

Avaliação da distribuição espacial do índice de área foliar em Floresta Estacional Decidual com base em fotografias hemisféricas

Wiliam Jose Zatti¹
Alisson Rafael Dierings¹
Fábio Marcelo Breunig¹
Rafael Vendruscolo¹
Charles Rodrigo Belmonte Maffra¹
Rafaelo Balbinot¹

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM¹
Centro de Educação Norte do Rio Grande do Sul – CESNORS
98400-000 – Frederico Westphalen – RS, Brasil
wiliamzatti@hotmail.com; alisson.rd@hotmail.com; breunig@ufsm.br;
eng.rafaelvendruscolo@gmail.com; charles.maffra@hotmail.com; rbalbinot@smaail.ufsm.br

Abstract. Biophysical measures of forest are fundamental to quantify the commercial biomass, determine the carbon sinks, monitoring large vegetation areas. The objective of this work was to estimate forest canopy leaf area index in two plots located in the Universidade Federal de Santa Maria campus in Frederico Westphalen, using hemispherical photographs. The two plot of one hectare were systematic sampled with small plot of 20m by 20m, totalizing 25 samples in each hectare. The fish eye lens and the camera were leveled using a tripod and oriented to the magnetic North. The tripod was adjusted to the breast height diameter (BHD ~1.3m). Two photographs were acquired for each point, to allow a double processing. The hemispherical photographs were processed to calculate the leaf area index (LAI) based on the gap fraction of the canopy. After IAF calculation, the data were interpolated using linear kriging. The results showed an average IAF of 3.64 (\pm 0.62) and 3.27 (0.66). The spatial approach showed that the main plots present internal variations. These variations can be associated to soil differences, water availability, slope, etc. These preliminary results suggest that hemispherical photographs can be used to quantify forest biophysical parameters such as LAI. More studies are necessary to validate the present results, based on long term data acquisitions.

Keywords: Canopy, subtropical, remote sensing, GIS, dossel, subtropical, sensoriamento remoto, SIG.

1. Introdução

O Índice de Área Foliar (IAF) é uma das principais variáveis utilizadas para modelar muitos processos, dentre eles a fotossíntese e evapotranspiração do dossel. Ela determina o tamanho da interface da planta com a atmosfera e, assim, exerce um papel-chave na troca de energia e massa entre a copa e a atmosfera. Além disso, o conhecimento das variáveis de estrutura do dossel (IAF e LIDF) permite a avaliação da fração absorvida de radiação fotossinteticamente ativa (FAPAR), que é necessário para modelar a atividade fotossintética do dossel de uma forma simples (Monteith, 1977). O IAF também é um parâmetro dinâmico que pode variar de dia para dia, ano para ano de acordo com a dinâmica da floresta. A estimativa do IAF também pode ser afetada pelas condições de iluminação do momento em que as medições estão sendo realizadas (Leblanc & Chen, 2001).

Para se obter os dados de alometria de árvores tais como tamanho, formato e o posicionamento da copa das árvores é de suma importância saber e entender o funcionamento da floresta (King, 1996). A medição dos valores do (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. Na utilização de fotos hemisféricas o método é indireto e não destrutível, permitindo descrever a abertura de dossel e relações com a luz, cujos valores dos IAF são obtidos por meio de modelos baseados principalmente na abertura do dossel (Nascimento, 2007). As fotografias hemisféricas podem ser obtidas por meio de uma máquina fotográfica digital com uma lente tipo olho de peixe, geralmente posicionada abaixo da copa das árvores

(orientada para o Zênite). As fotografias hemisféricas permitem um registro permanente, e caracterizam uma importante fonte de informação sobre a posição, tamanho, densidade e distribuição de abertura da copa (Jonckheere, 2004).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estimar as características do dossel representadas pelo IAF em um fragmento de Floresta Estacional Decidual localizado no município de Frederico Westphalen, RS.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Caracterização da área de estudos

O trabalho foi desenvolvido em um fragmento de aproximadamente 55 ha, localizado nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, RS. A área de estudo representa um típico fragmento de Floresta Estacional Decidual Montana (FEDM) de sucessão primária alterada pelo corte seletivo de espécies de alto valor. Representa a “melhor” situação deste ecossistema, afora as áreas em Unidades de Conservação. A área de estudo esta centrada nas coordenadas de 27°23'44" Sul e 53°25'59" Oeste (Figura 1), e a uma altitude de 520 a 550 s.n.m.m.

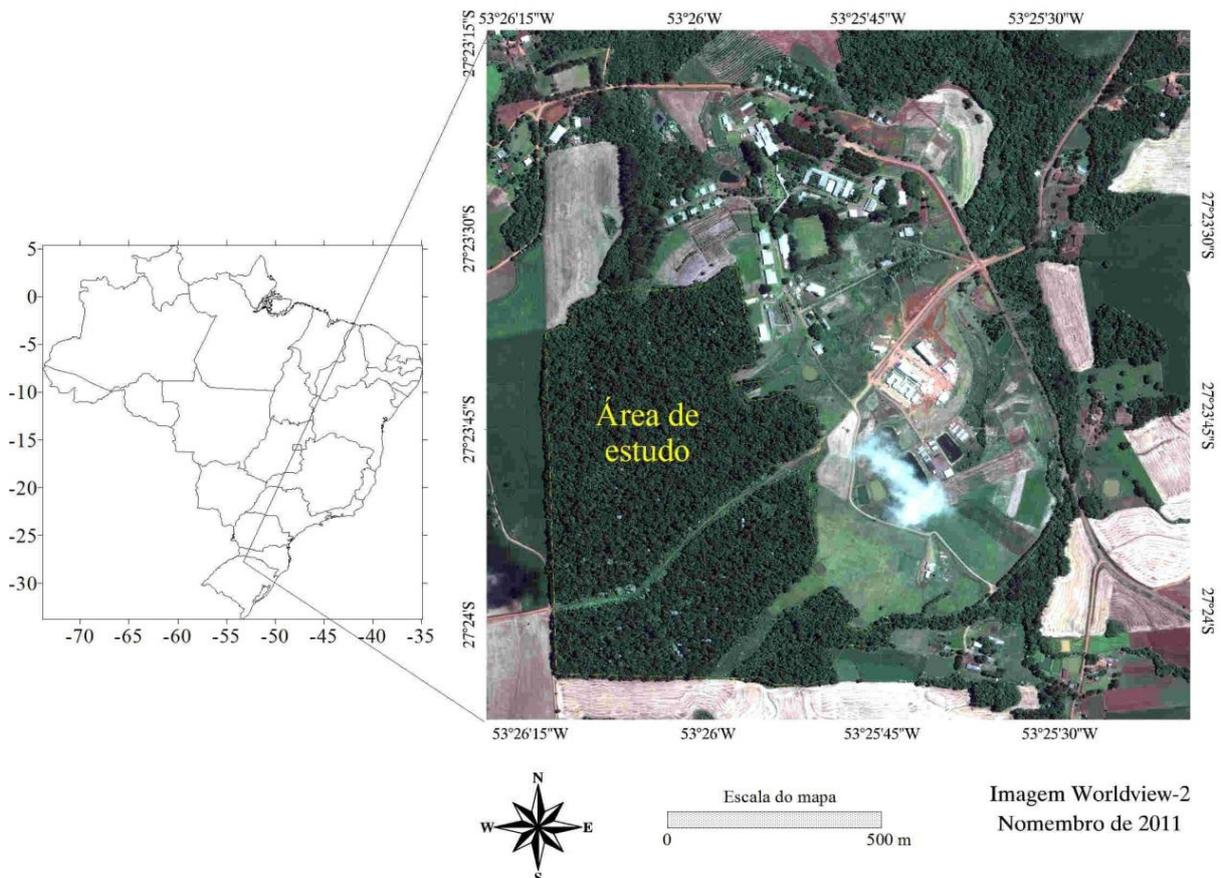


Figura 1. Localização da área de estudo em Frederico Westphalen, RS, Brasil.

Aproximadamente 50% ou mais das árvores perdem seu estrato superior no período desfavorável ao crescimento, ex; (*Apuleia leiocarpa*) Grápia, (*Cordia trichotoma*) Louro,

(*Peltophorum dubium*) Canafístula. O estrato médio inferior constitui a parte mais densa da floresta sendo formada principalmente por espécies da família Fabaceae (*Parapiptadenia rigida*, *Lonchocarpus* sp., *Enterolobium contortisiliquum*) e Lauraceae (*Nectandra megapotamica*, *Nectandra lanceolata* e *Ocatea puberula*). O estrato das arvoretas(sub-bosque ou estrato inferior) é representado pelas perenifólias, laranjeira-do-mato (*Actinostemon concolor*) e cincho (*Sorocea bomplandii*), entre outras.

2.2. Aquisição e processamento das fotografias

As fotografias hemisféricas foram adquiridas em fevereiro de 2012, de pontos espaçados de 20 x 20 metros, com o topo da fotografia orientado para o norte. A altura de aquisição foi feita a partir do diâmetro da altura do peito (DAP 1,30m), com a base da câmera nivelada (tripé com nivelamento). Para cada ponto foram adquiridas duas fotos, em cada parcela foram feitas 25 aquisições (50 fotografias). Além disso, os pontos amostrais foram georeferenciados através do uso de equipamentos de posicionamento global com diferentes acurácias. Na Figura 2, pode-se observar um croqui com os pontos onde as fotografias foram adquiridas em uma parcela de 100 x 100 metros (10.000 m²)

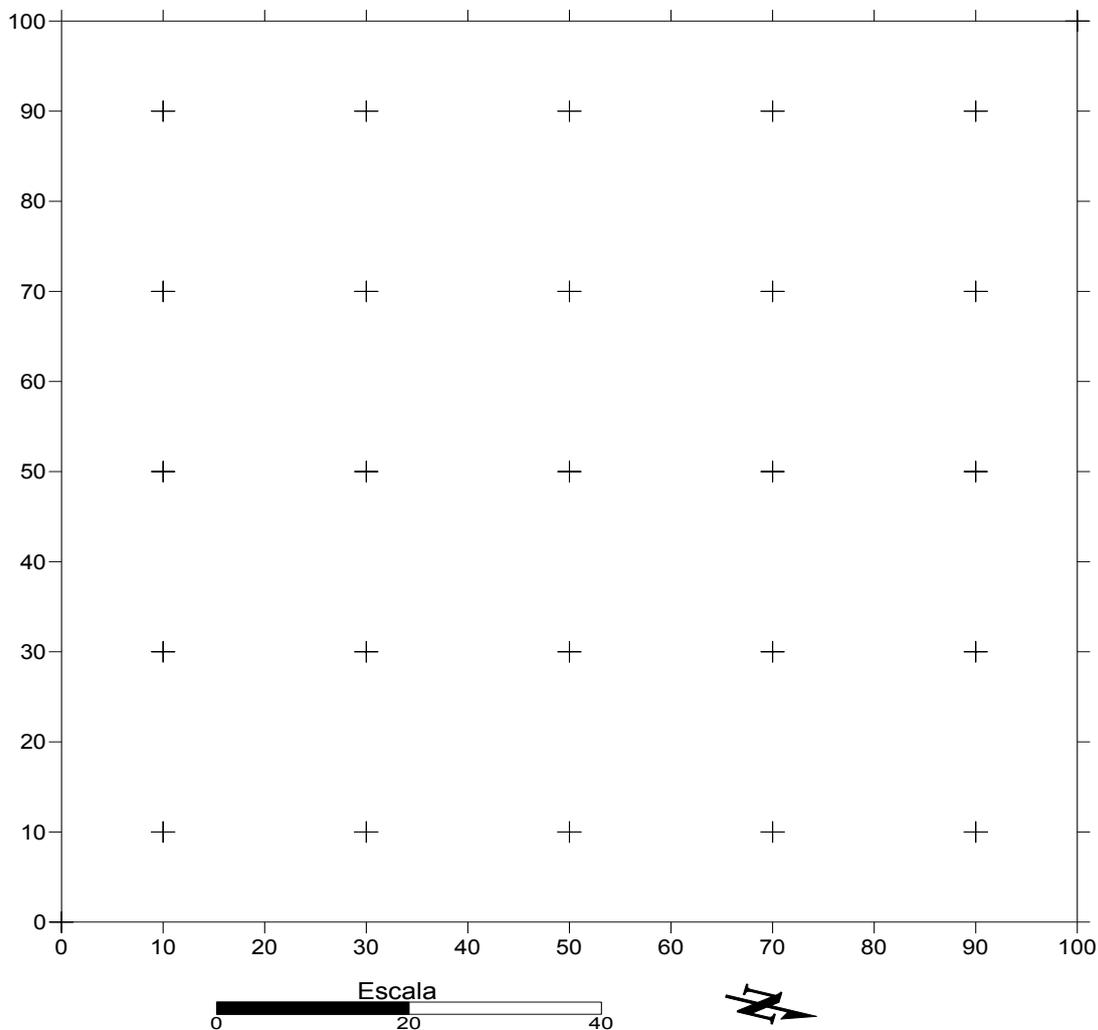


Figura 2. Representação dos pontos amostrais dentro da parcela, onde foram adquiridas as fotografias hemisféricas.

As fotografias hemisféricas foram ajustadas, tabeladas e processadas utilizando o aplicativo Hemiview (Delta-T Devices Ltd). Com este aplicativo foram geradas as estimativas

de IAF, utilizando como limiar de corte de 233 para definir a abertura do dossel (para alguns pontos esse valor foi ajustado para evitar erros de estimativa).

2.3. Espacialização dos resultados

Foi elaborada uma planilha com as coordenadas cartesianas dos pontos e após a elaboração das estimativas do IAF foi feita a interpolação dos dados. Este processo foi executado no aplicativo Surfer (*Golden software*) com o uso do interpolador Krigagem linear sem ajuste de semivariograma.

Os resultados foram avaliados a partir da análise das características visuais das fotografias hemisféricas e figuras com a espacialização dos dados.

Para validar os resultados das estimativas e reduzir a probabilidade de erros dentro do processamento, duas rodadas com os pares de fotografias foram executadas.

3. Resultados e Discussão

O dossel das parcelas amostradas apresentou uma alta taxa de cobertura quando comparada com as florestas boreais ou plantios comerciais. Em geral, florestas nativas apresentam uma alta variabilidade de estratos, o que dificulta a identificação de plantas específicas. Na Figura 3 são apresentadas duas imagens típicas que ilustram a diversidade da floresta em estudo.

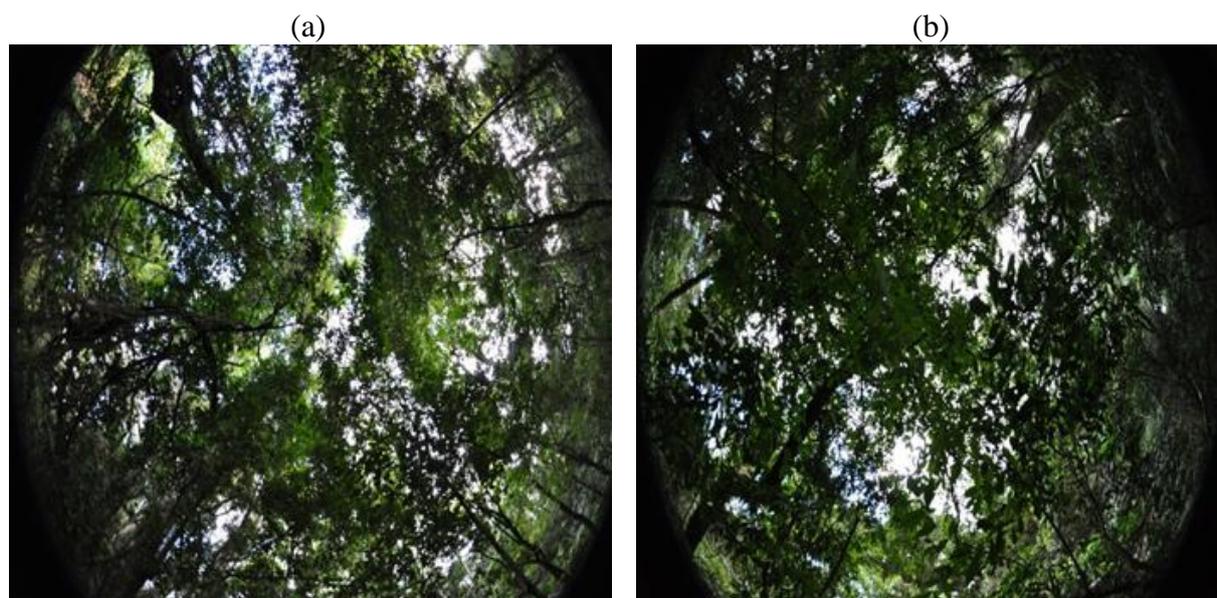


Figura 3. Exemplo de fotografias hemisféricas adquiridas na (a) parcela 1 e (b) parcela 2, em fevereiro de 2012.

Os valores do IAF para cada ponto dentro das parcelas, a média e o desvio padrão, são apresentados na Tabela 1. Com base nos resultados estatísticos, pode-se observar que a parcela 1a e a parcela 1b apresentaram médias iguais evidenciando a robustez das medidas. Cabe ressaltar que as pequenas diferenças quanto ao desvio padrão ($3,64 \pm 0,62$ e $3,64 \pm 0,57$) estão relacionadas aos efeitos externos como o vento e trepidações no tripé. Em relação à parcela 2a e 2b, houve uma pequena variação média ($3,27 \pm 0,66$ e $3,28 \pm 0,64$).

As variações observadas nos resultados podem ser justificadas pelo fato de que fatores meteorológicos tais como vento, radiação solar, nebulosidade, dentre outros podem afetar os resultados obtidos, devido à pequena defasagem de tempo entre as tomadas de fotografias.

A avaliação estatística mostrou que os dados apresentam pequenas variações entre as parcelas. Contudo, com a espacialização das estimativas, verificou-se que algumas regiões

dentro da parcela apresentam maiores e menores valores de IAF (Figura 4). A variabilidade entre os processamentos e entre as parcelas é ilustrada na Figura 4.

Tabela 1. Valores e IAF estimados para os pontos amostrados nas parcelas 1 e 2, na área de estudo.

Ponto	X	Y	Parcela 1a (IAF)	Parcela 1b (IAF)	Parcela 2a (IAF)	Parcela 2b (IAF)
P1	10	10	3,33	3,34	3,95	3,67
P2	10	30	3,32	3,31	2,86	2,91
P3	10	50	3,64	3,64	3,12	3,09
P4	10	70	4,94	4,92	3,19	3,20
P5	10	90	3,97	3,93	3,56	3,66
P6	30	90	4,27	4,26	3,33	3,34
P7	30	70	3,06	3,03	2,48	2,48
P8	30	50	4,10	4,13	2,71	2,73
P9	30	30	3,22	3,19	2,78	2,82
P10	30	10	4,11	3,99	3,74	3,72
P11	50	10	3,77	3,79	4,21	4,12
P12	50	30	3,71	3,70	3,10	3,10
P13	50	50	3,69	3,70	3,27	3,35
P14	50	70	2,54	2,60	3,38	3,39
P15	50	90	3,23	3,30	3,17	3,21
P16	70	90	3,26	3,30	3,19	3,19
P17	70	70	3,51	3,51	3,75	3,80
P18	70	50	3,58	3,58	2,64	2,63
P19	70	30	3,65	3,66	5,47	5,44
P20	70	10	3,04	3,11	3,73	3,76
P21	90	10	2,36	2,83	3,00	2,99
P22	90	30	2,92	3,04	3,27	3,28
P23	90	50	3,75	3,83	3,34	3,34
P24	90	70	4,59	4,62	4,62	4,58
P25	90	90	4,59	4,62	2,80	2,82
Média			3,64	3,64	3,27	3,28
Desvio padrão			0,62	0,57	0,66	0,64

Com a observação da Figura 4, pode-se perceber que na parcela 1a e 1b os pontos estão com valores de IAF maiores, apenas no ponto x obteve-se um menor valor de IAF. Já na parcela 2a e 2b os níveis de IAF são menores nos pontos y e z em relação ao ponto x apresentando um dossel mais aberto em comparação a parcela 1a e 1b.

As duas parcelas estudadas obtiveram valores relativamente diferentes de IAF, variando do menor valor 2,36 até 5,47%. A parcela 1a apresentou uma maior densidade de dossel caracterizando assim uma floresta com maior homogeneidade. Relativamente a parcela 2b obteve resultados inferiores de IAF em relação a parcela 1 o que caracteriza uma floresta com maior heterogeneidade podendo ser representada por uma vegetação de menor porte arbóreo, ou maior abertura do dossel.

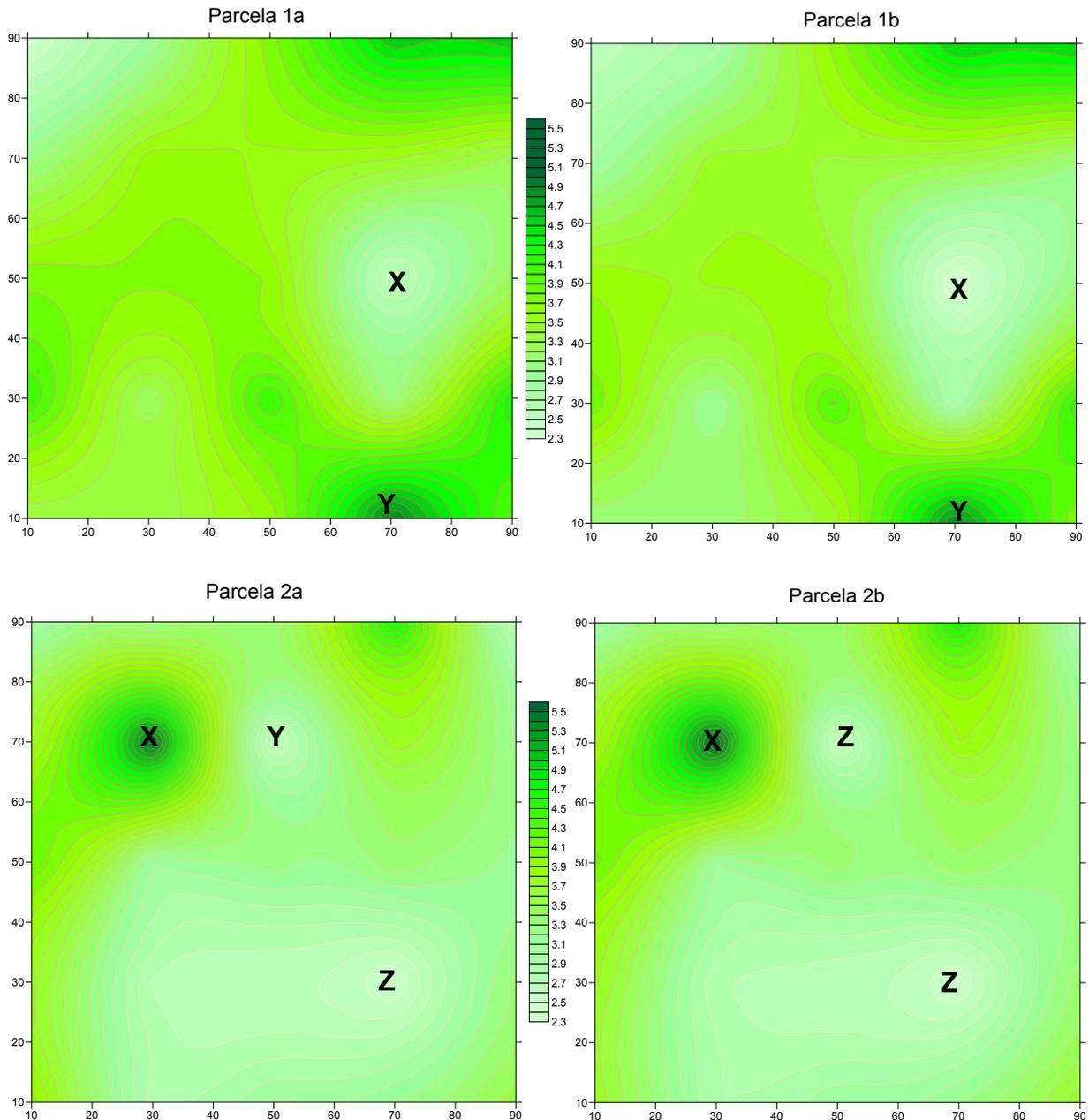


Figura 4. Representação da distribuição espacial das amostras de IAF.

4. Conclusão

Estimativas de parâmetros biofísicos são essenciais para identificar a quantidade de biomassa nas áreas florestais. Entre os parâmetros mais utilizados está o índice de área foliar (IAF), que consiste na determinação somatória de um lado das folhas projetadas sobre uma determinada superfície. A utilização de fotografias hemisféricas do tipo olho de peixe reduz os custos além de ser um método não destrutivo fazendo com que o ambiente não sofra alteração.

Com o estudo realizado pode-se concluir que a determinação de parâmetros biofísicos de IAF nas duas parcelas permanentes da floresta do Centro de Ensino Superior do Norte do RS (CESNORS) em Frederico Westphalen, RS apresentaram uma pequena variação quanto aos valores obtidos, sendo que a média para o IAF foi de 3,64% e 3,27% para a primeira e segunda parcela, respectivamente.

Além das estatísticas descritivas, verificou-se que as variações existentes dentro de cada parcela demandam maiores estudos, procurando avaliar a influência do solo, orientação das encostas, bem como da declividade.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo apoio financeiro viabilizado pelos projetos de auxílio recém-doutor (ARD - processo nº 12/0383-5 de 2012) e a UFSM (projeto nº 031263 e projeto nº 030745). Ao Dr. Renato Beppler Spohr pelo auxílio no trabalho de campo.

Referências Bibliográficas

- Jonckheere, I.; Fleck, S.; Nackaerts, K.; Muys, B.; Coppin, P.; Weiss, M.; Baret, F. Review of methods for in situ leaf area index determination Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology*. v.121. p19–35, 2004.
- King, D.A. Allometry of saplings and understorey trees of a Panamanian forest. *Functional Ecology*, n. 4, p.27-32.1990.
- Leblanc, S.G.; Chen, J.M. A practical scheme for correcting multiplescattering effects on optical LAI measurements. *Agricultural Forest Meteorological*, v.110,p. 125-139, 2001.
- Monteith, J.L., 1977. Climate and the efficiency of crop production. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B* 281, 277–294.
- 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. *Rev. Árvore, Viçosa-MG*, v.31, n.1, p.167-176. 2007.
- SEDESUL: Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul. A vegetação atual da região sul. Porto Alegre, 1978. 115p. (Série Planejamento e Estudos Regionais, 2)
- SEMA - Secretaria do Meio Ambiente. 2005. Plano de manejo do Parque Estadual do Turvo. Porto Alegre, Divisão de Unidades de Conservação do Estado do Rio Grande do Sul.

