto, muitos desafios para alcançar a sustentabilidade, tais como geração de energias renováveis, a utilização adequada dos resíduos sólidos, a locomobilidade urbana, acessibilidade aos transportes públicos e áreas verdes (ROGERS; GUMUCHDJIAN, 2013). Segundo Zangalli (2013) o grande desafio das cidades sustentáveis é agradar e satisfazer os cidadãos sem saturar os recursos que são poupados para as gerações futuras.

Hoje mais do que nunca a sustentabilidade é ponto primordial nos debates relativos ao destino das cidades, pois não se critica apenas pelo direito à cidade, as objeções sociais e inquietações de estudiosos do espaço urbano, estão focadas no direito as cidades sustentáveis. (DEMANTOVA, 2007). Segundo Souza (2016), o fenômeno que mais atrapalha uma cidade crescer com sustentabilidade é a expansão desordenada que faz com que o espaço que foi planejado para atender determinada quantidade de pessoas exceda o limite, gerando uma pressão nos recursos naturais do local.

Palmas Tocantins foi criada para ser uma cidade acolhedora e sustentável respeitando a vegetação nativa da região (cerrado), justamente proposto pela constituição de 1998 (MORAES, 2006). Entretanto segundo Rocha; Oliveira (2015) por mais que tenha sido cuidadosamente planejada a cidade mostra problemas no seu crescimento pela má gestão do homem refletindo no não desenvolvimento sustentável da região.

2.2 Forma e Morfologia Urbana

A forma urbana é a “cara” que a cidade tem, são os elementos que estruturam e moldam a cidade. No dicionário nos dá muitos usos para o substantivo (forma são as características das coisas, formato) e também para o adjetivo (urbano refere-se à organização socioeconômica, que pertence à cidade). Entretanto a morfologia urbana é o estudo das formas urbanas, ou seja, o estudo dos elementos que fazem parte de uma cidade (HOLANDA, et al., 2000).

Palmas foi criada no antigo povoado canela, às margens do rio Tocantins limitada a leste pela Serra do Lajeado num quadrilátero de 38.400 hectares, para ser uma cidade sustentável e moderna e acolher a população das proximidades (Porto Nacional, Miracema e Paraíso do Tocantins) (TEIXEIRA, 2009). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ,2020 a população estimada para 2020 da cidade é de 306.296 habitantes.

O elemento definidor do projeto em Palmas Tocantins é o sistema hierarquizado que auxilia o planejamento urbano racionalizando os deslocamentos, definindo as funções de cada via e adequando da melhor forma a circulação dos meios de transportes públicos e privados (OLIVEIRA; MENEZES, 2018). Segundo Carvalhêdo; Lira, 2009 as avenidas distam entre si cerca de 700 metros e em seu meio abrigam as quadras com aproximadamente 700 por 700 metros, e que, por conseguinte, abrigam um sistema de vias internas locais e quadras menores convencionais, formando os bairros residenciais.

A avenida central de Palmas seria localizada em um ponto de encontro entre duas principais vias a Avenida JK (Juscelino Kubitscheck) e Avenida Teotônio Segurado, alojando entre essas duas grandes avenidas uma área destinada ao encontro de vários órgãos e entidades administrativas/culturais (Praça dos Girassóis e edifícios da gestão pública estadual) unindo ao centro comercial (quadras exclusivas para área comercial e de serviços) (OLIVEIRA; MENEZES, 2018).

2.3 Planejamento Urbano e Zoneamento

O planejamento é uma ferramenta voltada para administração que possibilita perceber a realidade para o alcance de metas e objetivos, é uma atividade inerente à natureza humana (KALIL; GELPI, 2019). Para Choay, 2003 uma cidade planejada veio em decorrência de um conjunto de mudanças que aconteceram na Europa nos séculos XVIII e XIX mais conhecido como revolução industrial. Contudo o planejamento urbano é a idealização, criação, que visa melhorar uma área urbana levando contentamento aos moradores de uma cidade (VENTURA, ZAHN E RONCA, 2003).

Durante os últimos 50 anos o desenvolvimento trouxe ao ser humano muitos benefícios, por outro lado às consequências ao meio ambiente é catastrófico, o preço do crescimento desordenado é alto em termos ambientais, ameaçando a humanidade (SOLZA, 2013). Um dos principais instrumentos para o planejamento urbano é o zoneamento, profundamente difundido durante o século XX, para fornecer suporte á demanda de modernização das cidades (SILVA, 2014). Segundo Souza, 2013 esses instrumentos foram criados para minimizar os impactos ambientais causados pela aglomeração populacional.

O Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) nos mostra que além do zoneamento existem outras técnicas que podem ser utilizadas para diminuir os impactos ambientais

causados pelo homem, dentre elas estão Avaliação de Impactos Ambientais, o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras e a criação de espaços territoriais especialmente protegidos (SANTOS, RANIERI, 2013). Segundo Ranieri, et al., 2005 a partir do momento em que você utiliza o zoneamento e o mesmo indica algumas áreas com maior ou menor competência para algumas atividades específicas, a ferramenta pode reforçar a necessidade de utilizar o estudo de impacto ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), ou o indivíduo pode dispensar utilizando o licenciamento ambiental desde que a magnitude do potencial de causar impactos seja reduzida.

2.4 O microclima e as ilhas de calor

Ilhas de calor urbano (ICU) é definido por Gartland, 2011 como oásis invertido, onde o ar que circula na superfície é mais quente do que a temperatura das áreas rurais. A primeira vez que esse fenômeno foi observado foi por Luke Howard em 1818, onde detectou um calor excessivo na cidade de Londres. Isso se dar pelo crescimento urbano e o desmatamento em grandes áreas do país, principalmente para o uso agropecuário e tudo indica que essas ações provocaram um aumento na temperatura e concentração pluvial transformando a vegetação nativa do local ao longo dos anos (AMORIM, et al., 2009).

Sabemos que o processo de urbanização provoca muitos fenômenos desagradáveis em uma cidade, afetando o microclima do local (GHENO; FRANÇA; MAITELLI, 2012). Para França, 2012 as áreas verdes presentes nas cidades contribuem para o clima mais ameno e confortável para as pessoas. Por isso, nas cidades é possível perceber que as áreas densamente construídas apresentam temperaturas mais elevadas quando comparadas ao seu entorno, criando as ICU.

Palmas é uma cidade tropical, onde de maio a setembro o clima é bem seco com temperaturas bem elevadas e outubro a abril são meses bastante chuvosos e a temperatura média da cidade é de 26°C (MOURA, 2011). Segundo Barbugle, 2004, clima compreende um padrão dos diversos elementos atmosféricos que ocorrem na atmosfera, e quando se analisa o clima mais perto da edificação, tem-se o microclima, o qual se pode idealizar e modificar. Então para um melhor conforto térmico em relação ao clima local uma solução viável é a arborização já que o microclima é modificável (SILVA, et al., 2015). Palmas é uma capital ainda pequena, de poucas indústrias e população reduzida comparando a outras capitais por isso ter gestores que promovam políticas públicas ambientais na cidade é essencial para o bom desenvolvimento da capital e o bem-estar das pessoas (MOURA, 2011).

2.4.1 Fator de visão do céu

A evolução da ocupação humana e o clima é um dos grandes desafios para um bom planejamento urbano. Essa má interação entre a aglomeração humana e o clima local trazem fenômenos como as ICU, característica principal da modificação térmica (SOUZA, et al., 2010). Oke nos anos de 1981 a 1982 criou então um modelo que melhor atendesse essa interação entre as áreas urbanas e o clima, e viu que, as causas mais frequentes de ICU estão em atividades desenvolvidas pelo homem, poluentes atmosféricos, e na geometria urbana (RAYDAN; STEMEERS, 2006).

A geometria urbana ou geometria de cânions urbana, modelo criado por Oke diz que pode ser determinada pela relação entre a altura e a largura da via, como também pelo fator conhecido como visão do céu (FVC) (MINELLA; ROSSI; KRÜGER, 2011). Segundo Souza e colaboradores, 2010 o FVC está relacionado à quantidade de céu visível em um determinado ponto, ou seja, o céu disponível para a dispersão de energia térmica.

O FVC tem grande importância térmica, pois pode influenciar no aumento de 5°C e 7°C na formação de ICU (MINELLA; ROSSI; KRÜGER, 2011). Souza; Pedrotti; Lemes, 2005 diz que pelo fato do FVC influenciar significativamente o clima de uma cidade, pode também ter uma ligação com o auto consumo de energia elétrica, o autor explica que com a redução do FVC há um desconforto em relação à sombra (necessidade de iluminação artificial) ou pelo calor excessivo que faz com que o indivíduo necessite de refrigeração, o que faz com que haja um aumento de energia elétrica para amenizar o desconforto térmico.

Diferentes FVC significa diferentes balanços de radiação, e por sua vez diferentes depósitos de energia. Um espaço com o FVC igual a 1, sem o céu estar fechado, em céu claro, recebe a radiação conhecida como solar ou ondas curtas e emite a noite a radiação terrestre ou radiação longa, quando um lugar está fechado, recebe pouca radiação solar, mais pode adquirir –la por estruturas em volta do local, estando susceptíveis a receber radiação terrestre. Assim pode aquecer mais e, principalmente, prolongar o período de emissão à noite (FERREIRA, FIALHO, 2016). O balanço de radiação significa a diferença entre a quantidade de radiação que é absorvida e emitida por um dado corpo ou superfície (COLLISCHONN; FERREIRA, 2015).

2.5 Arborização urbana

A implantação de árvores e elementos da natureza em locais públicos reflete em benefícios sociais e ambientais de uma região. A arborização não é apenas o plantio de árvores em um local urbano, ela faz parte da reconstrução de um espaço urbano, e com isso faz parte da relação humano/natureza (RIBEIRO, 2009). Segundo Araújo; Araújo, 2016 como a grande maioria das pessoas saiu do campo e veio para os meios urbanos, e o bem - estar, lazer e conforto populacional está diretamente ligado com a arborização das cidades, um bom planejamento para o plantio de árvores é essencial, não só por questão de estética, mais principalmente pela saúde física e mental dos indivíduos. De acordo com Silva, 2008 a arborização é um conjunto de elementos da natureza em lugares urbanos, predominando a vegetação da região onde a cidade está localizada.

A arborização faz parte de um importante componente urbano, pois como foi mencionado além de trazer beleza ao lugar, proporciona um ar mais limpo, porque, as folhas das árvores retiram do ar o dióxido de carbono que é eliminado pelos nossos pulmões através da nossa respiração, ela absorve também a luz do sol para fazer a fotossíntese, melhora o clima, a água, diminui os fenômenos climáticos e abriga a fauna (ROSETTI, 2010).

Porém para se beneficiar da arborização é preciso que aja um bom planejamento em relação ao plantio, para que as árvores possam se adaptar ao lugar, evitando prejuízos nos locais onde essas árvores foram plantadas (CECHETTO; CRHISTMANN; OLIVEIRA, 2014). Segundo Ribeiro, 2009, um dos principais problemas na arborização é o plantio inadequado, gerando conflitos na fiação da cidade, canos, calçadas, muros, postes de rede pública. Por isso os responsáveis devem agir com competência e pensar em todas essas possibilidades, não só nos benefícios mais também o mal que um mau manejo pode causar (ZILLER; ZENNI; DECHOUM, 2007).

Para uma boa arborização é necessário uma seleção adequada das espécies da região onde o plantio ocorrerá. Em todo território brasileiro habita a flora arbórea a mais diversificada do mundo (BRACKMANN; FREITAS, 2013). Segundo a UNESCO, 2000 o bioma mais predominante na cidade de Palmas Tocantins é o cerrado, cobre cerca de 90% do território, essa vegetação está dividida em mais de 200 milhões de hectares no Brasil, e corresponde a 5% da biodiversidade do planeta. O cerrado é conhecido como savana brasileira e possui uma diversidade muito grande de fauna e flora, a característica principal dessa vegetação são árvores de tronco grosso e tortuoso, além de gramíneas e arbustos (BRASIL, 2010).

2.6 Conforto Ambiental e Térmico e Diagrama Bioclimático

O organismo humano tem uma característica que permite manter sua temperatura corporal relativamente constante conhecida como homeotérmico, ou seja, permanecer entre os 37°C, independente se está frio ou quente (FERNANDES, 2009). Por esta razão que Pizarro (2005) diz que pelo fato do homem por ter essa característica, possui em seu organismo, dispositivos internos que se ajustam conforme o clima atual. Segundo Bittencourt e Cândido, 2008 o conforto térmico é uma sensação que traz satisfação a nossa mente em relação ao clima de um lugar e traz estabilidade ao organismo humano.

A forma como uma cidade é construída reflete muito no conforto térmico e ambiental das pessoas daquela região isso faz com que o clima urbano se torne um fator de risco a população (TEOBALDO; AMORIM, 2017). A NASA (2016) publicou uma nota dizendo que no ano anterior foi o que teve as temperaturas mais elevadas. Segundo Teobaldo; Amorim, 2017 o clima do Brasil em geral é tropical, onde permanecem altas temperaturas durante a maior parte do ano, e que agrava mais essa situação e a forma como o espaço urbano é construído formam-se muitos fenômenos naturais que faz mal a saúde humana.

Para que o ser humano consiga atingir o conforto térmico o ambiental em que está localizado tem que apresentar temperaturas que satisfaçam pelo menos 80% das pessoas do local (ASHRAE, 2004). Por essa e outras razões que foram criados parâmetros e indices de conforto térmico para avaliação bioclimática tais como as cartas de Olgyay e Givone e Fanger (FERNANDES, 2009). Segundo Romero, 2000 essas duas pessoas foram os responsáveis pelos estudos ambientais capazes de comprovar por meio de diagramas bioclimáticos a importância do conforto térmico e ambiental.

3 RESULTADOS

As quadras da região ARNO foram mapeadas, sendo possível assim, dimensionar suas Áreas Verdes Não Edificantes - AVNEs (Tabela 1).

As figuras 3 a 18 mostram as áreas das dezesseis quadras, indicando em vermelho as áreas das quadras e em azul as AVNEs.

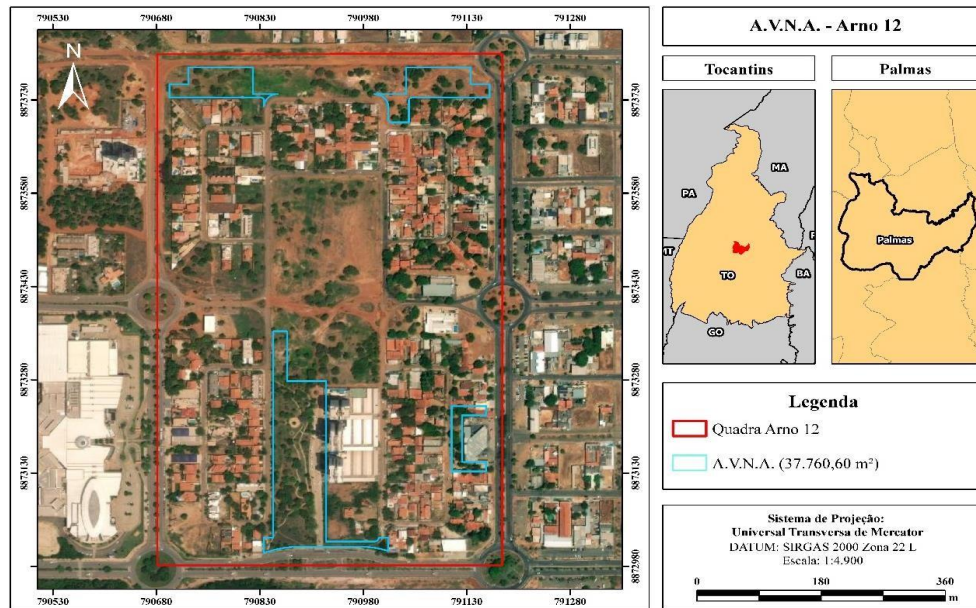


Figura 3: Mapa da ARNO 12 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

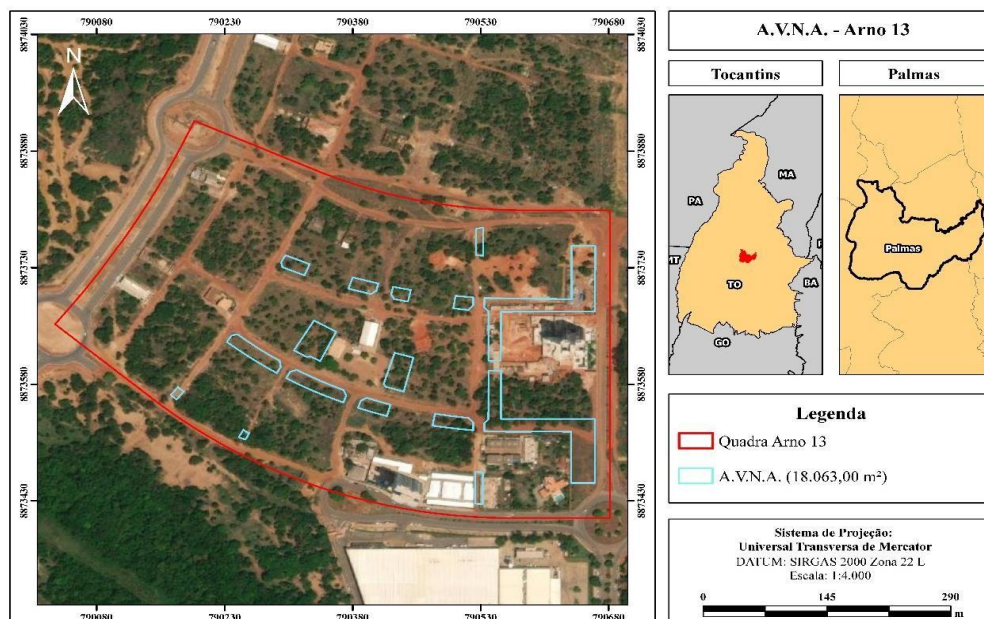


Figura 4: Mapa da ARNO 13 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

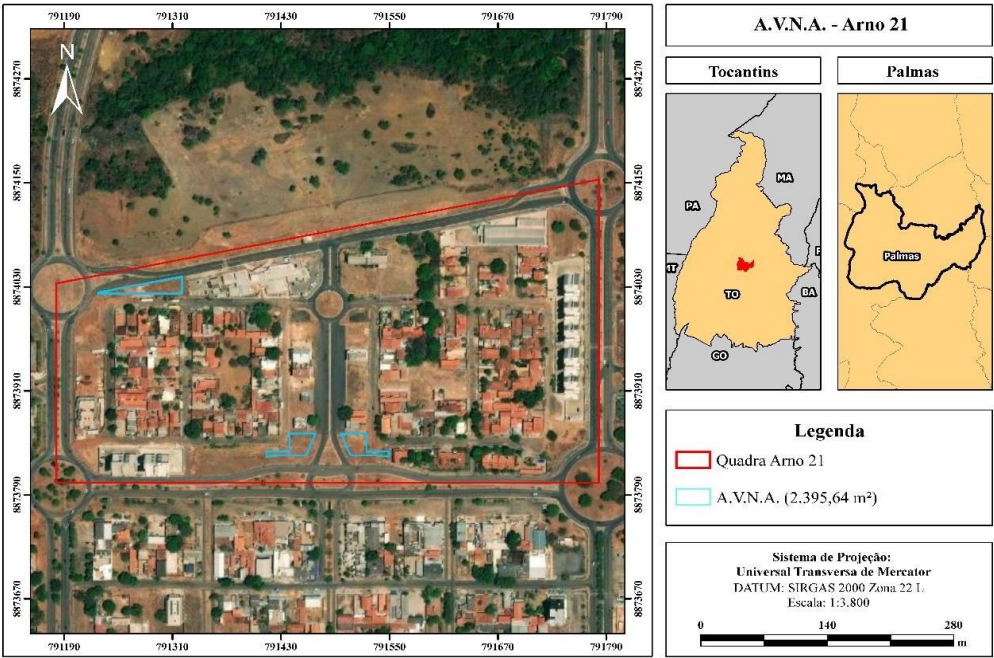


Figura 5: Mapa da ARNO 21 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

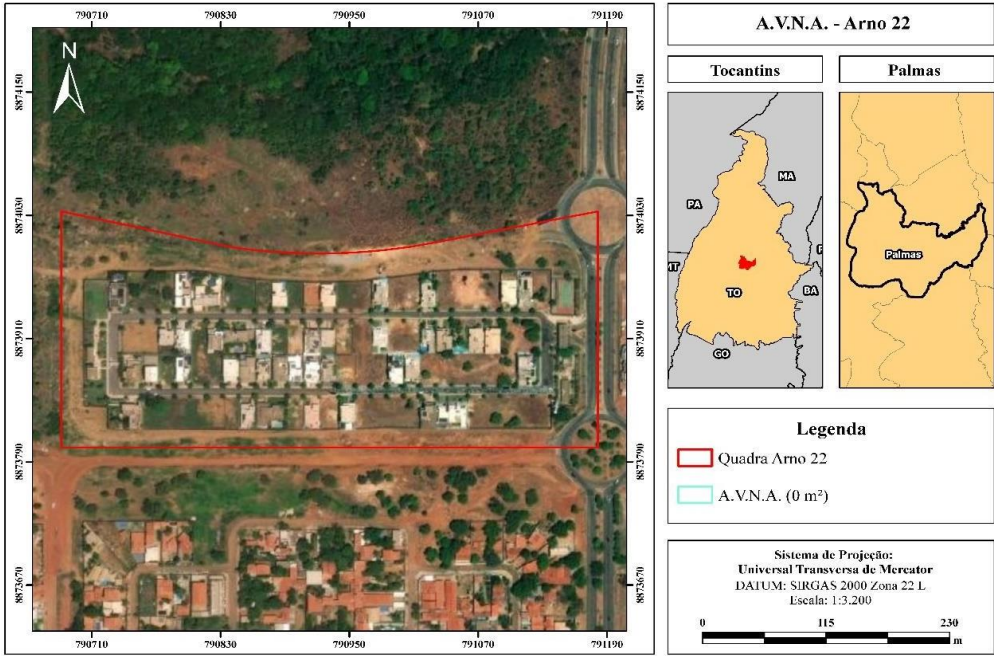


Figura 6: Mapa da ARNO 22 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

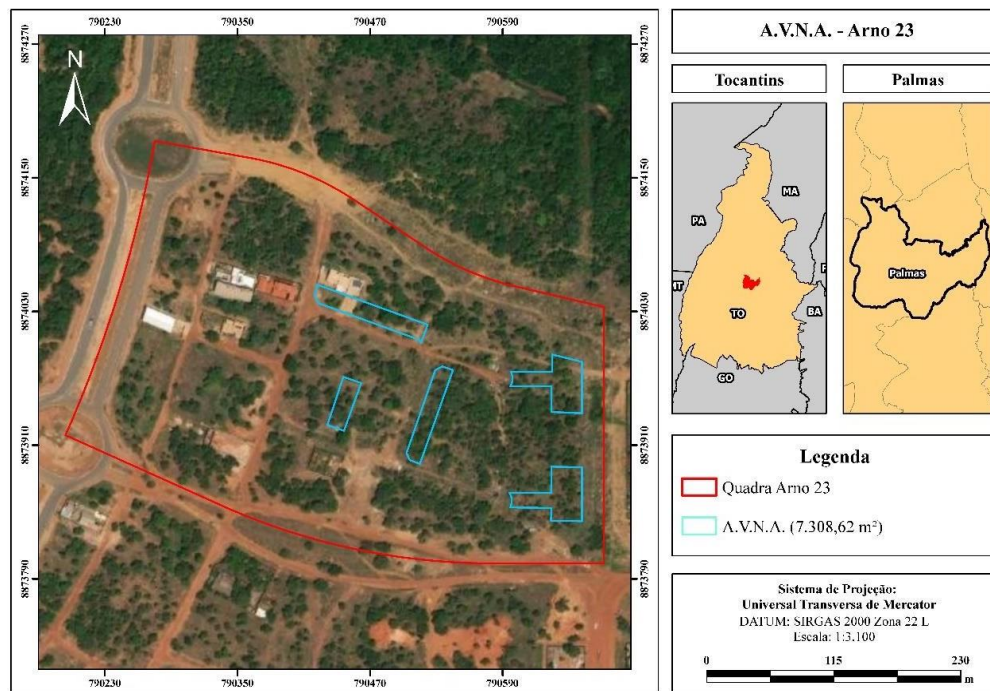


Figura 7: Mapa da ARNO 23 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

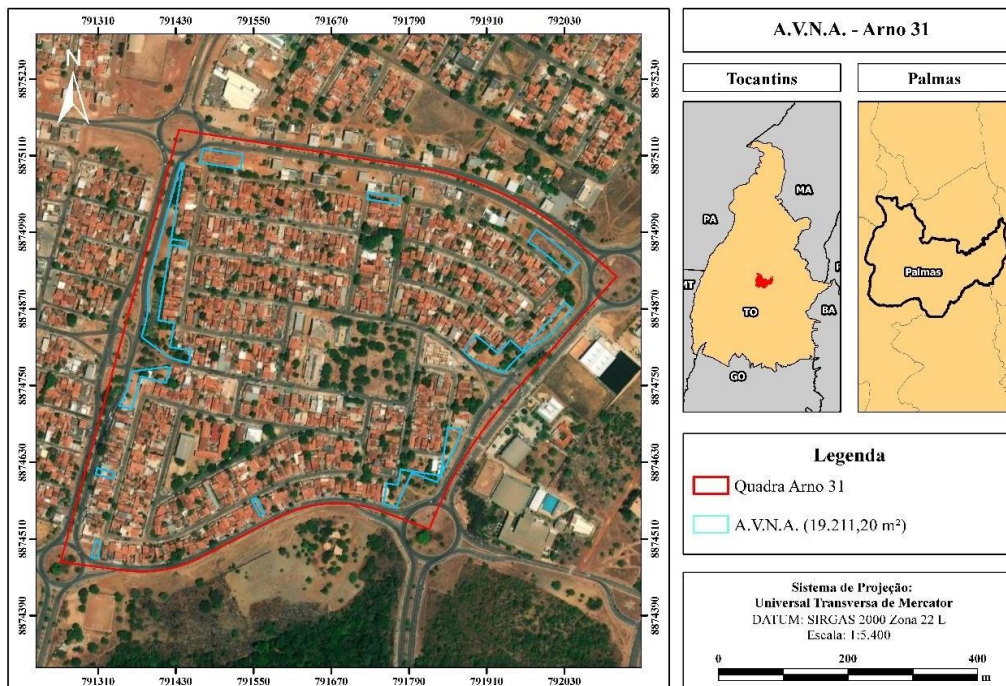


Figura 8: Mapa da ARNO 31 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

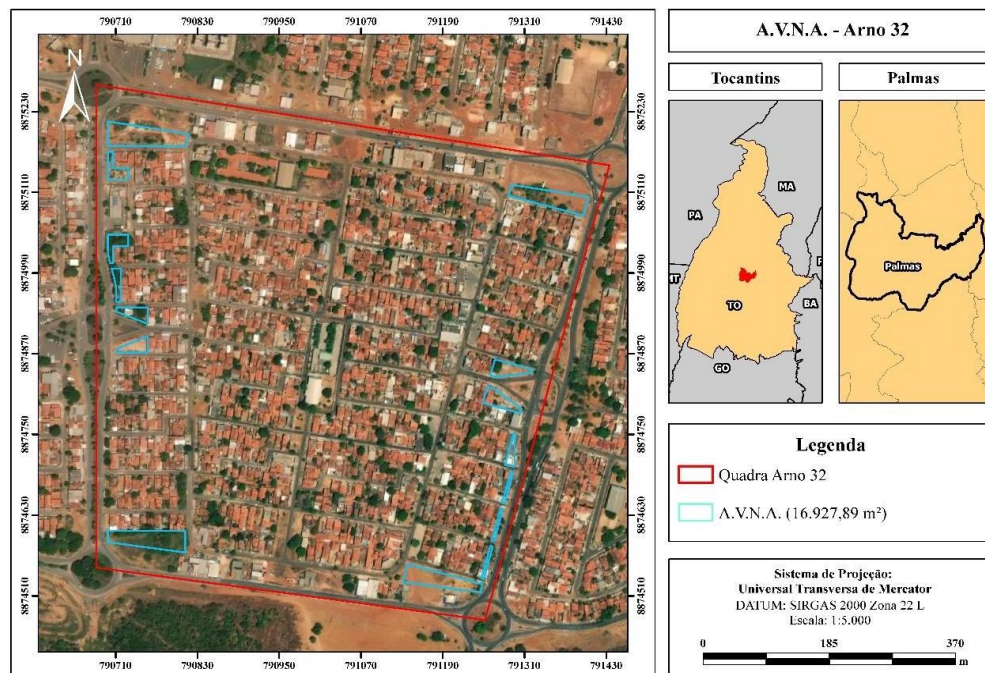


Figura 9: Mapa da ARNO 32 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

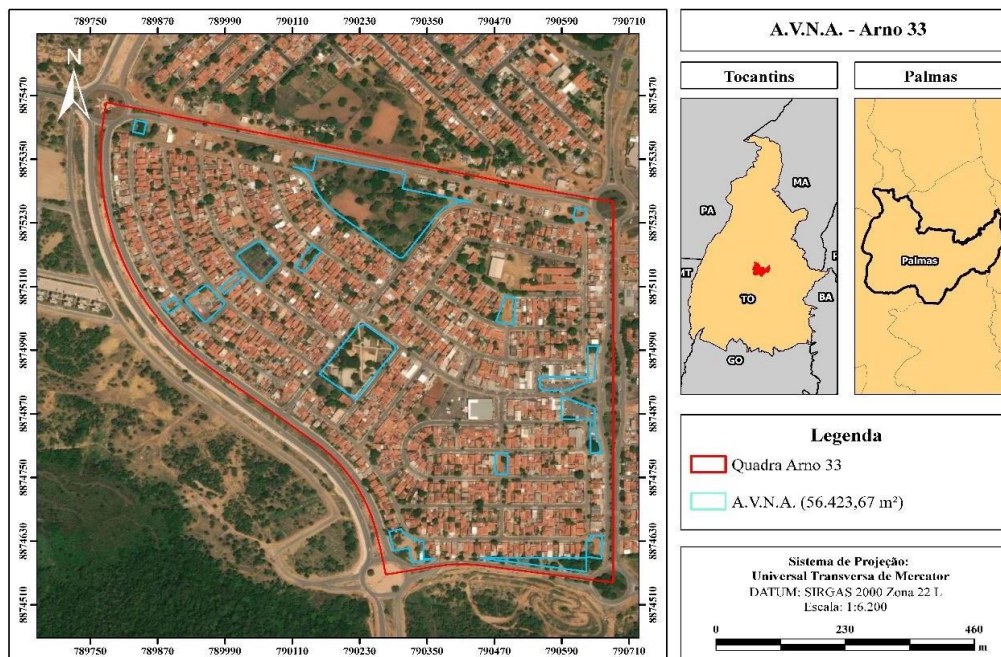


Figura 10: Mapa da ARNO 33 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

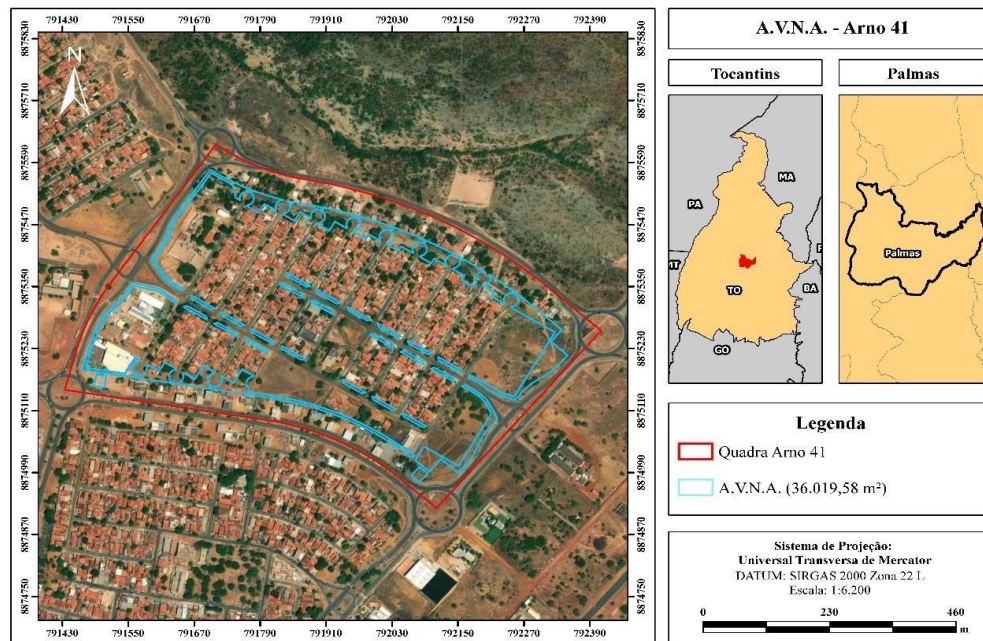


Figura 11: Mapa da ARNO 41 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

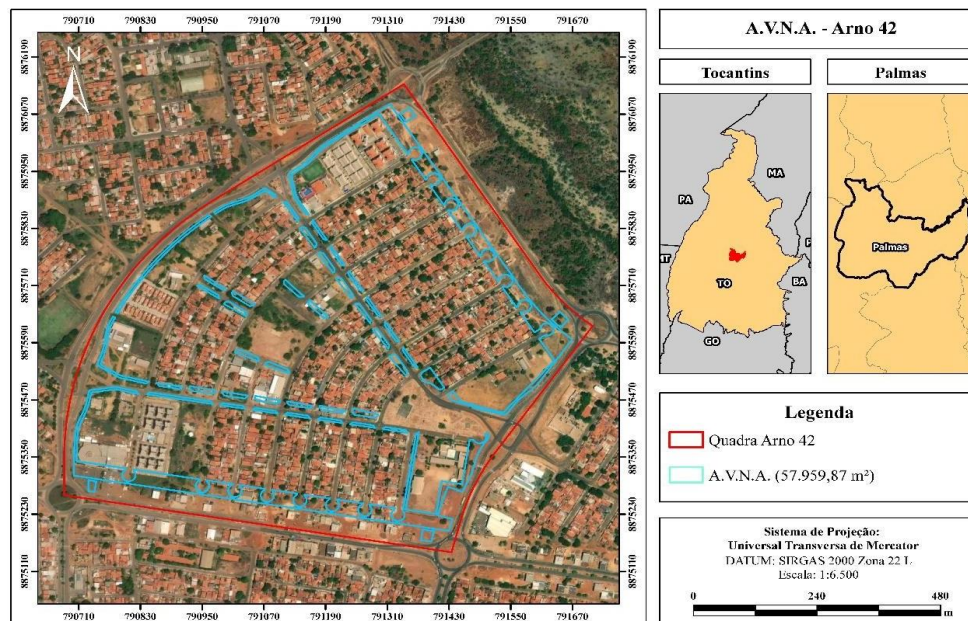


Figura 12: Mapa da ARNO 42 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

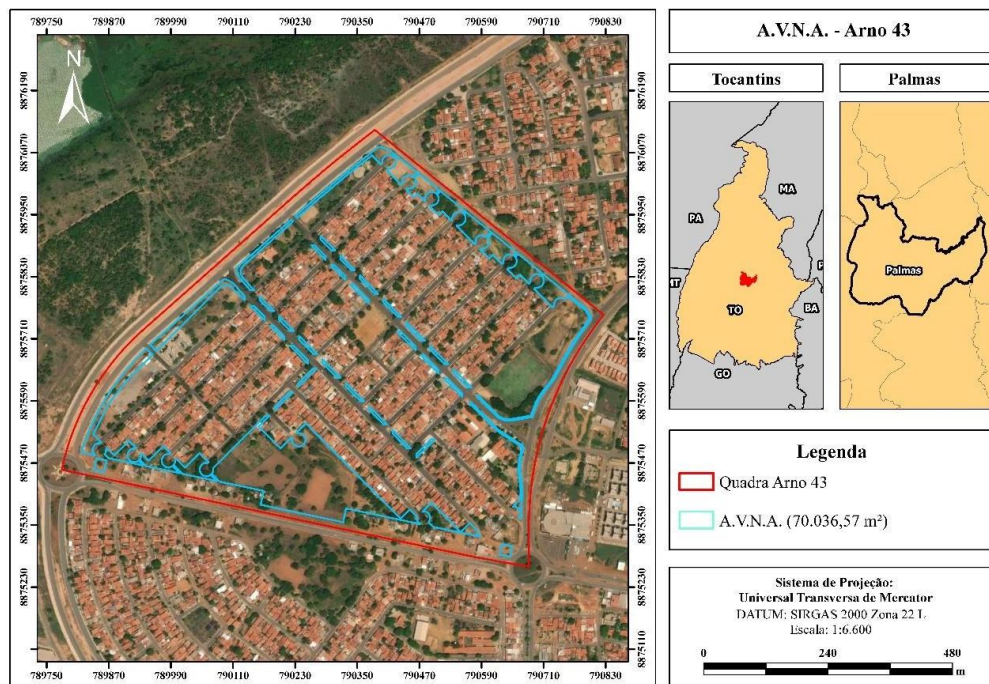


Figura 13: Mapa da ARNO 43 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

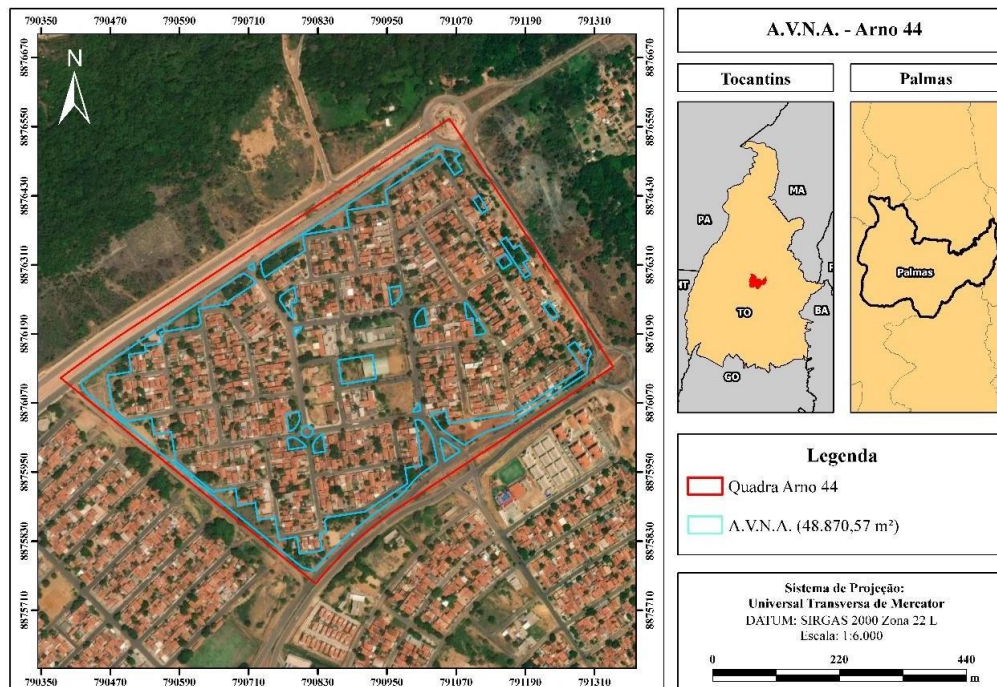


Figura 14: Mapa da ARNO 44 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

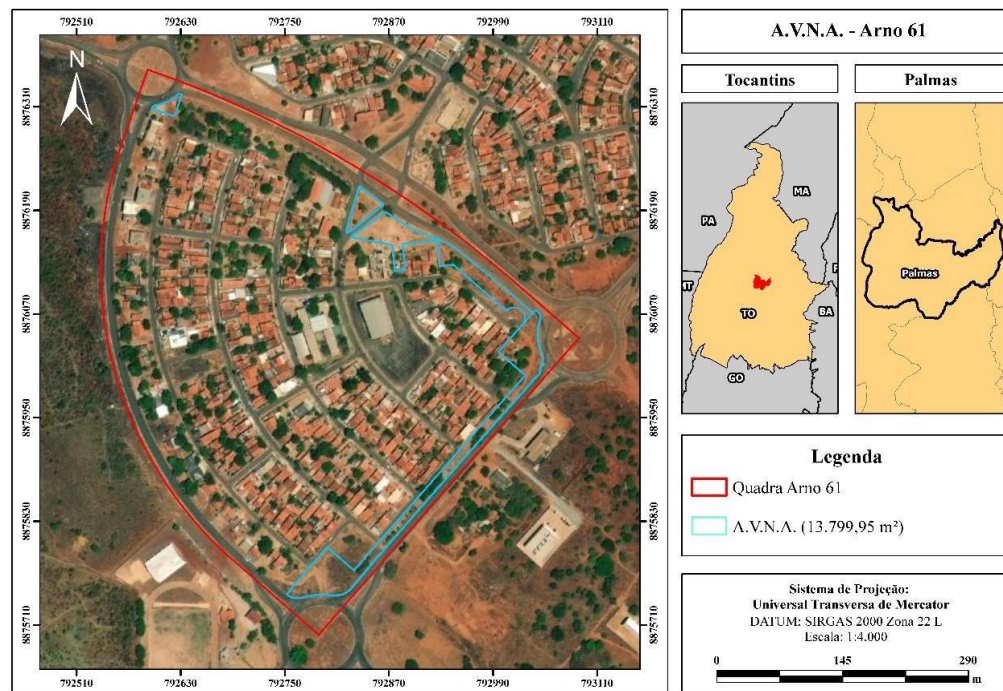


Figura 15: Mapa da ARNO 61 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

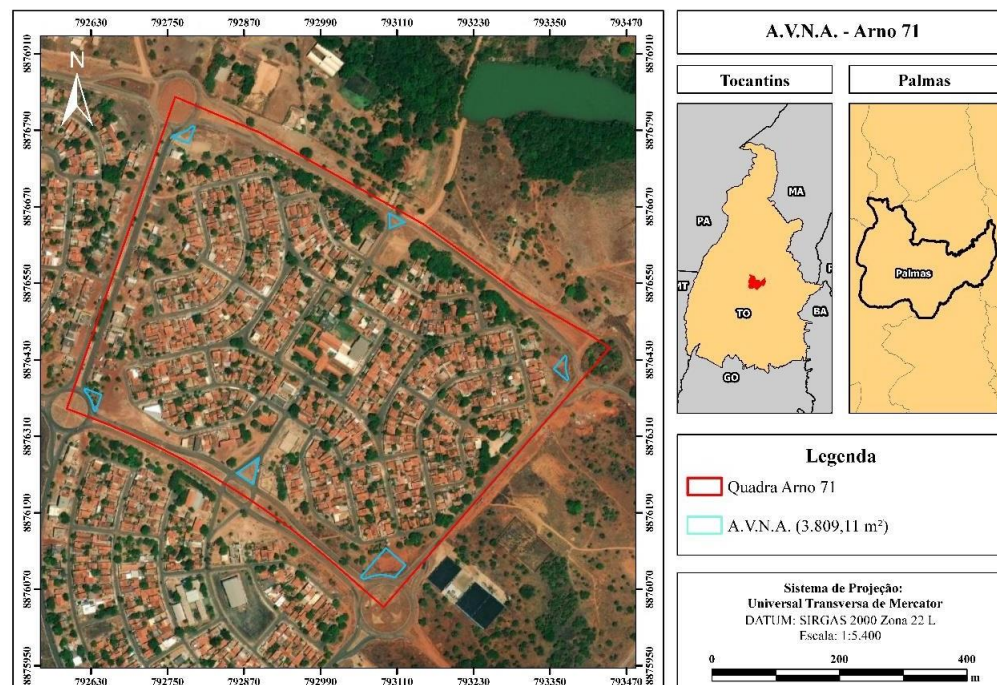


Figura 16: Mapa da ARNO 71 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

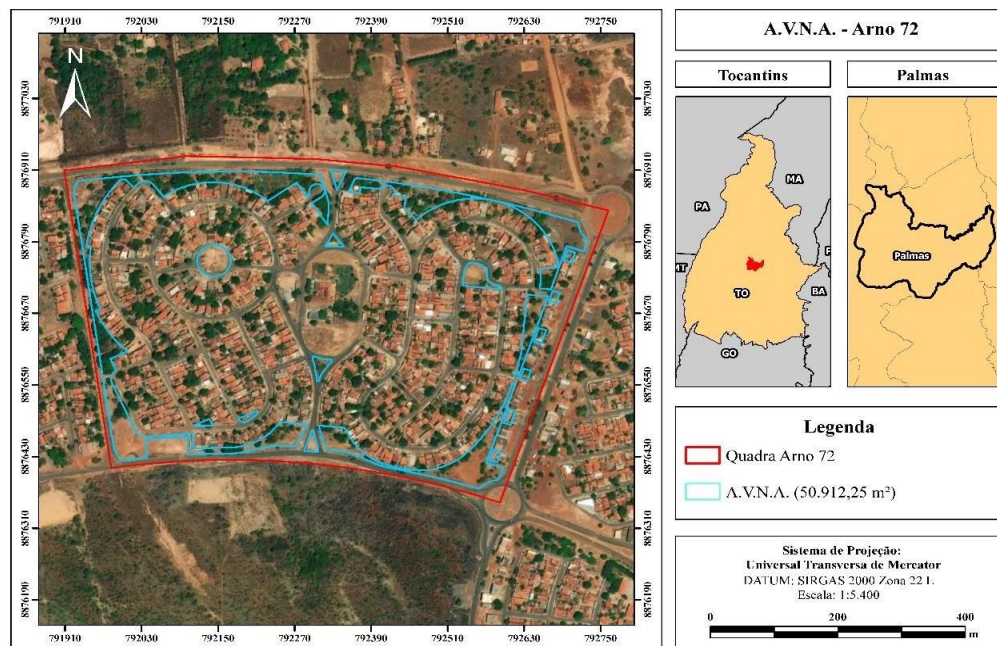


Figura 17: Mapa da ARNO 72 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

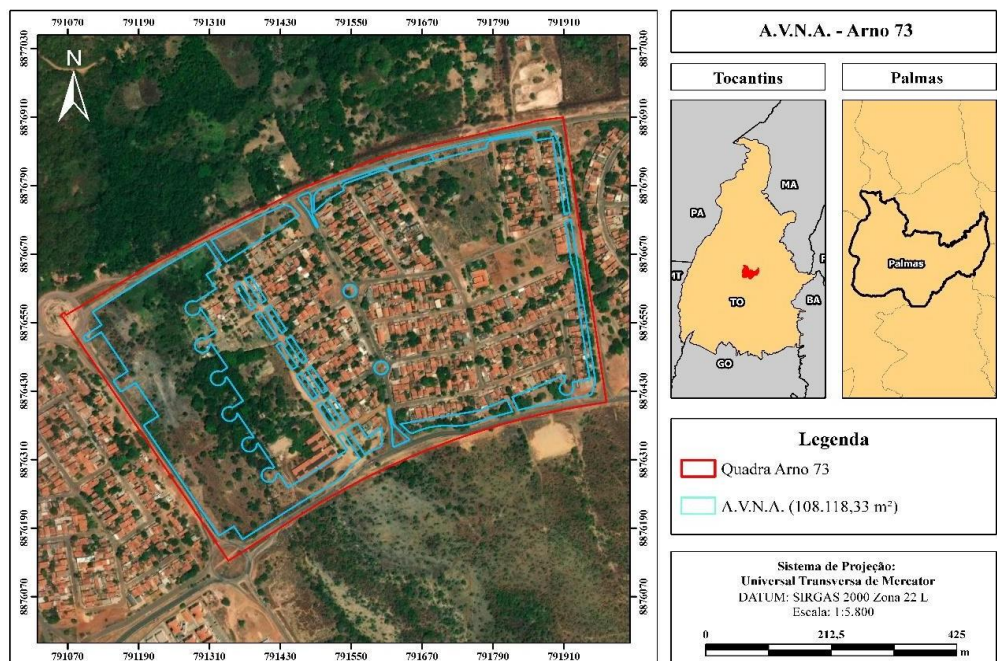


Figura 18: Mapa da ARNO 73 na região das ARNOs, plano diretor urbano de Palmas TO.

A seguir, fotos das AVNEs das quadras: ARNO 12, 22, 33, 42, 44 e 73.



Figura 19: Área Verde Não Edificante da Quadra ARNO 12, com a presença de palmeiras.
Fonte: Autoria própria (2021).



Figura 20: Área Verde Não Edificante da Quadra ARNO 21, com pouca arborização ao fundo.
Fonte: Autoria própria (2021).



Figura 21: Área Verde Não Edificante da Quadra ARNO 33, com a presença de árvores adultas.
Fonte: Autoria própria (2021).



Figura 22: Área Verde Não Edificante da Quadra ARNO 42, com a presença de poucas árvores.
Fonte: Autoria própria (2021).



Figura 23: Área Verde Não Edificante da Quadra ARNO 44, com a presença de árvores. Fonte: Autoria própria (2021).



Figura 24: Área Verde Não Edificante da Quadra ARNO 73, com vegetação preservada ao fundo. Fonte: Autoria própria (2021).

Ao observarmos as fotos podemos perceber a falta de arborização nas AVNEs, ou o plantio de espécies que projetam pouco sombreamento, como o caso da quadra ARNO 12, que foram plantadas palmeiras. Podemos perceber também que em muitas áreas a vegetação nativa foi suprimida e ainda não foi realizado o plantio de novas árvores, e percebemos o descaso com essas áreas, necessitando de um planejamento.

A Tabela 1 apresenta a área da quadra e sua respectiva AVNE para as quadras da região das ARNOs, o total de árvores, a densidade arbórea (m^2), o índice de sombreamento (ISA) e o índice de densidade arbórea (IDA).

Quadra	Área Quadra (m^2)	Área A.V.N.E (m^2)	Total Árvores	ISA	IDA
ARNO 12 (105N)	411.063,53	37.360,60	787	14,33	2,11
ARNO 13 (107N)	225.341,52	18.063,00	112	-	0,62
ARNO 21 (203N)	173.935,84	2.395,64	4	-	0,16
ARNO 22 (205N)	102.646,23	0.00	0	-	0,00
ARNO 23 (207N)	127.561,95	7.308,62	101	-	1,38
ARNO 31 (303N)	369.632,73	19.211,20	369	14,78	1,92
ARNO 32 (305N)	470.182,90	16.927,89	291	13,31	1,71
ARNO 33 (307N)	543.707,21	56.423,67	129	-	0,22
ARNO 41 (403N)	371.909,85	36.019,58	15	0,35	0,04
ARNO 42 (405N)	626.443,97	57.959,87	61	-	0,10
ARNO 43 (407N)	508.607,95	70.036,57	92	-	0,13
ARNO 44 (409N)	378.619,50	48.870,57	138	-	0,28
ARNO 61 (503N)	206.389,43	13.799,95	231	14,03	1,67

Quadra	Área Quadra (m ²)	Área A.V.N.E (m ²)	Total Árvores	ISA	IDA
ARNO 71 (603N)	353.930,97	3.809,11	5	-	0,13
ARNO 72 (605N)	376.879,60	50.912,25	117	-	0,22
ARNO 73 (607N)	410.633,54	108.118,33	275		0,25

A dimensão das áreas verdes variou consideravelmente, sendo a quadra ARNO 73 aquela com maior área verde não edificante (AVNE), com 108.118,33 m² e a quadra ARNO 22 menor, não havendo área verde delimitada. A ausência de AVNE nesta quadra possivelmente esteja relacionada ao seu pequeno tamanho em comparação as demais quadras dessa região. Em geral, quanto maior o tamanho da quadra maior a área verde correspondente (Figura 19).

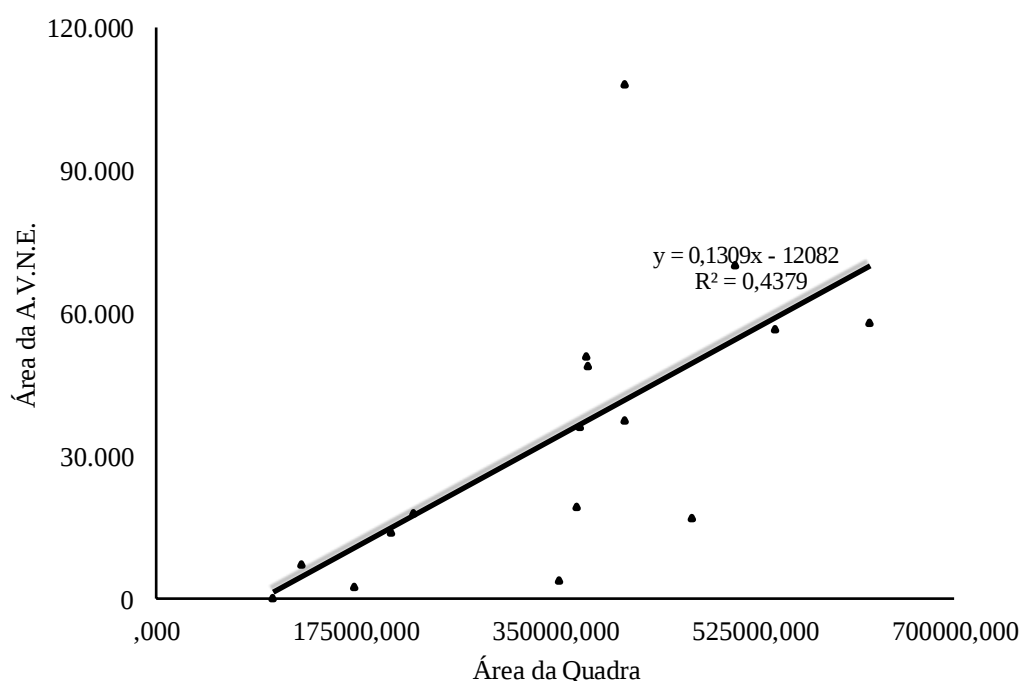


Figura 25: Correlação linear entre o tamanho das quadras e das AVNE nas quadras urbanizadas da região das ARSOs no Plano Diretor Urbano de Palmas-TO.

A proporção da área ocupada pelas AVNE em cada quadra variou entre 0 e 26,3 % da área da quadra com média igual a $8,54 \pm 1,6$. O total de árvores nas AVNE variou entre 4 e

787, com média igual a $181,8 \pm 51,5$ árvores. Já a densidade de árvores representada pelo IDA variou entre 0 e 2,11 árvores a cada 100m^2 de área verde, com média igual a $0,68 \pm 0,19$ (Tabela 1). Em geral o total de árvores não aumentou com o incremento da área da AVNE (Figura 20).

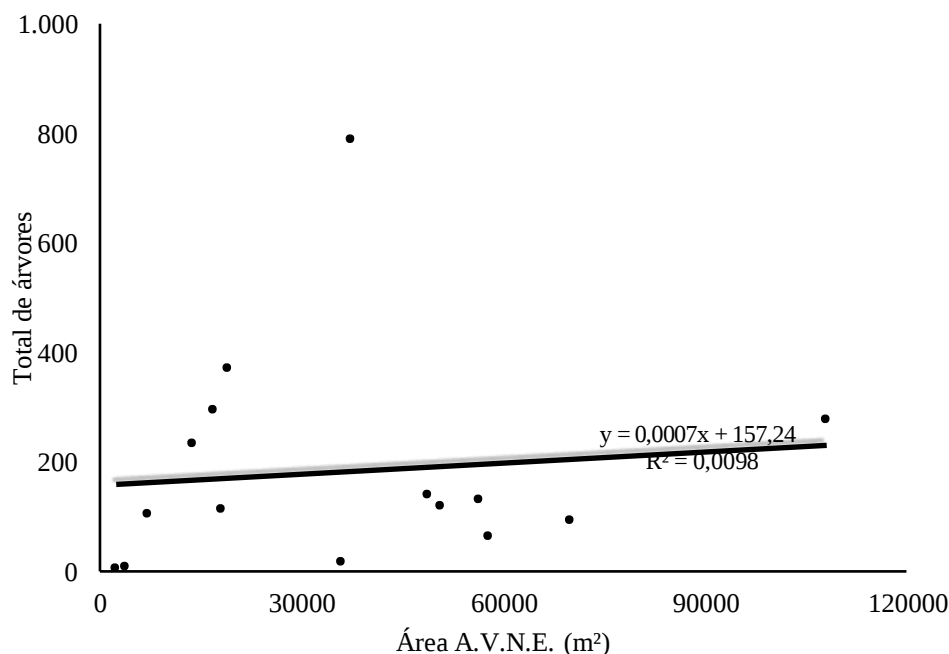


Figura 26: Correlação linear entre o tamanho das A.V.N.E. e o total de árvores em quadras urbanizadas região das ARNOs no Plano Diretor Urbano de Palmas-TO.

O índice de sombreamento variou entre 0,35 a 14,78 % com média igual a 11,36 %. A quadra ARNO 31 foi a que apresentou o maior Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA), com 14,78, seguido da quadra ARNO 12, com 14,33, da quadra ARNO 61 com 14,02, da quadra ARNO 32 com 13,30, e com menos Índice de Sombreamento Arbóreo foi a Quadra ARNO 41 com apenas 0,34. Os valores de ISA se mostraram abaixo do aceitável para áreas residenciais que é de 50%.

Em se tratando do Índice de Densidade Arbórea (IDA), cinco quadras apresentaram valores satisfatórios (Tabela 1), com valor superior a 1 árvore por m^2 (ARNO 12 com 2,11, ARNO 31 com 1,92, ARNO 32 com 1,71, ARNO 61 com 1,67 e ARNO 23 com 1,38). As outras quadras mostraram valores bem abaixo do recomendado, seja pela presença de árvores jovens ou pelo fato de que algumas espécies presentes nas quadras possuem pouca capacidade de sombreamento, como é o caso das palmeiras.

A dimensão das áreas verdes variou consideravelmente, sendo a quadra ARNO 73 aquela com a maior Área Verde Não Edificante (AVNE), com 108.118,33 m² e a quadra ARNO 22, a menor, não havendo área verde delimitada. A ausência de AVNE nesta quadra possivelmente esteja relacionada ao seu pequeno tamanho em comparação as demais quadras dessa região.

4 DISCUSSÃO

A arborização é uma importante parte da infraestrutura urbana, provendo uma série de serviços ecossistêmicos fundamentais para o bem estar humano. Os benefícios associados à arborização urbana vão muito além dos estéticos e podem ser divididos em três categorias: ambientais, relacionados à melhoria do ar, redução das ilhas de calor, ou ao aumento da biodiversidade; sociais, reduzindo o estresse ou estimulando a convivência social; e econômicos, reduzindo o consumo de energia ou aumentando o valor da propriedade (MORGENROTH et al., 2016).

O clima de um lugar, pode ser considerado como a integração de uma série de elementos que se verificam em escalas diferentes, abrangendo desde a macro até a micro escala, e a vegetação, como um fator climático local, possui uma real interferência no micro clima urbano (ROMERO, 2000). O desempenho das funções ambientais vinculadas à arborização em uma cidade, são influenciadas diretamente pela quantidade, qualidade e distribuição da arborização (FERREIRA, 2011).

Um dos benefícios da arborização é o conforto térmico que, consiste num conjunto de condições em que os mecanismos de autorregulação sejam mínimos, ou ainda, ao nível de confortabilidade térmica do corpo humano (GOMES & AMORIM, 2003). A arborização quando presente de forma significativa nos meios urbanos auxilia no conforto térmico local, trazendo uma sensação agradável para a população.

A utilização da vegetação nas cidades é uma das ferramentas frequentemente apontadas pelos pesquisadores do ambiente urbano para melhorar as condições climáticas e proporcionar conforto ambiental e melhor qualidade de vida. Dessa maneira o autor coloca que as árvores são sempre citadas como elemento fundamental para minimizar os efeitos da alteração do clima provocado pelas ações humanas, o resfriamento do ar, o aumento da umidade relativa e as mudanças na ventilação (SILVA, 2009).

Nas Áreas Verdes Não Edificantes (AVNE) das quadras residenciais da região das ARNOS a arborização é reduzida, o que potencialmente não contribui de maneira satisfatória para amenizar a temperatura do entorno. Nos mapas analisados é possível ver grandes espaços

abertos dentro das AVNEs que poderiam estar mais bem arborizados e contribuindo para que esses espaços verdes exerçam uma maior influência no microclima local.

A divisão do espaço em diferentes escalas é um consenso entre vários autores que estudam o clima urbano, pois como afirma Panão (2006) “o clima em uma cidade está intimamente associado às características do espaço urbano”, e sendo assim pode-se concluir que a relação entre clima e espaço urbano depende da escala do espaço físico, em maior escala como toda a área metropolitana e a cidade, ou menor escala, bairro, quarteirão e rua.

Gartland (2011) cita que as árvores e a vegetação refrescam a massa urbana uma vez que a evapotranspiração converte a energia solar em água evaporada ao invés de calor, mantendo as temperaturas da vegetação e do ar mais baixas. Este mesmo autor complementa ainda que árvores promovem sombras para as superfícies e protegem-nas do calor do sol, mantendo essas superfícies mais frescas e reduzem o calor armazenado por elas.

De acordo com Furtado (1994), a vegetação urbana assegura o arrefecimento passivo pelo sombreamento, que reduz a conversão de energia radiante sensível, diminuindo a temperatura de superfície dos objetos sombreados e através do consumo de energia para a evapotranspiração na superfície folha, resfriando a folha e o ar circunvizinho, devido à troca de calor latente.

O Plano Urbanístico de Palmas, elaborado pelo escritório de Planejamento do Grupo Quatro (ANTUNES; TEIXEIRA, 1989), foi confeccionado visando definir e organizar a ocupação do espaço urbano para o futuro Plano Diretor de Palmas. Na escolha da área, preocupou-se em integrar o meio natural ao espaço urbano, procurando usufruir das paisagens naturais existentes. A lei definitiva que instituiu o primeiro Plano Diretor Urbanístico, aprovada em 1994 (Lei Municipal 468/94) continha algumas modificações, não sendo representado na íntegra as premissas gerais de uso e ocupação do espaço urbano pelo Grupo Quatro, meramente orientava a estrutura física (zoneamento e uso do solo) e a composição dos diferentes setores e atividades.

Cada quadra com dimensões aproximadas de 600 x 700 m², foi objeto de planejamento próprio, sendo destinado em torno de 15% de áreas verdes no seu interior (PALMAS, 2016). No entanto, os percentuais de AVNEs das quadras da região das ARNOs são muito discrepantes e estão em geral abaixo do recomendado. Além disso, ao considerarmos o espaçamento de plantio de 6x6 metros e área total disponível de plantio como sendo de 15% da área estimada

da quadra, o índice ideal de árvores para as A.V.N.E seria de 41,6 ind./ha. Com base nesse parâmetro o déficit arbóreo nas áreas verdes da região das ARNOS seria de 13.479 árvores (PALMAS, 2016).

Em geral, as quadras residenciais possuem escola, unidade básica de saúde, áreas comerciais, áreas para esporte e lazer e áreas verdes não edificantes (AVNE). As áreas verdes de Palmas são regidas pela Lei de Uso do Solo de Palmas-TO, Lei n. 386/1993, alterada pela Lei n. 1070/2001, art. 15, parágrafo 5º e definida como: “Zona de uso caracterizada pela otimização das condições ecológicas do meio ambiente, sendo admitido o desenvolvimento de atividades de lazer compatíveis com essas condições.” (PINHEIRO, 2020)

Analisando as imagens, percebe-se nas A.V.N.E vazios característicos de desmatamento com áreas desprovidas de arborização ou que possuem poucas árvores. Segundo Adorno e Fighera (2005), o processo de implantação de Palmas-TO ocorreu com a supressão parcial ou total de extensas áreas de vegetação nativa do Cerrado e o plantio de espécies arbóreas exóticas ao Cerrado.

A função das áreas verdes de Palmas, tem sido objeto de discussão de alguns autores que centraram-se no seu papel social. Jacobs (2003), por exemplo, condena o excesso dessas áreas, pois criam espaços vazios, fomenta a delinquência e não são utilizadas como foram idealizadas, de maneira que a população não consegue dar vida a uma quantidade ilimitada de espaços verdes. Para Coccozza et al. (2009) o sistema de espaços livres da cidade deveria ser funcionalmente agregador do traçado da cidade, entretanto, opera de maneira fragmentada e desconecta, gerando um espaço urbano descontínuo que não cumpre o seu papel.

Além disso, nas cinco quadras analisadas, o Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA) não atingiu o valor recomendado, estando sempre abaixo dos 50% para áreas residenciais, de acordo com Simões et al. (2001).

A cidade está situada no bioma Cerrado, um dos 34 “hotspots de biodiversidade” mundiais, isto é, áreas detentoras de elevada diversidade biológica, mas que tiveram uma parte significativa dos seus habitats naturais destruídos, sendo, portanto, consideradas prioritárias para conservação (Conservation International, 2005). Palmas é uma cidade rica em biodiversidade, essas áreas devem servir de locais de conservação do cerrado.

Ainda que o arboreto desses espaços todavia seja composto em sua maioria por espécies nativas remanescentes, a recomposição do arboreto nesses locais quando ocorre, é realizada sobretudo com espécies exóticas como a mangueira *Mangifera indica*, jamelão *Syzigiumcumini* ou eucalipto *Corymbia* sp. (PALMAS, 2015).

No cerrado existem diversas espécies nativas com um potencial para o sombreamento, como exemplo temos a fava de bolota *Parkia platycephala*, o pequi *Caryocar brasiliense*, o jatobá *Hymenaea courbaril*, além de várias outras espécies que por serem originárias da região não enfrentam tantas dificuldades no seu desenvolvimento, sendo atrativas para a fauna, trazendo um bem estar maior ao local (Conservation International, 2005).

Além do déficit de arborização nas AVNEs o Plano de Arborização (PALMAS, 2015) identificou um número elevado de espécies exóticas, acúmulo de entulho e lixo, além de áreas verdes impermeabilizadas e parcialmente ou totalmente invadidas, o que não contribui com a função social e ambiental desses espaços.

A conservação dos remanescentes de cerrado nativo deve ser priorizada nas áreas verdes não edificantes, onde a vegetação tenha sido parcialmente suprimida ou totalmente suprimida no processo de recuperação/revegetação (DURIGAN et al., 2011). O Diagnóstico da Arborização de Palmas (PALMAS, 2015) cita que, a gestão da arborização urbana deve se basear em três princípios: a sustentabilidade, a criação de uma paisagem diversa e identitária, e uma gestão segura e eficiente.

O adequado manejo das áreas verdes das quadras urbanizadas, reduzindo a supressão das espécies herbáceo/arbustivas, restringindo a introdução de espécies exóticas ou a retirada de espécies arbóreas autóctones, traria melhorias significativas para a qualidade ambiental das quadras residenciais de Palmas/TO, incrementando a diversidade biológica e com isso o número de espécies vegetais úteis para a fauna e para a população local (PINHEIRO et al., 2018).

Embora, o Índice de Densidade Arbórea (IDA) mostrou-se satisfatório para cinco quadras da região das ARNOs, as mesmas mostraram valores do Índice de Sombreamento abaixo do recomendado para áreas residenciais, o motivo deve-se ao fato das áreas verdes possuírem espécies que projetam pouco sombreamento, como é o caso de algumas espécies de árvores, indivíduos jovens e palmeiras. Por outro lado, todas as quadras mostraram valores abaixo do recomendado para o Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA).

A gestão pública atual deve ampliar a cobertura vegetal existente nas A.V.N.Es, além de realizarem o manejo adequado dessas áreas, e fiscalizarem a fim de evitar danos como queimadas, corte das árvores e despejo de resíduos sólidos.

Nesse contexto, a comunidade deveria ter mais acesso a informações sobre os serviços benéficos que a arborização traz para a população, conscientizando as pessoas a conservarem as áreas verdes, no entanto, e apesar da cidade possuir um Plano de Arborização com diretrizes técnicas e um Manual de Arborização elaborado para orientar a população no plantio de árvores pouco tem sido feito pelo poder público municipal nesse sentido.

5 CONCLUSÃO

Frente ao conteúdo apresentado no presente trabalho conclui-se que, as AVNE não estão cumprindo com a sua devida função de melhorar o microclima local. Evidenciando a necessidade de planejamento desses espaços públicos para que possam desempenhar seus aspectos, ecológicos, de lazer, sociais, educativos e paisagísticos.

É necessário que o Poder Público tenha uma ação mais efetiva voltada a essas áreas, fazendo uma arborização dos espaços que foram analisados. É importante que a população tome o conhecimento devido dessas áreas e a sua importância para o bem estar social e que cobrem um planejamento e a manutenção dessas áreas. É necessário a capacitação e orientação dos funcionários responsáveis pelo manejo dessas áreas e o devido conhecimento sobre as espécies que devem ser plantadas.

Todas as quadras amostradas mostraram uma falta de arborização nas AVNEs, por esse motivo elas não cumprem o seu papel, que no caso seria para amenizar o calor.

Os mapeamentos e as análises realizadas permitiram o diagnóstico quantitativo das AVNEs da região das ARNOS de Palmas, denotando a qualidade desses espaços relacionados aos valores obtidos. Foram obtidos os valores do índice de sombreamento arbóreo (ISA) de 5 quadras da região e os valores do índice de densidade arbórea (IDA) das 16 quadras, mostrando a escassez de árvores na maioria das quadras.

Desse modo, as AVNEs estão influenciando o microclima das quadras de forma abaixo do potencial que podem gerar, além de algumas quadras possuírem poucos espaços de AVNE, sendo áreas muito pequenas e com pouca influência no microclima local. É necessário uma atenção do Poder Público e da população para essas áreas, fazendo o plantio correto, dando preferência a espécies nativas do cerrado, preservando a vegetação já existente e educando a população sobre essas áreas, fazendo assim que elas possam gerar futuramente um conforto térmico maior a população residente das quadras da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORNO, Fernando; FIGUEIRA, Luís Filipe. Clima e arborização. 2009. Artigo. 16f. UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.

ANTUNES, I; TEIXEIRA. (1989).Plano Urbanístico de Palmas. São Paulo: Parábola Editorial.

AMORIM, M. C. C. T, et al. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Revista Confins geografia humana**, Confins – MG, 2009.

ARAUJO, M. N; ARAUJO, A. J. Arborização Urbana. **Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar Crea-PR**.

ASHRAE STANDARD. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. **American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers**, Inc. 1791 Tullie Circle NE, Atlanta, GA 30329, 2004.

BARBUGLE, R.A. Influencia do ambiente construído nas distribuições das temperaturas do ar em Araraquara – SP. **Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de São Carlos**, 2004.

BARROS, A. P. S. et al. Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida: uma análise comparativa entre os bairros terra firme e cidade velha – Belém/PA. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. V 7, n.2, p. 68 - 85. Julho/Dezembro. 2017

BIONDI D, Althaus M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba: **FUPEF**; 2005.

BITENCOURT, L; CANDIDO, C. Introdução à ventilação natural. Editora Procel Edifica, Maceió, 2008.

BITENCOURT, L; CANDIDO, C. Introdução à ventilação natural. Editora Procel Edifica, Maceió, 2008.

BRACHER JUNIOR, Paulo. *Hymenaea courbaril*. 2018. Disponível em: <https://paisagismodigital.com/item.aspx?id=100708-hymenaea-courbaril>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRACKMANN, C. E; FREITAS, E. M. Florística arbórea e arbustiva de um fragmento de Mata Ciliar do arroio Boa Vista, Teutônia, RS, Brasil. **Hoehnea** 40(2): 365-372, 2013.

BRASIL, Serviço Público Federal. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado “Conservação e Desenvolvimento”**. Brasília, setembro de 2010.

CARVALHÊDO, W.S; LIRA, E.R. Palmas ontem e hoje: do interior do Cerrado ao Portal da Amazônia. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.1, n.2, p.51-73, jul. 2009.

CECCHETTO, C. T; CHRISTMANN, S.S; OLIVEIRA, T. D. Arborização urbana: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades. **XVI Seminário internacional de Educação no Mercosul**, 2016.

CHOAY, F. O urbanismo. **Editora São Paulo**. Editor Françoise Choay, ed 5.

COCOZZA, Glauco de Paula. **Palmas: Por um Sistema de Espaços Livres**. 2009. 88 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, UFT, Palmas, 2009.

COLLISCHONN, E; FERREIRA, C. V. O. O fator de visão do céu e sua influência sobre as características térmico-higrométricas intraurbanas em Pelotas/RS, Brasil. **Revista Geographia Meridionalis** v. 01, n. 01 Jun/2015 p. 160–178

DEMANTOVA, G C. A Sustentabilidade Urbana: simbiose necessária entre a sustentabilidade ambiental e a sustentabilidade social. **fundamentação teórica elaborada para o exame de qualificação de doutorado**, FEC-UNICAMP, Campinas – SP, 2006.

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

DUARTE, T. E. P.N. et al. Reflexões sobre arborização urbana: Desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá - Paraná, 2018, v11, n1, p327-341.

FERNANDES, J. T. Código de obras e edificações do DF: Inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética. **Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília**. Brasília – DF 2009.

FERREIRA, G. R; FIALHO, E. S. Campo térmico x fator de visão do céu: estudo da área central do município de Viçosa - MG em episódios de outono e inverno/2014. **Revista UFG, Boletim Goiano de Geografia**, v.43, n. 1, p 247-271, 2016.

FRANÇA M. S. Microclimas e suas relações com o uso do solo no entorno de escolas públicas na cidade de Cuiabá/MT. **Revista Educação**. Cultura e Scuola **v. 2, n. 2, p 148-161. (2012)**.

GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. **Editora oficina de textos**, São Paulo 2011.

GEOPALMAS, Secretaria de Meio Ambiente. Lei Complementar nº 155, de 28 de dezembro de 2007. Dispõe sobre a política urbana no município de Palmas (Plano Diretor Municipal). Diário Oficial do Estado do Tocantins, Palmas, TO, v. 1, n. 2560, 28 dez. 2007. Seção 1, pp. 182-196

GHENO E. L, FRANÇA M. S, MAITELLI S. F. Variações microclimáticas na área urbana de Sinop no final da estação chuvosa. **Revista Educação**. Cultura e Scuola v. 2, n. 1, p 139-153.

HOLANDA, F. et al. Forma urbana: que maneiras de compreensão e representação? **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais** Nº 3 / outubro 2000.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo demográfico**. Palmas Tocantins, 2020.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. 2015/2020 Disponível em:
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas> Acesso em 3 abr. 2021.

KALIL, R. M. L; GELPI, A. Planejamento urbano e regional, conceitos processos e metodologias. **Editora UPF**, Passo fundo – RS, p 21, 2019.

KUHLMANN JÚNIOR, M; RIBEIRO, M. S. Educação infantil e currículo. (Org.). Educação infantil pós-LDB: rumos e desafios. Campinas: Autores Associados, 2000b. (Polêmica do nosso tempo, 62).

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

LIMA NETO, Everaldo Marques de; SOUZA, Rosemeri Melo e. ÍNDICES DE DENSIDADE E SOMBREAMENTO ARBÓREO EM ÁREAS VERDES PÚBLICAS DE ARACAJU, SERGIPE. 2009. 16 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Ufpr, Piracicaba, 2009.

Lorenzi, H. 2003b. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 2, 2ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

MINELLA, F. C.O; ROSSI, F. A; KRÜGER, E. L. Análise do efeito diurno do fator de visão do céu no microclima e nos níveis de conforto térmico em ruas de pedestres em Curitiba. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 123-143, jan./mar. 2011.

MORAES, L. M. A segregação planejada: Goiânia, Brasília e Palmas. Goiânia. **Editora UCG**, 2006.

MORGENROTH, Alexssandro. **Os sentidos de lazer, lúdico e educação para jovens socialmente vulneráveis no município de Toledo/Pr**. 2016. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Unioeste, Toledo - Pr, 2016.

MOURA, G. M. G. Problemática ambiental e estrutura de gestão em Palmas (TO). **Pós-graduação e Pesquisa Mestrado profissional em desenvolvimento regional da Universidade Alves Faria (ALFA)**, Goiânia, 2011.

NASA. NOAA Analyses Reveal Record-Shattering Global Warm Temperatures in 2015. 2016.

OLIVEIRA, L.A; MENEZES, W.S. Morfologia urbana e sistema de espaços livres: Estudo de caso das unidades de vizinhança em Palmas – To. **Revista Paisagem e Ambiente** nº 41, São Paulo, pag 109 – 114, 2018.

PALMAS, (Prefeitura municipal). Lei Complementar nº 2225, de 4 de janeiro de 2015. Institui o Programa de Regularização Fundiária Sustentável no Município de Palmas, conforme determina o art. 100 da Lei Complementar Municipal nº 155, de 28 de dezembro de 2007, e adota outras providências. Diário Oficial do Município de Palmas, Palmas, TO, v. 1, n. 1416 4 jan. 2016. Seção 1, p. 1-6.

PINHEIRO, C.R, SOUZA, D.D. A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 67 - 82, abr./set. 2017.

PINHEIRO, R. T; MARCELINO, D. G; MOURA, D. R. Composição e diversidade arbórea nas quadras urbanizadas de Palmas, Tocantins. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 565-582, abr./jun. 2020.

PINHEIRO, Renato Torres; MARCELINO, Dianas Gomes; MOURA, Dieyson Rodrigues de; BITTENCOURT, Camila Rocha. RIQUEZA, DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO ARBÓREA NAS PRAÇAS DE PALMAS, TOCANTINS. 2018. 15 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Uft, Palmas, 2020.

PINHEIRO, Renato Torres; MARCELINO, Dianas Gomes; MOURA, Dieyson Rodrigues de. Composição e diversidade arbórea nas quadras urbanizadas de Palmas, Tocantins. 2020. 18 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Ufsm, Santa Maria, 2020.

PINHEIRO, Renato Torres; MARCELINO, Dianas Gomes; MOURA, Dieyson Rodrigues de. Espécies arbóreas de uso múltiplo e sua importância na conservação da biodiversidade nas áreas

verdes urbanas de Palmas, Tocantins. 2018. 19 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Ufpr, Palmas, 2018.

PINHEIRO, Renato Torres. Plano de arborização urbana de Palmas. Plano de Arborização Urbana de Palmas, Palmas, v. 1, n. 1, p. 25-143, 30 dez. 2016.

PIZARRO, P. R. Estudo das variáveis do conforto térmico e luminoso dos ambientes escolares. **Pós graduação em desenho industrial, pela faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Paulista**. Bauru – SP, 2005.

RANIERI, V. E, et al. O Zoneamento Ambiental como instrumento de política e gestão ambiental. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; WENDLAND, E.. (Orgs.). PPG-SEA: Trajetórias e perspectivas de um curso multidisciplinar. São Carlos: Rima, 2005. v.4, p.109-136.

RAYDAN, D.; STEEMERS, K. Environmental Urban Design. In: SANTAMOURIS, M. (Ed.) **Environmental Design of Urban Buildings**. London: Earthscan Publications, 2006. p. 1-35.

RIBEIRO, F. A. B. S. Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. **Revista da Católica**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 224-237, 2009.

ROCHA, S.M; OLIVEIRA, G.P.T.C. A cidade de Palmas: a sustentabilidade em questão. **Revista Esmat** v7, nº9, pag 143 – 169, Palmas, junho de 2015.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Cidades para um pequeno planeta**. 1º ed. 6ª reimpressão. São Paulo: G. Gili, 2013.

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

ROSETTI, A. I. N, et al. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. **Revista SBAU**, Piracicaba – SP, v.5, n.1, p.1-24, 2010

SANTOS, M. R. R; RANIERI, V. E. L. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. XVI, nº4, p. 43-62, out.-dez. 2013.

SEPLAN. Brasília: Tcu, 2018. **Revista Manual de Gestão de Riscos no TCU**, Piracicaba, v.3, n.3, set. 2008, p. 65-71.

SHAMS, J. C; GIACOMELI, D. C; SUCOMINE, N. M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.4, n.4, p.1-16, 2009.

SILVA, B.A. O impacto da distribuição de vegetação no microclima de ambientes urbanos. Connecting People and Ideas . **Proceedings of EURO ELECS 2015** . Guimarães. Portugal.

SILVA, J. R. F. Zoneamento e forma Urbana: Ausências e demandas na regulação do uso e ocupação do solo. **Dissertação de Mestrado pela Universidade de São Paulo**. São Paulo – SP, 2014.

SILVA, L. M. Reflexões sobre a identidade arbórea das cidades. **Revista SBAU**, Piracicaba, v.3, n.3, set. 2008, p. 65-71.

SOUZA, C.S. O papel do zoneamento ambiental no planejamento municipal. Revista de propriedade intelectual direito contemporâneo e constituição, Aracaju, Ano II, Edição nº 04/2013, p.154 a 175 Out/2013.

SOUZA, C.S. O papel do zoneamento ambiental no planejamento municipal. Revista de propriedade intelectual direito contemporâneo e constituição, Aracaju, Ano II, Edição nº 04/2013, p.154 a 175 Out/2013

SOUZA, C.S. Sustentabilidade urbana: conceitualização e aplicabilidade. **Programa de Pós - graduação**, Universidade Federal de São João Del-Rei, Ouro Branco – MG, 2016.

SOUZA, L. C. L. Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 155-167, out./dez. 2010.

SOUZA, L. C. L.; PEDROTTI, F.S.; LEMES, F. T. Consumo de Energia Urbano: Influência do perfil do usuário; da geometria urbana e da temperatura. **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**. Maceió – Alagoas, 5 – 7 de outubro de 2005, p 1 – 10.

STANGANINI, F. N; LOLLO, J. A. O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), 2018, 10(Supl. 1), 118-128.

TEIXEIRA, L. F. C. A formação de Palmas. **Revista da UFG**, Goiânia, v. 6, p. 91-99, 2009.

TEOBALDO, A; AMORIM, M.C.C.T. Ilha de Calor Urbana e desconforto térmico: uma análise episódica em Cuiabá/MT. **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Campinas – SP, de 28 de Junho a 02 de julho de 2017.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço**. Brasília: UNESCO, 2000. p. 31-33.

VASQUES, Hérika Silva; BARROS, Juliana Ramalho; SILVA, Keyla Vaz. A importância do conforto térmico como indicador para transferência do capital do estado de Goiás. 2016. 12 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

VENTURA, A.; ZAHN, C.; RONCA, J. L. C. A arquitetura e o planejamento urbano – regional em face do processo de mundialização. **Editora Exacta**, São Paulo, v. 1, 2003.

ZANGALLI, P.C. Sustentabilidade urbana e as certificações ambientais na construção civil. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia - MG, 25 (2): 291-302, mai/ago/2013.

ZILLER, S. R; ZENNI, R. D; DECHOUM, M. S. Espécies exóticas invasoras na arborização urbana: problemas e soluções. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**, Vitória - ES, 2007.