



Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v12n12018p174-190

Submetido em: 24 out. 2017

Aceito em: 9 abr. 2018

Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira

Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Bolsista PNPd da Universidade Federal do Tocantins *Campus* Universitário de Gurupi/TO – Brasil. E-mail: lucicleiabiologa@gmail.com.

Allan Deyvid Pereira da Silva

Mestrado em Ciência Florestal e Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Doutorado em andamento em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Curitiba/PR – Brasil. E-mail: allanuft@gmail.com.

Jefferson Rodrigues Fernandes

Mestrado em andamento em Ciências Florestais e Ambientais na Universidade Federal do Tocantins *Campus* Universitário de Gurupi/TO – Brasil. E-mail: jeff_dmob@hotmail.com.

André Ferreira dos Santos

Doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Professor do curso de Mestrado em Ciências Florestais e Ambiental da Universidade Federal do Tocantins *Campus* Gurupi/TO. E-mail: andrefs@uft.edu.br.

Marcos Giongo

Doutorado em Engenharia Florestal (UFPR). Professor da Universidade Federal do Tocantins *Campus* Gurupi/TO – Brasil. E-mail: giongo@uft.edu.br.

O objetivo do estudo é avaliar a cobertura arbórea da porção central de Gurupi para auxiliar o planejamento e a manutenção das árvores nas vias públicas. Os dados coletados foram as dimensões das vias públicas, quantidade de árvores e diâmetro de copa; posteriormente foram calculados os índices de densidade arbórea (IDA) e sombreamento arbóreo (ISA). A dominância de oiti (70,32%) reflete a baixa diversidade de espécies, e os valores dos índices espaciais são baixos para a área total. Os índices indicam insuficiência de árvores para proporcionar conforto térmico do ambiente, especialmente na porção comercial da cidade.

Palavras-chave: Densidade arbórea. Sombreamento. Área comercial.



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

Spatial indices indicate tree shortage in the afforestation of the central portion of Gurupi, Brazil

The objective of the study is to evaluate the tree cover of the central portion of Gurupi to assist the planning and maintenance of the trees in the public roads. The data collected were the dimensions of the public roads, number of trees and canopy diameter, after which the tree density (ADI) and arboreal shading (ISA) indices were calculated. The dominance of oiti (70.32%) reflects the low diversity of species and the values of the spatial indices are low for the total area. Indices indicate insufficient trees to provide thermal comfort of the environment, especially in the commercial portion of the city.

Key-words: Tree density. Shading. Commercial area.

Índices espaciales indican carencia arbórea en la arborización de la porción central de Gurupi, Brasil

El objetivo del estudio es evaluar la cobertura arbórea de la porción central de la ciudad de Gurupi en el Estado brasileño de Tocantins, para auxiliar la planificación y el mantenimiento de los árboles en las vías públicas. Los datos recolectados fueron: las dimensiones de las vías públicas, la cantidad de árboles y el diámetro de las copas. Posteriormente, se calcularon los índices de densidad arbórea (IDA) y sombreado arbóreo (ISA). La dominación de oiti (70,32%) refleja la escasa diversidad de especies y los valores de los índices espaciales se consideran bajos para el área total. Se observó que tales índices indican insuficiencia de árboles para proporcionar confort térmico al ambiente, especialmente en la porción comercial de la ciudad.

Palabras clave: Densidad arbórea. Sombreado. Área comercial.



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

1 Introdução

O plantio de árvores no Brasil em meados do século XIX apresentava intenção estética devido à influência europeia. No século seguinte, no entanto, já havia indícios de preocupação com o ambiente; em algumas cidades do Norte e Nordeste do país já eram implantadas árvores nativas na arborização urbana (ARAGÃO, 2008).

Nas últimas décadas, especialmente, a atenção da população tem aumentado bastante com relação ao meio ambiente urbano e a qualidade de vida das cidades. Nesse sentido, tem-se falado em áreas verdes e arborização, sendo a arborização urbana caracterizada pela plantação de árvores em praças, parques, calçadas de vias públicas e logradouros, constituindo-se, portanto, numa das mais relevantes atividades da gestão urbana incluída nos planos, projetos e programas urbanísticos das cidades (ROCHA; WERLAND, 2005).

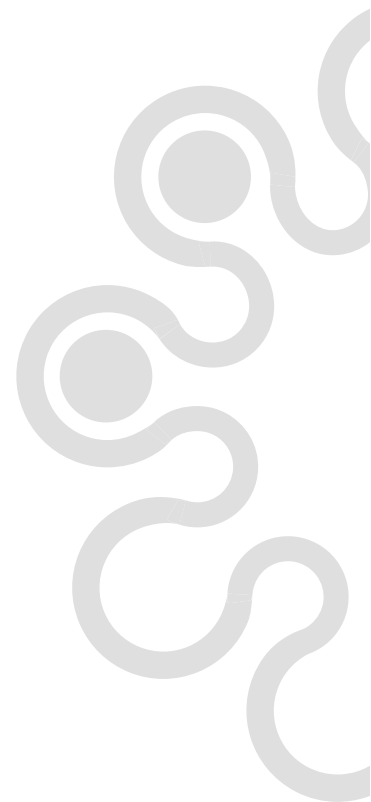
O termo “áreas verdes” é usado indistintamente para se referir à presença de vegetação na área urbana e pode induzir a erros conceituais. Para esclarecer isto, Bargas e Matias (2011) por meio de uma revisão de literatura deixam claro que as áreas verdes podem ser conceituadas como uma categoria de espaço livre urbano constituído por vegetação arbustiva e arbórea em que o solo é livre de construções e permeável em pelo menos 70% da área, e ainda desempenha funções ecológicas, estética e de lazer.

A introdução de árvores na área urbana melhora o aspecto estético da cidade, contribuindo com suas qualidades plásticas (cor, forma e textura) na moldura de ruas e avenidas, e ainda reduz o efeito agressivo das construções que dominam a paisagem urbana devido à sua capacidade de integrar os vários componentes do sistema (DANTAS; SOUZA, 2004).

Segundo Monteiro et al. (2013), a arborização proporciona diversos benefícios ecológicos como aqueles relacionados ao microclima, favorece a menor amplitude térmica, maior umidade relativa, menor velocidade do vento e da precipitação pluviométrica; serve de abrigo e fonte de alimento para a fauna; retém poeiras e sólidos em suspensão e ameniza a poluição sonora. Reduz o consumo de energia em regiões quentes e, quando bem planejada, agrega valor às áreas urbanas e às edificações (GONÇALVES et al., 2012).

Segundo Cabral (2013), a arborização se torna ainda mais importante no centro das cidades, pois o ar é geralmente mais quente do que nas periferias e no campo devido ao desaparecimento e/ou diminuição das coberturas vegetais da área urbana. Além disso, o intenso tráfego de veículos automotores, excesso de edificações, indústrias e pavimentação de ruas contribuem e potencializam o efeito do aquecimento nos centros urbanos. Tal fenômeno é conhecido como ilhas de calor, exemplo clássico das modificações climáticas ocorridas nas cidades, que está diretamente relacionado ao uso do solo.

A introdução de árvores no ambiente urbano exerce papel crucial na amenização da temperatura do seu entorno, elevação da umidade relativa do ar e ampliação das taxas de evapotranspiração, pois durante o processo fotossintético as plantas absorvem parte da radiação que contribui diretamente para o conforto térmico do ambiente bem como com a purificação do ar (ALVES et al., 2011; MARTELLI; SANTOS JR., 2015). Entretanto, árvores de pequeno porte apresentam baixa capacidade de sombreamento e, nos locais onde são ausentes, a situação é ainda



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

.....
pior porque se verifica a incidência de radiação solar direta nos espaços físicos pavimentados, constituindo-os em centros armazenadores de energia e emissores de radiação de ondas longas que pioram a sensação de desconforto térmico (CALLEJAS et al., 2014).

Para ajudar o planejamento e a administração da arborização urbana é importante avaliar a cobertura arbórea, tomando como base o conhecimento das espécies frequentes, bem como a quantidade e a distribuição das árvores presentes. De posse dessas informações, o uso de índices espaciais como sombreamento e densidade da vegetação também auxiliam os estudos de planejamento urbano, qualidade ambiental e arcabouço de modificação da paisagem na área verde (LIMA NETO; SOUZA, 2009) e nas vias públicas.

Dada a importância ecológica das árvores presentes nas vias públicas da cidade relacionadas à despoluição do ar e amenização da temperatura local, faz-se necessário o conhecimento do tipo de vegetação encontrada como forma de subsidiar a tomada de decisões do poder público. Diante do exposto, o presente trabalho avaliou a cobertura arbórea da porção central de Gurupi, TO, mediante a utilização de índices espaciais como índice de densidade arbórea e sombreamento para auxiliar o planejamento, a conservação e a manutenção das árvores nas vias públicas.

2 Material e métodos

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada na cidade de Gurupi, que se encontra na região sul do estado do Tocantins, localizada a uma latitude 11°43'45" sul e a uma longitude 49°04'07" oeste, estando a uma altitude de 287 metros. Faz limites com as cidades Aliança do Tocantins, Cariri do Tocantins, Dueré, Figueirópolis, Peixe e Sucupira, e fica 245 km da capital Palmas (SEPLAN, 2012). O clima, segundo a classificação de Thornthwaite, é do tipo C2wA'a" úmido subúmido com moderada deficiência hídrica (SEPLAN, 2013). Sua população estimada em 2013 era de 81.792 habitantes, com densidade demográfica 44,54 hab/km² e área territorial 1836,081 km² (IBGE, 2010).

Para a localização das vias e ruas da área de estudo foi utilizado o mapa viário do município. A área total (Figura 1) amostrada totaliza 13 avenidas e 10 ruas. A quadra foi a unidade amostral, tendo sido inventariadas 108 quadras, com exceção das áreas verdes e propriedades particulares. A área foi dividida em três porções, sendo duas residenciais (A1-norte e A2-sul) e uma comercial (A3-central).



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

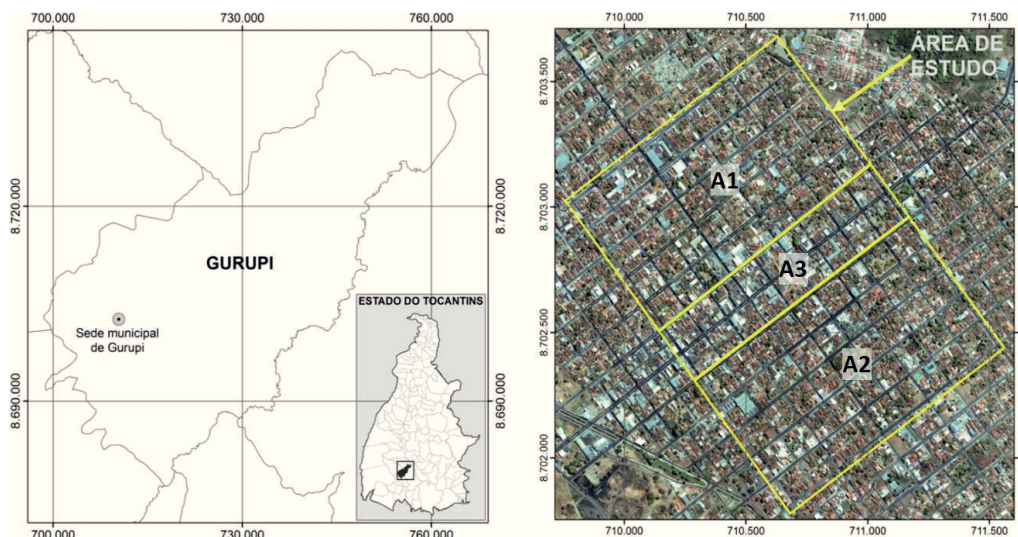


Figura 1. Localização da cidade de Gurupi evidenciando a porção da área de estudo

Fonte: Os autores (2017)

As ruas do município de Gurupi apresentam duas formas de denominação: nome e número; no entanto são popularmente conhecidas por seu número correspondente (Tabela 1). Suas principais avenidas, que correspondem à área comercial da cidade, são: Goiás, Pará e Maranhão.

Tabela 1. Lista das vias públicas avaliadas no município de Gurupi, Tocantins, Brasil

Avenidas	Ruas
Alagoas	1-14 de Novembro
Paraíba	2- Adelmo Aires Negre
Ceará	3- Presidente Castelo Branco
Pernambuco	4- Antônio Lisboa da Cruz
Piauí	5- Juscelino Kubistchek
Maranhão	6- Getúlio Vargas
Goiás	7- Ministro Alfredo Nasser
Pará	8- Senador Pedro Ludovico
Mato Grosso	9- Engenheiro Bernardo Sayão
Amazonas	10- Deputado José de Assis
São Paulo	
Paraná	
Santa Catarina	

Fonte: Os autores (2017)



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

2.2 Coleta e avaliação dos dados

Os dados foram coletados nas ruas e avenidas de Gurupi no período de fevereiro a maio de 2014. As informações obtidas foram: nome das vias públicas; número da quadra; comprimento e largura da via compreendida na intersecção entre as quadras; espécie e quantidade de indivíduos, sendo considerados neste levantamento todos os indivíduos arbóreos para a listagem das espécies; para as demais determinações foram considerados apenas aqueles com altura superior a 1,50 m. Posteriormente os dados foram transcritos para uma planilha eletrônica utilizando o sistema computacional *OpenOffice*.

O diâmetro da copa da árvore foi obtido utilizando duas medições: uma paralela ao meio-fio e outra perpendicular, sendo o último composto por dois raios, um no sentido tronco-rua (Rr) e outro no sentido tronco-construção (Rc). Tanto para a determinação dos raios e do diâmetro longitudinal da copa das árvores quanto para medir o comprimento e a largura das vias públicas, foi utilizada a trena de 50 metros.

Para o cálculo da área verde das árvores de vias públicas, área ocupada pela copa, foi adotada a metodologia baseada em Sampaio e Angelis (2008), sendo a área verde individual calculada a partir do raio médio (r) de cada unidade de observação (árvore). O cálculo foi realizado com uso da seguinte equação (1):

$$A = \frac{1}{4}(\text{long} + Rr + Rc) \quad (1)$$

onde:

r = raio médio

Long = diâmetro longitudinal;

Rr = raio em direção à rua;

Rc = raio em direção ao muro ou construção

A área verde (área sombreada) total foi obtida pelo somatório da área de cada projeção de copa de árvore avaliada. A área verde (AV) para cada unidade de observação foi calculada pela seguinte equação (2):

$$AV = \pi r^2 \quad (2)$$

De posse dos dados coletados foram determinados os índices espaciais: índices de densidade arbórea (IDA) e índice de sombreamento arbóreo (ISA) baseado na metodologia descrita por Simões et al. (2001), conforme descrito a seguir: o IDA consistiu no número de árvores existentes em cada 100m², cujo cálculo permite avaliar se há deficiência ou abundância de vegetação na área, sendo determinado pela seguinte equação:

$$IDA_{total} = \left[\frac{N \text{ árvores}}{\text{Área total (m}^2\text{)}} \right] \times 100$$



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

O ISA se refere ao percentual de área sombreada em relação à área total. Por meio deste, obtém-se o potencial de sombra resultante da soma das áreas de projeção das copas, cujo índice é definido pela seguinte expressão:

$$ISA_{total} = \left[\frac{\text{Área sombreada (m}^2\text{)}}{\text{Área total (m}^2\text{)}} \right] \times 100$$

Tomando como base os índices citados, foi proposto neste trabalho calcular o IDA e o ISA por via pública a fim de avaliar como se encontra a arborização da área central escolhida para estudo na cidade Gurupi, conforme descrito a seguir:

$$IDA \text{ por via pública} = \left[\frac{N \text{ árvores}}{\text{Área total (m}^2\text{)}} \right] \times 100$$

e

$$ISA \text{ por via pública} = \left[\frac{\text{Área sombreada (m}^2\text{)}}{\text{Área total (m}^2\text{)}} \right] \times 100$$

Os valores obtidos para o ISA foram relacionados com os de Simões et al. (2001), o qual destaca que, nos bairros com predomínio de atividades comerciais, recomendam-se valores a partir de 30%, enquanto que, para aqueles com função residencial, a orientação é a partir de 50%.

3 Resultados e discussão

A realização desse inventário possibilitou observar que a população arbórea da área é composta por 52 espécies, sendo a maior dominância representada por *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (70,88%), *Caesalpinia pluviosa* DC. (4,89%), *Pachira aquatica* Aubl. (4,48%), *Murraya paniculata* (L.) Jack (4,27%), *Mangifera indica* L. (2,11%) e *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & LMPerry (2,01%), respectivamente. Quando avaliado o número de indivíduos, foi constatado que, dos 1.942 inventariados, apenas 1.769 (91,09%) apresentaram copa, e que, destes, 1.244 (70,3%) foram representados por *Licania tomentosa*, a qual apresenta tendência dominante em todas as vias públicas avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2. Relação do número de espécies e de indivíduos adultos (NIA) encontrados na arborização da região central de Gurupi/TO, bem como o total e a frequência de oiti (F %) por via pública

(continua)

Vias Públicas	Nº espécies	NIA	Total oiti	F (%) Oiti
1-14 de Novembro	5	76	66	86,84
2- Adelmo Aires Negre	13	70	39	55,71
3- Presidente Castelo Branco	11	50	25	50,00
4- Antônio Lisboa da Cruz	8	61	47	77,05
5- Juscelino Kubistchek	11	56	42	75,00
6- Getúlio Vargas	9	72	44	61,11



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

(conclusão)

Vias Públicas	Nº espécies	NIA	Total oiti	F (%) Oiti
7- Ministro Alfredo Nasser	11	58	46	79,31
8- Senador Pedro Ludovico	7	49	36	73,47
9- Engenheiro Bernardo Sayão	12	38	19	50,00
10- Deputado José de Assis	10	44	25	56,82
Alagoas	17	77	42	54,55
Amazonas	15	140	95	67,86
Ceará	14	71	38	53,52
Goiás	5	120	96	80,00
Maranhão	11	136	111	81,62
Mato Grosso	14	100	72	72,00
Pará	12	121	97	80,17
Paraíba	12	76	58	76,32
Paraná	15	59	39	66,10
Pernambuco	10	78	52	66,67
Piauí	13	57	38	66,67
Santa Catarina	10	61	41	67,21
São Paulo	14	99	76	76,77
Total	52	1769	1244	70,32

Fonte: Os autores (2017)

O resultado a que se chegou, o de ter sido constatada a dominância de uma só espécie pelo fato de ela apresentar copa frondosa e não perder a folhagem durante todo o ano, reflete um planejamento inadequado ou mesmo a ausência de um (SANTOS et al., 2013). O valor encontrado é, desse modo, preocupante, chamando a atenção para que os órgãos competentes realizem o manejo adequado, pois, segundo Silva et al. (2007), é essencial manter a diversidade das espécies na população, e sua porcentagem deve estar compreendida entre 12 e 15% a fim de evitar o aspecto monótono e um possível ataque de pragas capaz de dizimar os exemplares vegetais.

Historicamente, o principal fator que contribuiu para a implantação da arborização nas cidades foi o embelezamento; contudo, além do efeito estético, devem ser agregados os valores ecológicos, psíquicos, econômicos e sociais, devendo ainda servir como fator de identidade local. Entretanto, arborizar não é uma tarefa fácil já que muitas variáveis estão envolvidas, como o porte da cidade, o tipo de sistema viário, a infraestrutura urbana e as peculiaridades de cada espécie arbórea (SILVA, 2008).

É competência do poder público municipal promover e executar ações que visem à preservação, à recuperação e à ampliação da arborização urbana de acompanhamento viário. Sendo extremamente importante entender e planejar a arborização, os municípios podem, inclusive, disciplinar o uso e a ocupação do solo apoiados pelo plano diretor. Também é essencial a participação da população na escolha das espécies, bem como na preservação da vegetação existente, podendo ainda contribuir com trabalhos de conscientização ambiental (CABRAL, 2013).



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

Com base na Tabela 3, pode-se observar que o maior número de indivíduos ocorreu nas ruas 14 de Novembro (76) e Getúlio Vargas (72), e esses valores refletem diretamente nos maiores índices de densidade arbórea (IDA) 0,62 e 0,59%, respectivamente. No entanto, para o índice de sombreamento arbóreo, o mesmo fato não se repete, visto que a sombra está diretamente relacionada ao número e, especialmente, ao tamanho das copas dos exemplares que irão gerar sombra; por isso o maior índice de sombreamento arbóreo foi encontrado na rua Juscelino Kubistchek (18,02%).

Tabela 3. Relação do número de indivíduos adultos (NIA) encontrados na arborização, área de copa em cada via pública segundo a área de ocupação do solo em m², índice de densidade arbórea (IDA) e índice de sombreamento arbóreo (ISA)

Vias Públicas	NIA	Área de copa (m ²)	Área do solo (m ²)	IDA (%)	ISA (%)
1-14 de Novembro	76	1515,56	12193,07	0,62	12,42
2- Adelmo Aires Negre	70	1451,81	11662,05	0,60	12,45
3- Presidente Castelo Branco	50	885,07	12395,31	0,40	7,14
4- Antônio Lisboa da Cruz	61	1319,46	11983,11	0,51	11,01
5- Juscelino Kubistchek	56	2085,35	11574,93	0,48	18,02
6- Getúlio Vargas	72	2153,90	12196,29	0,59	17,66
7- Ministro Alfredo Nasser	58	1299,71	11942,05	0,49	10,88
8- Senador Pedro Ludovico	49	819,72	12040,45	0,41	6,81
9- Engenheiro Bernardo Sayão	38	884,58	11967,26	0,32	7,39
10- Deputado José de Assis	44	1515,21	11970,93	0,37	12,66
Alagoas	77	2010,43	14548,67	0,53	13,82
Amazonas	140	3092,28	14485,80	0,97	21,35
Ceará	71	2393,92	15765,32	0,45	15,18
Goiás	120	1447,52	15337,86	0,78	9,44
Maranhão	136	1935,56	15184,90	0,90	12,75
Mato Grosso	100	1893,64	14231,38	0,70	13,31
Pará	121	1432,23	15314,92	0,79	9,35
Paraíba	76	1923,06	14742,97	0,52	13,04
Paraná	59	1504,42	16201,80	0,36	9,29
Pernambuco	78	3483,22	16742,92	0,47	20,80
Piauí	57	1632,25	16506,23	0,35	9,88
Santa Catarina	61	1298,87	14423,09	0,42	9,01
São Paulo	99	2186,96	15266,79	0,65	14,32
Total	1769	40164,74	318678,08	0,56	12,60

Fonte: Os autores (2017)



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

Com relação às avenidas, também se observaram variações do número de indivíduos e índices, sendo o maior número de exemplares representado pelas avenidas Amazonas (140), Maranhão (136), Pará (121) e Goiás (120), os quais geram influência direta nos maiores IDA (0,97; 0,90; 0,79 e 0,78, respectivamente). A explicação para o destaque quanto ao número de exemplares se justifica devido à existência de canteiros centrais bem adensados; entretanto apenas a avenida Amazonas possui maior potencial de sombreado, confirmado pelo ISA de 21,35%.

Na Tabela 3, verifica-se ainda que o número de indivíduos das avenidas Pernambuco, Alagoas e Paraíba apresentaram valores similares (78, 77 e 76); no entanto o índice de sombreado arbóreo (ISA) variou de 13,04 a 20,80%. Isso nos leva a concluir que a avenida Pernambuco apresentou indivíduos mais encopados e menos frequência de podas (Tabela 3). Apesar de a avenida Amazonas apresentar o maior ISA (21,35%), ele ainda é considerado baixo, pois possui praticamente o dobro de indivíduos encontrados na avenida Pernambuco, o que pode ser explicado pela alta frequência de podas executadas nessa via.

Quando avaliamos a área total (Tabela 3) de estudo, observamos que o índice de densidade arbóreo (0,56%) e o índice de sombreado arbóreo (12,60%) foram baixos, o que reflete a deficiência de exemplares arbóreos na área avaliada. Tais resultados podem auxiliar os órgãos responsáveis a realizarem medidas corretivas com vistas a melhorar a arborização da cidade, especialmente as que apresentam clima quente como Gurupi. Assim, a introdução de espécies vegetais que apresentem copa bem frondosa e folhosa seria uma alternativa a ser adotada com a finalidade de proporcionar melhor conforto térmico ao local.

O índice de sombreado arbóreo em Gurupi foi 12,60%, enquanto que, na cidade de Icoaraci/PA, o valor encontrado por Luz et al. (2012) foi 49,95% que é considerado satisfatório para a área urbana. Esta discrepância de valores entre as duas cidades se deve ao tamanho da amostra e à quantidade de árvores distribuídas. Segundo Luz et al. (2012), índices de cobertura vegetal a partir de 30% indicam que as árvores do local podem trazer conforto térmico para os centros urbanos. No entanto, para obter o benefício da arborização, é necessário considerar a distribuição da vegetação, as espécies empregadas e a dimensão espacial durante o planejamento.

Quando dividimos a área total em três porções, duas consideradas residenciais (A1-norte e A2-sul) e uma comercial (A3-centro), para a obtenção dos índices, novamente notamos baixos valores do IDA (0,47; 0,61 e 0,61%) e do ISA (13,03; 14,57 e 8,26%), respectivamente (Tabela 4). As áreas sul e centro apresentam índice de densidade semelhante (0,61%), mas, ao compará-las quanto ao ISA, observamos que a área central possui menos exemplares e que, além disso, a maioria se concentra em canteiros centrais, o que pode influenciar diretamente na frequência de podas para não atrapalhar a visibilidade das lojas.

Tabela 4. Relação do número de indivíduos adultos (NIA) encontrados na arborização, área de copa nas três áreas estudadas, a área de ocupação do solo, índice de densidade arbóreo (IDA) e índice de sombreado arbóreo (ISA)

ÁREAS	NIA	Área de copa (m ²)	Área do solo (m ²)	IDA (%)	ISA (%)
ÁREA 1 - Norte	585	16303,70	125148,6	0,47	13,03
ÁREA 2 - Sul	763	18174,63	124713,20	0,61	14,57
ÁREA 3 - Centro	421	5686,41	68816,32	0,61	8,26

Fonte: Os autores (2017)



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

.....

A comparação desses resultados com outros autores fica limitada devido à representatividade da área analisada. Na pesquisa realizada por Luz e Rodrigues (2014), por exemplo, para analisar a cobertura vegetal de Belém, foram contemplados os parques, as praças e também as ruas e avenidas de bairros nos quais foram constatadas variações de 4,33 a 54,28%, sabendo que os autores caracterizam o valor 4,33% como desértico-florístico dada a ausência de cobertura vegetal ou falta de espaços verdes e que 30% é o valor recomendado para proporcionar conforto térmico.

As áreas analisadas em Gurupi não chegam ao extremo de carência vegetal discutido por Luz e Rodrigues (2014), já que o índice de sombreamento (também chamado de cobertura vegetal) encontrado variou de 8,26 a 13,03%, necessitando, contudo, de um planejamento adequado para melhorar as condições ambientais, especialmente na área central.

O ar no centro da cidade geralmente é mais quente do que nas áreas periféricas e no campo. Tal efeito, como a urbanização realizada pelo homem, é resultante das alterações do ambiente, as quais são responsáveis pelas modificações climáticas sofridas pelas cidades. Por outro lado, os locais que possuem vegetação e água por perto suavizam o aquecimento decorrente das construções, o que denota que a implantação de arborização bem planejada é uma medida que pode ajudar a equilibrar o clima das cidades (CABRAL, 2013).

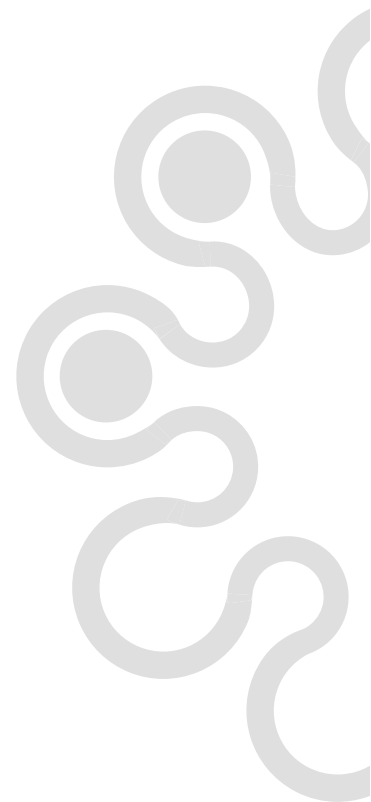
Pelos resultados do índice de densidade arbórea (IDA) encontrados, tanto o valor para a área total amostrada (0,56) quanto a subdivisão em áreas residenciais e comercial (0,47; 0,61 e 0,61%) apresentaram baixos valores, indicando a carência de árvores em todos os setores. Lima Neto e Souza (2009) consideram como valor ideal a existência de pelo menos uma árvore a cada 100m².

Levando-se em conta que esses índices são calculados especialmente para praças públicas, fica difícil a comparação para as áreas deste estudo — as vias públicas. Mesmo assim, ao comparar os resultados para a Praça General Valadão, na qual foram obtidos índices espaciais ISA de 10,81 e IDA de 0,16 árvores a cada 100m², com os de Lima Neto e Souza (2009), percebe-se que a situação é bem mais preocupante devido à insuficiência do número de árvores para proporcionar amenização da temperatura.

Os índices de sombreamentos arbóreos (ISA) verificados nas três áreas de Gurupi também se encontram muito baixos quando comparados com os valores propostos por Simões et al. (2001), que recomendam 30% para áreas comerciais e 50% para as residências. Assim, por meio dos índices encontrados neste estudo, é possível detectar a necessidade de medidas corretivas, que podem ser realizadas mediante a inclusão de mais exemplares arbóreos na cidade para proporcionar melhor conforto da população que usufrui da sombra gerada, purificação do ar e aspecto estético da arborização.

A influência da arborização sobre o conforto térmico do ambiente urbanizado pode ser comprovada nos estudos realizados por Martelli e Santos Jr. (2015), nos quais foram comparadas três áreas (parque bem arborizado, praça com árvores isoladas e área sem arborização). Foi constatada uma diferença de temperatura de 5,3% entre as áreas sem arborização e o parque bem arborizado. Diante dos resultados encontrados, os autores enfatizam a importância da arborização uniforme nas ruas e avenidas e ainda o desenvolvimento de uma educação ambiental do ponto de vista ecológico, social, cultural e econômico.

A baixa densidade arbórea pode trazer impactos significativos tanto sobre a vida dos habitantes como para o ecossistema; as regiões equatoriais, por exemplo, recebem grande quantidade



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

de insolação durante o ano inteiro. A carência de árvores, desse modo, reflete na redução da taxa de evapotranspiração, elevando conseqüentemente a temperatura da cidade, caso verificado em Belém (LUZ; RODRIGUES, 2014), que também se aplica a Gurupi/TO dada sua localização geográfica e, especialmente, a carência de árvores do município.

Avaliando detalhadamente as vias públicas da área norte (Tabela 5), constatou-se que as ruas 14 de Novembro e Ministro Alfredo Nasser apresentaram o maior número de indivíduos, enquanto a melhor densidade de distribuição arbórea ocorreu na rua 14 de Novembro (0,83%), a qual é, no entanto, menos sombreada, sugerindo que os exemplares sofreram maior frequência de podas. Quanto às avenidas, o número de indivíduos e densidade de distribuição é bastante similar para Alagoas, Ceará, Paraíba e Pernambuco, destacando-se entre elas a Pernambuco por apresentar o maior índice de sombreamento arbóreo, representado por 20,80%.

Tabela 5. Relação do número de indivíduos adultos (NIA) encontrados na arborização, área de copa na área norte (residencial), área de ocupação do solo, índice de densidade arbóreo (IDA) e índice de sombreamento arbóreo (ISA)

Vias (ÁREA 1-norte)	NIA	Área de copa (m ²)	Área do solo (m ²)	IDA (%)	ISA (%)
1-14 de Novembro	41	850,05	04938,63	0,83	17,21
2- Adelmo Aires Negre	21	256,80	4894,96	0,43	5,25
3- Presidente Castelo Branco	18	320,99	4940,96	0,36	6,49
4- Antônio Lisboa da Cruz	20	257,20	4798,02	0,42	5,36
5- Juscelino Kubistchek	10	199,40	4692,87	0,21	4,25
6- Getúlio Vargas	21	688,67	4786,88	0,44	14,39
7- Ministro Alfredo Nasser	33	887,44	4238,34	0,78	20,94
8- Senador Pedro Ludovico	24	504,01	4537,41	0,53	11,11
9- Engenheiro Bernardo Sayão	22	597,27	4546,81	0,48	13,14
10- Deputado José de Assis	16	298,99	4467,54	0,36	6,69
Alagoas	77	2010,43	14548,66	0,53	13,82
Ceará	71	2393,92	15765,32	0,45	15,18
Paraíba	76	1923,06	14742,97	0,51	13,04
Pernambuco	78	3483,22	16742,92	0,46	20,80
Piauí	57	1632,25	16506,23	0,34	9,89
TOTAL	585	16303,70	125148,6	0,47	13,03

Fonte: Os autores (2017)

Na área sul (Tabela 6), os melhores índices de vegetação foram encontrados nas ruas 4, 5 e 6, cujos índices de densidade arbórea variaram de 0,79 a 0,94%, influenciando diretamente a geração de sombra. Por serem mais encopadas, as plantas dessas vias refletiram na obtenção de ISA mais expressivos, com maior destaque na rua 5 com 38,66%. Para as avenidas, os melhores índices de densidade arbórea e de sombreamento foram verificados na avenida Amazonas (IDA de 0,97 e ISA 21,35%). Entre as vias públicas da área sul analisadas, a rua 5 foi a que conseguiu proporcionar melhores benefícios para a população. O valor do ISA encontrado ficou compreendido entre 30 e 50%, lembrando que Simões et al. (2001) sugerem 30% para áreas comerciais e 50% para residenciais.



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

Tabela 6. Relação do número de indivíduos adultos (NIA) encontrados na arborização, área de copa na área sul (residencial), a área de ocupação do solo, índice de densidade arbóreo (IDA) e índice de sombreamento arbóreo (ISA)

Vias (ÁREA 2- sul)	NIA	Área de copa (m ²)	Área do solo (m ²)	IDA (%)	ISA (%)
1-14 de Novembro	33	558,50	4366,98	0,75	12,78
2- Adelmo Aires Negre	33	875,95	4439,28	0,74	19,73
3- Presidente Castelo Branco	29	505,34	5060,69	0,57	9,98
4- Antônio Lisboa da Cruz	39	1020,11	4875,12	0,79	20,92
5- Juscelino Kubistchek	45	1845,80	4773,7	0,94	38,66
6- Getúlio Vargas	48	1435,08	5079,84	0,94	28,25
7- Ministro Alfredo Nasser	21	336,96	5481,07	0,38	6,15
8- Senador Pedro Ludovico	22	232,13	5335,57	0,41	4,35
9- Engenheiro Bernardo Sayão	12	220,97	5277,13	0,23	4,19
10- Deputado José de Assis	22	1167,62	5414,96	0,41	21,56
Amazonas	140	3092,28	14485,79	0,97	21,35
Mato Grosso	100	1893,64	14231,38	0,70	13,31
Paraná	59	1504,42	16201,8	0,36	9,28
Santa Catarina	61	1298,87	14423,09	0,42	9,00
São Paulo	99	2186,96	15266,78	0,65	14,32
TOTAL	763	18174,63	124713,20	0,61	14,57

Fonte: Os autores (2017)

De maneira geral, a área central (Tabela 7) apresenta o menor sombreamento arbóreo, com ISA de apenas 8,26%; por outro lado, a situação das ruas é ainda mais crítica, com valores variando de 0,93 a 3,86%, exceto a rua 2, com índice de 13,70%. Para as avenidas a situação é menos preocupante, sobressaindo a Maranhão, com 12,75%. Tais valores são justificáveis devido à existência de grande concentração de lojas nesse setor. No entanto, quando comparamos os valores das ruas com os das avenidas, os valores dos índices de vegetação das avenidas são menos críticos em razão da presença dos canteiros centrais onde estão situadas a maior parte das plantas.

Tabela 7. Relação do número de indivíduos adultos (NIA) encontrados na arborização, área de copa na área central (comercial), área de ocupação do solo, índice de densidade arbóreo (IDA) e índice de sombreamento arbóreo (ISA)

(continua)

Vias (ÁREA 3)	NIA	Área de copa (m ²)	Área do solo (m ²)	IDA (%)	ISA (%)
1-14 de Novembro	02	107,00	2887,45	0,07	3,70
2- Adelmo Aires Negre	16	319,06	2327,79	0,69	13,70
3- Presidente Castelo Branco	03	58,74	2393,66	0,12	2,45
4- Antônio Lisboa da Cruz	02	42,15	2309,97	0,09	1,82
5- Juscelino Kubistchek	01	40,15	2108,35	0,05	1,90



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

(conclusão)

Vias (ÁREA 3)	NIA	Área de copa (m ²)	Área do solo (m ²)	IDA (%)	ISA (%)
6- Getúlio Vargas	03	30,15	2329,56	0,13	1,29
7- Ministro Alfredo Nasser	04	75,32	2222,63	0,18	3,39
8- Senador Pedro Ludovico	03	83,58	2167,47	0,14	3,86
9- Engenheiro Bernardo Sayão	04	66,34	2143,32	0,19	3,09
10- Deputado José de Assis	06	48,60	2088,43	0,29	2,33
Goiás	120	1447,53	15337,86	0,78	9,44
Maranhão	136	1935,56	15184,90	0,89	12,75
Pará	121	1432,23	15314,92	0,79	9,35
Total	421	5686,41	68816,32	0,61	8,26

Fonte: Os autores (2017)

Nas cidades tropicais a presença da arborização no meio urbano é uma condição importante para melhorar a qualidade ambiental, tendo em vista os diversos benefícios que as árvores podem proporcionar à população humana, especialmente o conforto térmico em cidades onde as temperaturas são elevadas durante o período seco (GOIS et al., 2011).

Segundo Gonçalves et al. (2012), a arborização ameniza a temperatura de ambientes urbanos pela atenuação da radiação solar incidente sobre as árvores, pois a vegetação absorve o calor do meio e o transforma, enquanto as superfícies o retêm e transmitem novamente para o meio. Por essa razão, áreas sombreadas e com espaços permeáveis são mais frescas que aquelas onde predominam edificações e pavimentação. Portanto, antes de implantar a arborização, é essencial considerar a arquitetura das árvores, o porte na fase adulta, o formato da copa e o tipo de folhagem.

A utilização de árvores de médio e grande porte é imprescindível para mitigar os efeitos causados pela ação antrópica sobre o meio, pois elas reduzem a amplitude térmica e melhoram as condições climáticas do local e também a vida dos cidadãos. Entretanto, segundo Aguirre Junior e Lima (2007), em muitas cidades brasileiras, diferentemente de Maringá-PR, que é considerada exemplo de arborização urbana, funcional e estética, as árvores de maior potencial de cobertura arbórea são frequentemente substituídas por arbustos, arvoretas e espécies de pequeno porte devido ao mito da incompatibilidade dessas espécies com o meio urbano.

Os resultados do presente estudo mostram que os índices de sombreamento arbóreo em todas as vias públicas estão muito abaixo dos valores preconizados por Simões et al. (2001) e que dificilmente a densidade arbórea está relacionada à cobertura vegetal tendo em vista que há árvores ainda jovens e que aquelas adultas normalmente sofrem podas pesadas de suas copas para se adequarem às construções. Portanto, o maior número de árvores neste levantamento não está correlacionado com a maior cobertura vegetal, exceção feita apenas para a Avenida Amazonas, onde foram detectados os melhores índices.

Os índices de vegetação da arborização de Gurupi, de maneira geral, foram baixos; também quando avaliados por área comercial, residencial e via pública, individualmente. Tais resultados indicam a necessidade de manejo, e sugere-se um maior adensamento, tomando o cuidado de selecionar espécies que apresentem folhagem densa a fim de proporcionar sombra e



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

.....
amenizar a temperatura local e, ao mesmo tempo, de planejar de forma que se possa beneficiar a cidade estética e ecologicamente.

4 Conclusão

A área apresenta baixa diversidade de espécies constatada pela alta incidência de oiti em todas as vias públicas.

Os índices de vegetação indicam que a quantidade de árvores é insuficiente para proporcionar o conforto térmico do ambiente, necessitando, para isso, de um maior adensamento de plantas em toda a área.

A cobertura arbórea mais preocupante ocorre na porção central em virtude de referir-se a área comercial, onde o plantio de árvores não é incentivado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal do Tocantins por incentivar a pesquisa e à Capes pela concessão da bolsa de estudos.

Referências

AGUIRRE JUNIOR, J. H.; LIMA, A. M. L. P. Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, SP, v. 2, n. 4, p. 50-66, 2007. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/notas_tecnicas/nota06.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.

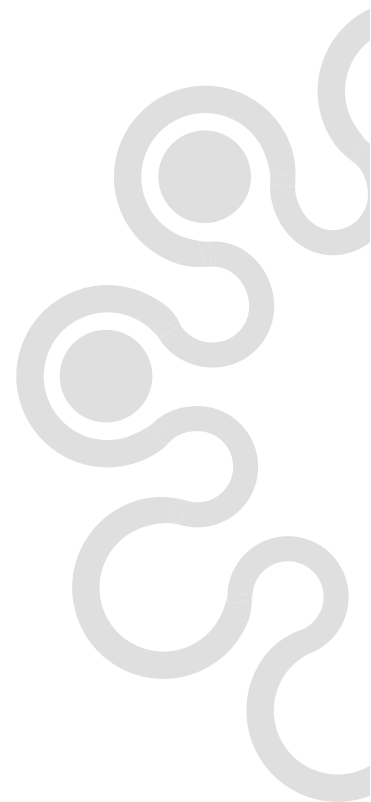
ALVES, A. C. N.; ANDRADE, T. C. Q.; NERY, J. M. F. G. A influência da vegetação e da ocupação do solo no clima urbano: um exercício analítico sobre a Avenida Paralela. *Fórum Patrimônio*, Belo Horizonte, MG, v. 4, n. 1, p. 43-52, 2011. Disponível em: <http://www.forumpatrimonio.com.br/seer/index.php/forum_patrimonio/article/view/13>. Acesso em: 26 ago. 2016.

ARAGÃO, S. A casa, o jardim e a rua no Brasil do século XIX. *Em Tempo de Histórias*, n.12, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/emtempos/article/view/2599/2150>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba/SP, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo169-publicacao.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.

CABRAL, P. I. D. Arborização urbana: problemas e benefícios. *Revista especialize On-line IPOG*, Goiânia/GO, 6. ed., n. 6, v. 1, 2013. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n6-2013/?setarParametros=true&pagingPage=10&>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

CALLEJAS, I. J. A. et al. Diversidade e índices arbóreos em ambientes escolares. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 454-466, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/12537>>. Acesso em: 26 ago. 2016.



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande/PB: Inventário e suas espécies. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, São Cristóvão/SE, v. 4, n. 2, p. 1-18, 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50040205>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

GOIS, D. V. et al. O processo de apropriação da natureza no espaço urbano em cidades tropicais: problematizando a distribuição de áreas verdes em Aracaju (SE). *Natural Resources*, Aquidabã/SE, v. 2, n. 1, p. 44-67, 2011. Disponível em: <http://sustenerere.co/journals/index.php/naturalresources/article/view/ESS2237-9290.2012.001.0004>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

GONÇALVES, A.; CAMARGO, L. S.; SOARES, P. F. Influência da vegetação no conforto térmico urbano: estudo de caso na cidade de Maringá, Paraná. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA, 3., 7 e 8 de novembro de 2012. p 1-11.

IBGE. *Informações estatísticas 2010*. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=170950&search=|infor%EFicos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 27 jun. 2014.

LIMANETO, E. M.; SOUZA, R. M. Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe. *Revista Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, SP, v. 4, n. 4, p. 47-62, 2009. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo101.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.

LUZ, L. M.; ARAÚJO, M. L.; RODRIGUES, J. E. C. Estudo das áreas verdes e índice de cobertura vegetal do Distrito administrativo de Icoaraci - Daico, Belém/PA. *Revista Geonorte*, v. 2, n. 4, p. 1454-1463, 2012.

LUZ, L. M.; RODRIGUES, J. E. C. Análise do índice da cobertura vegetal em áreas urbanas: estudo de caso da cidade de Belém-PA. *Boletim Amazônico de Geografia*, Belém, PA, n.1, v. 1, p. 43-57, 2014. Disponível em: <http://ppgeoufpa.net/boletim/index.php/boletim/article/view/3/pdf_03>. Acesso em: 26 ago. 2016.

MARTELLI, A.; SANTOS JR., A. R. Arborização Urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, RS, v. 19, n. 2, p. 1018-1031, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/regt/article/view/15968>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

MONTEIRO, M. M. G. et al. Percepção dos usuários em relação à arborização da avenida Cândido de Abreu - Curitiba, PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba/SP, v. 8, n. 2, p. 20-34, 2013. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo50sn-publicacao.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.

ROCHA, J. R.; WERLANG, M. K. Índice de cobertura vegetal em Santa Maria: o caso do Bairro Centro. *Ciência e Natura*, UFSM, v. 27, n. 2, p. 85-99, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/issue/view/558>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

SAMPAIO, A. C. F.; ANGELIS, B. L. D. Inventário e análise da arborização de vias públicas de Maringá - PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, SP, v. 3, n. 1, p. 37-57, 2008. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo38.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.



Índices espaciais indicam carência arbórea na arborização da porção central de Gurupi, TO

Lucicléia Mendes de Oliveira et al.

SANTOS, A. F.; JOSÉ, A. C.; SOUSA, P. A. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas das praças centrais do município de Gurupi/TO. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, SP, v. 8, n. 4, p. 36-46, 2013. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo71sn-publicacao.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.

SEPLAN. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. *Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial*. Acesso em: <<http://www.seplan.to.gov.br/Portal/acontece/atlas2012>>. Disponível em: 03 jul. 2014.

SEPLAN. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. *GURUPI*. SEPLAN. Governo do Estado do Tocantins. Disponível em: <http://www.seplan.to.gov.br/Arquivos/download/Municipios_Perfil_2013/Gurupi.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2014.

SILVA, A. G.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. *Avaliando a arborização urbana*. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2007. 346p.

SILVA, L. M. Reflexões sobre a identidade arbórea das cidades. *Revista Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, SP, v. 3, n. 3, p. 65-71, 2008.

SIMÕES, L. O. C. et al. Índices de Arborização em espaço urbano: um estudo de caso no bairro de Vila Isabel, Rio de Janeiro, RJ. In: ENAU, 9., 2001, Brasília. *Anais...* CD-R.