

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM INDIVÍDUOS ÁRBOREOS EM ZONA URBANA OBTIDOS POR MEIO DE CEPTOMETRO E FOTOGRAFIAS HEMISFÉRICAS

LIVIANE DE LIMA DANTAS¹, LUCIANA SANCHES², ANGELA SANTANA DE OLIVEIRA³, MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA⁴, OSVALDO BORGES PINTO JÚNIOR⁵, FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS³, MARCELO DE CARVALHO ALVES⁷, JOSÉ DE SOUZA NOGUEIRA⁸

¹ Engenheira Sanitarista, UFMT, Cuiabá – MT, Fone: (0 xx 65) 3615 8738, llimad@hotmail.com

² Doutora, Depto de Engenharia Sanitária e Ambiental, FAET/UFMT, Cuiabá – MT. lsanches@hotmail.com

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, IF/UFMT, Cuiabá – MT. angela_cefetmt@yahoo.com.br

⁴ Doutora, Depto de Arquitetura e Urbanismo, FAET/UFMT, Cuiabá- MT. mcjanp@gmail.com

⁵ Doutor, Departamento de Física, IF/UFMT.– MT. osvaldo.borges@gmail.com

⁶ Doutor, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, FAMEV/UFMT. marcelocarvalhoalves@gmail.com

⁷ Doutor, Departamento de Física, IF/UFMT. nogueira@ufmt.br

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia –18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

ABSTRACT: This study evaluated the Leaf Area Index (LAI) of individual trees estimated through hemispherical photos and through ceptometer in the April 8 Square and People Square in the city of Cuiaba, Mato Grosso. To estimate the leaf area index using ceptometer equipment was more satisfactory than hemispherical photos because LAI estimated by hemispherical photos was minor values than LAI obtained by ceptometer.

KEYWORDS: ceptometer, species tree, climate urban.

1. INTRODUÇÃO: O processo de urbanização modifica substancialmente os ecossistemas naturais, aumentando a temperatura, reduzindo a umidade, além de alterar a composição química da atmosfera, o que acarreta a criação de microclimas. Estes, por sua vez, apresentam condições de habitabilidade e sustentabilidade nem sempre satisfatórias e apontam a vegetação como um dos fatores que podem ser usados para reverter ou minimizar estas conseqüências (SILVA, 2009)

A presença de áreas vegetadas no ambiente urbano é de extrema importância na manutenção do conforto do espaço público, no município de Cuiabá, Mato Grosso. A arborização tem o poder de amenizar a temperatura por meio da evapotranspiração, do sombreamento, que impede um maior aquecimento superficial, e, ainda, pelo suprimento de ar fresco e úmido, quando ventos ou brisas provêm desses espaços vegetados.

Os indivíduos arbóreos, localizados nas Praças 8 de Abril e Popular, amenizam a temperatura do ar pelo controle da radiação e conseqüentemente pela evapotranspiração liberada pelo vegetal por meio de suas folhas.

O índice de área foliar é uma das principais variáveis usada para o monitoramento de dosséis ou para modelagens de muitos processos, como: fotossíntese e transpiração do dossel. O IAF determina o tamanho da interface da planta com a atmosfera e joga um papel importante nas trocas de energia e massas entre o dossel de florestas e a atmosfera (WEISS et al., 2004).

As folhas de um dossel regulam variáveis processos ecofisiológicos, como por exemplo, a transpiração e fotossíntese tidas por isso, como chave da produtividade de florestas. A resposta de uma planta ao estímulo ambiental é variável com a espécie. A intensidade dessa resposta pode ser analisada na forma do índice chamado IAF, que expressa toda a superfície verde da área foliar das plantas por unidade da superfície do solo de uma copa ou dossel, ou a razão da área total de todas as folhas na planta por área do solo coberto pela planta (LARCHER, 2004). A medição dos valores do índice de área foliar (IAF) pode ocorrer por meio de métodos diretos destrutivos cujas medidas são obtidas diretamente pela retirada completa das folhas, ou por meio de métodos indiretos que considera parâmetros de medidas de diâmetro do caule, folhas e ramos.

A utilização de fotos hemisféricas para quantificar o IAF é um método indireto não destrutível uma vez que o mesmo permite descrever a abertura de dossel e relações de luz cujos valores dos IAF são obtidos por meio de softwares (NASCIMENTO et al., 2007). Além do uso de fotografias hemisféricas, pode ser utilizado também aparelhos que medem a quantidade de radiação interceptada pela superfície, como é o caso do ceptômetro.

O objetivo do presente trabalho foi comparar o Índice de Área Foliar estimado por meio de fotos hemisféricas com o aparelho ceptômetro em indivíduos arbóreos nas Praças 8 de Abril e Popular, no município de Cuiabá, Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS: Este estudo foi desenvolvido nas Praças 8 de Abril e Popular, localizadas na região central de Cuiabá, no estado de Mato Grosso, respectivamente nas coordenadas de latitude 15°35'27"S, longitude 56°6'23" O, altitude de 204 m e na latitude 15°35'36"S, longitude 56°6'21" O e altitude de 200m.

Na estimativa do índice de área foliar foi empregado o método de fotografias hemisféricas, as imagens foram captadas em Outubro de 2009. Para obtenção das fotografias, utilizou-se uma câmera fotográfica Nikon Coolpix, com lente hemisférica (Nikon FC-E8 Fisheye), posicionada superiormente para o norte magnético com auxílio de uma bússola. A imagem foi capturada no sentido do solo para o céu. As imagens registradas passaram por alterações para remoção de alguns obstáculos como prédios, veículos e pessoas. Esses obstáculos foram removidos utilizando o programa CorelDRAW X3, nos locais onde os obstáculos estavam, foram pintados com cores semelhantes ao céu.

Para obtenção do IAF por fotos hemisféricas as imagens foram analisadas no programa "Gap Light Analyzer" (GLA, versão 2.0, de licença freeware), obtendo os valores do IAF. Em cada ponto de coleta foi estimado o IAF oito vezes utilizando o método das fotografias hemisféricas no programa GLA. As imagens foram separadas em: imagens sem modificação com 4 e 5 anéis, imagens modificada com 4 e 5 anéis, imagens sem modificação com 4 e 5 anéis com raio reduzido e imagens modificadas com 4 e cinco anéis com raio reduzido.

As imagens sem modificação representam as imagens que não tiveram nenhuma alteração, diferentemente das imagens modificadas, que foram alteradas com a utilização do programa CorelDRAW X3, já as imagens sem modificação raio menor e as modificadas raio menor, representam respectivamente as imagens que não foram alteradas e as imagens alteradas, que tiveram o raio reduzido.

Além dessas alterações, as imagens foram trabalhadas de acordo com o número de anéis, ficando divididas em imagens com 4 anéis e com 5 anéis, esses anéis representam o ângulo zenital, que variou de 0 a 60° o ângulo de abertura para as imagens com 4 anéis e de 0

a 75° , o ângulo de abertura das imagens com 5 anéis. As figuras 1 e 2 apresentam ilustrações das fotografias hemisféricas trabalhadas para as praças 8 de Abril e praça Popular.

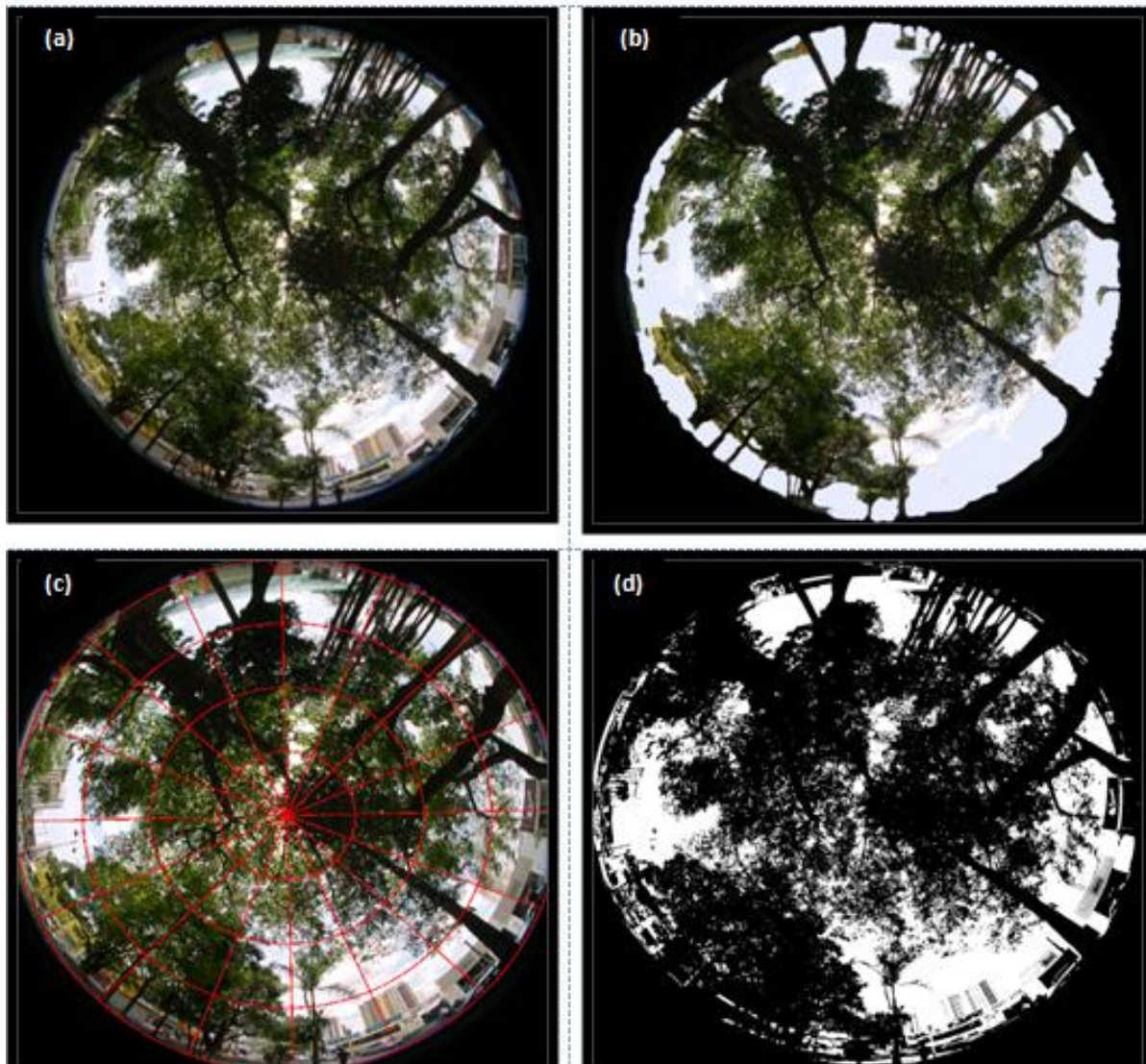


Figura 1 – Praça 8 de Abril: (a) - imagem sem modificação, (b) – imagem modificada, (c) – imagem com 4 anéis, (d) imagem convertida no GLA em preto e branco.

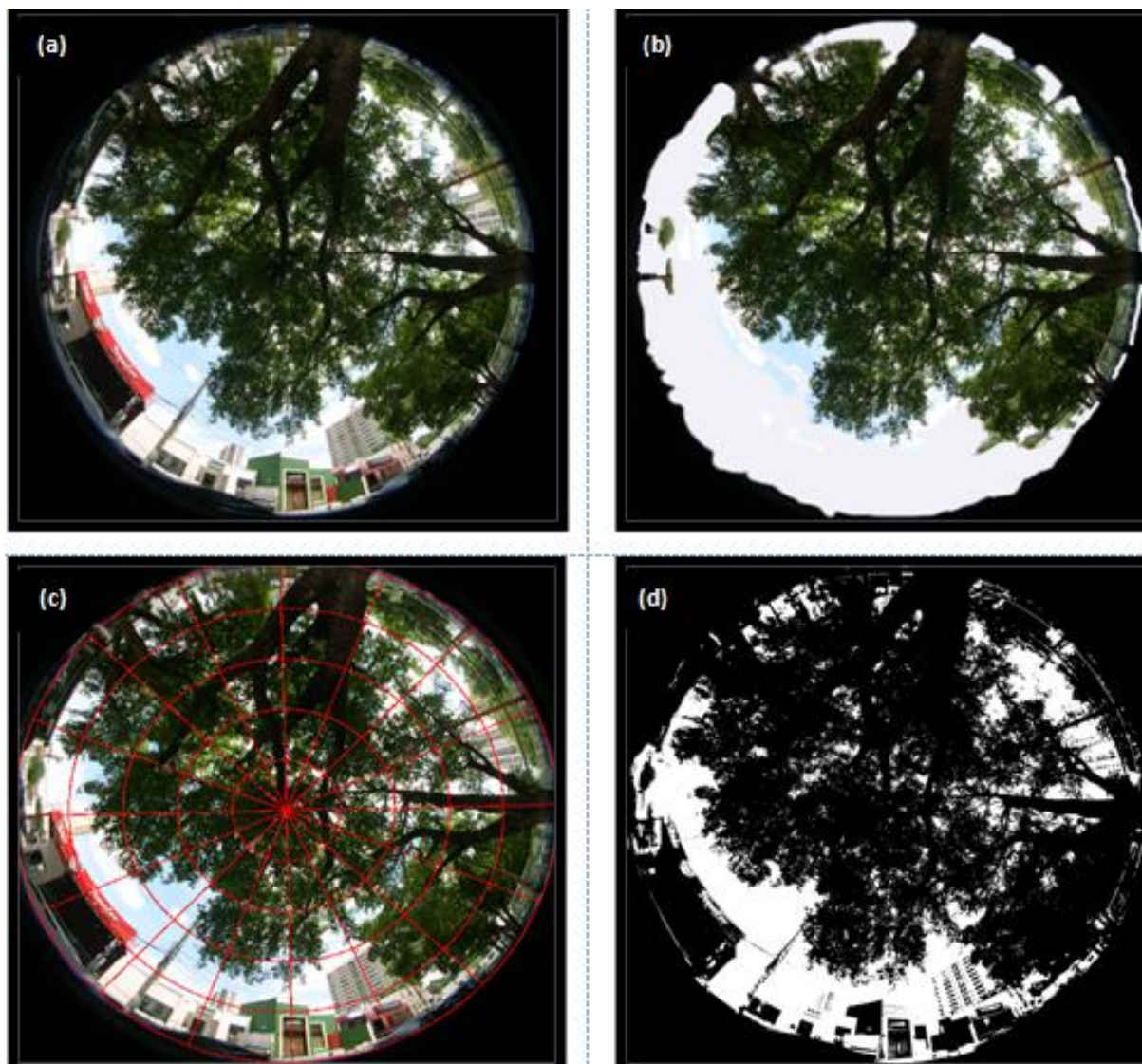


Figura 2 – Praça Popular: (a) - imagem sem modificação, (b) – imagem modificada, (c) – imagem com 5 anéis, (d) imagem convertida no GLA em preto e branco.

O Índice de Área Foliar também foi determinado também por meio do aparelho Ceptômetro AccuPAR Lp-80, o modelo incorpora 80 sensores sensíveis à radiação PAR (Radiação Fotossinteticamente Ativa). A leitura do aparelho determinou a estimativa do IAF diretamente, a partir das medições da radiação incidente e da transmitida através do dossel. A figura 04 ilustra a coleta realizada com a utilização do aparelho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO: O IAF obtido por meio de fotos hemisféricas na Praça 8 de Abril, apresentou uma média maior de $1,64 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$, no ponto onde a imagem com 4 anéis foi modificada e teve o raio reduzido, já no ponto em que a imagem com 5 anéis foi somente modificada a média apresentou-se menor, sendo $1,26 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ (Tabela 1). Porém ocorreu respectivamente um maior e menor desvio padrão na imagem com 4 anéis, de $0,68 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$, em que teve o raio reduzido, mas não foi modificada, e na imagem com 5 anéis sem modificações, sendo de $0,38 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$.

O método indireto utilizado para estimar o IAF nessa praça registrou um valor máximo de $3,71 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$ e um valor mínimo de $0,51 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$.

O IAF nas imagens 4 anéis obteve um valor mais elevado com relação às imagens com 5 anéis.

Tabela 1: Índice de Área Foliar (m^2m^{-2}) de indivíduos arbóreos na Praça 8 de Abril.

Descrição	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
IAF 4 anéis s/m*	1,53	0,68	3,3	$\pm 0,59$
IAF 5 anéis s/m	1,29	0,54	2,28	$\pm 0,38$
IAF 4 anéis modificada	1,53	0,68	3,32	$\pm 0,60$
IAF 5 anéis modificada	1,26	0,51	2,29	$\pm 0,39$
IAF 4 anéis raio menor s/m	1,59	0,65	3,69	$\pm 0,68$
IAF 5 anéis raio menor s/m	1,31	0,52	2,83	$\pm 0,50$
IAF 4 anéis raio menor modificada	1,64	0,65	3,71	$\pm 0,66$
IAF 5 anéis raio menor modificada	1,34	0,52	2,84	$\pm 0,49$

*s/m- sem modificação

Na Praça Popular, a média do IAF foi maior e menor respectivamente nas imagens com 4 anéis, onde tiveram o raio reduzido e foram modificados, obteve um valor de $2,14 m^2m^{-2}$ e nas imagens com 5 anéis modificadas o valor foi de $1,60 m^2m^{-2}$ (Tabela 2)

O maior desvio padrão alcançado foi nas imagens com 4 anéis modificadas e com o raio reduzido, já as imagens com 5 anéis sem modificação obtiveram um menor desvio padrão, de $0,28 m^2m^{-2}$.

O maior valor de IAF estimado por meio de fotografias hemisféricas nessa praça foi de $2,96 m^2m^{-2}$ e o menor foi de $0,28 m^2m^{-2}$.

Assim como ocorreu na Praça 8 de Abril, na Praça Popular os maiores valores do IAF também foram registrados nas imagens com 4 anéis.

Tabela 2: Índice de Área Foliar (m^2m^{-2}) de indivíduos arbóreos na Praça Popular.

Descrição	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
IAF 4 anéis s/m*	1,97	0,49	2,55	$\pm 0,46$
IAF 5 anéis s/m	1,62	0,81	2,16	$\pm 0,28$
IAF 4 anéis modificada	1,97	0,46	2,57	$\pm 0,47$
IAF 5 anéis modificada	1,60	0,74	2,10	$\pm 0,30$
IAF 4 anéis raio menor s/m	2,13	0,28	2,96	$\pm 0,64$
IAF 5 anéis raio menor s/m	1,74	0,35	2,29	$\pm 0,47$
IAF 4 anéis raio menor modificada	2,14	0,28	2,95	$\pm 0,65$
IAF 5 anéis raio menor modificada	1,75	0,33	2,28	$\pm 0,48$

*s/m – sem modificação

A relação entre os valores obtidos do IAF utilizando fotos hemisféricas e o aparelho ceptômetro apresentou valores mais elevados com a utilização do ceptômetro, visto que as fotografias hemisféricas apresentaram maiores valores para as imagens com 5 anéis e raio menor, sendo 73% do valor do IAF registrado pelo ceptômetro e um coeficiente de determinação de 0,55.

Os menores valores foram para as imagens com 5 anéis sem modificação, com um valor 35% do valor estimado pelo ceptômetro e um coeficiente de determinação de 0,38.

Os valores das fotos hemisféricas ficaram a maior parte estimada em torno de 0,50% e 0,60% do valor do ceptômetro para as imagens com 4 anéis.

Na Praça Popular, da mesma forma que ocorreu na Praça 8 de Abril os valores estimados para o IAF foram maiores para os dados coletados com o ceptômetro.

O maior valor registrado pelas fotos hemisféricas foi 57% do valor registrado pelo ceptômetro para as imagens com 4 anéis raio menor e modificada, com um coeficiente de

determinação de 0,74; o menor valor ficou em torno de 22% do valor do ceptômetro para fotos com 5 anéis sem modificação e 5 anéis modificadas, apresentando um coeficiente de determinação de 0,52. Nessa praça, assim como na Praça 8 de Abril as imagens com 4 anéis apresentaram IAF mais elevados.

4. CONCLUSÕES: O método indireto utilizado para estimar o Índice de Área Foliar, por meio de fotos hemisféricas e do aparelho ceptômetro, apresentou resultados mais satisfatórios ao uso do aparelho ceptômetro, pois o IAF estimado por fotos hemisféricas obtiveram valores bastante inferiores aos obtidos com o ceptômetro.

De acordo com o estudo as fotos hemisféricas que foram trabalhadas com 4 anéis, ou seja, tiveram um ângulo zenital variando de 0 a 60°, tiveram um IAF maior do que as imagens com 5 anéis, que apresentaram um ângulo zenital variando de 0 a 75°.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental (PGFA), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; LERTZMAN, K. P. **Manual do Gap Light Analyzer (GLA)**, Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York. P. 36, 1999.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Ed. Rima. São Carlos. 2000, 2004: 531p.

NASCIMENTO, A.R.T.; FAGG, J.M.F.; FAGG, C.W. Canopy openness and LAI estimates in two seasonally Deciduous forests on limestone outcrops in central Brazil using hemispherical photographs. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n.1, p.167-176. 2007.

SILVA, C. F. **Caminhos bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina – PI**. 2009. 140 f, Dissertação (Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, 2009.

WEISS, M.; BARET, F.; SMITH, G. J.; JONCKHEERE, I.; COPPIN, P. Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination part II. Estimation of lai and Sampling. **Agricultural and Forest Meteorology**. v. 121, p. 37-53, 2004.