
Comparação de métodos de determinação de área: superfície foliar do feijoeiro

Teresinha E. S. Reis* Luiz Carlos Reis** Omar Neto Fernandes Barros***

RESUMO

A determinação de área é questão básica em Cartografia, Geografia, assim como, a medida de superfície foliar é parâmetro indispensável nas investigações fisiológicas, biogeográficas e agronômicas, nas mais diferentes espécies vegetais, para determinação ou estimativa da superfície fotossinteticamente ativa, taxa de transpiração, capacidade de crescimento ou de produção dentre outros. O presente trabalho foi conduzido no campus da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel" em Bandeirantes, Paraná e teve como objetivo analisar os métodos de determinação de área foliar e, como exemplo, identificar aquele que melhor se adapte às condições de campo, sem erradicação de folhas ou plantas da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar carioquinha. Trabalhou-se com os métodos do planímetro, quadrícula, gravimétrico, coordenadas, integrador foliar (folíolo in natura), integrador foliar (cópia heliográfica), elipse circunscrita e retângulo circunscrito. Constatou-se que não houve diferença significativa entre os métodos utilizados e que, no campo, os métodos da elipse e do retângulo circunscritos são eficientes para a avaliação da área foliar da cultura do feijoeiro, cultivar carioquinha.

PALAVRAS-CHAVE: metodologia, superfície foliar, avaliação, feijão.

INTRODUÇÃO

A determinação de área é questão básica em Cartografia, Geografia, assim como, a medida de superfície foliar é parâmetro indispensável nas investigações fisiológicas, biogeográficas e agronômicas, nas mais diferentes espécies vegetais, para determinação ou estimativa da superfície fotossinteticamente ativa, taxa de transpiração, capacidade de crescimento ou de produção dentre outros.

A falta de um método prático e com relativa precisão, tem levado ao empirismo nas tomadas de dados. Fato importante a ser ressaltado é a forma, ou seja, a figura geométrica que é objeto da determinação da área. Independentemente de tratar-se de uma microbacia hidrográfica ou a folha de um vegetal, alguns cuidados básicos deverão ser tomados e, no caso de unidades geográficas, a escala do desenho é um fator essencial.

Moraes et al. (1993) constataram que a estimativa mais precisa para determinar a área foliar do urucunzeiro (*Bixa orellana* L.) é obtida com a fórmula $A = 0,6638 (C.L)$, sendo A = área foliar, C = comprimento da nervura central e L a largura da folha, com coeficiente de correlação de 0,9389, tomando como área real da folha aquela obtida com o planímetro em fotocópias.

Gomide & Castro (1989) verificaram não haver diferença entre os métodos do retângulo e do círculo circunscritos para determinação da área foliar no feijoeiro, em folhas coletadas ao acaso no estádio de floração, quando comparado com o método da cópia fotostática cuja área foi considerada real, ou seja a base de comparação. Foi demonstrado que a equação $A = 1,1286 C^2$, sendo A = área foliar e C = comprimento do folíolo central, pode ser utilizada para o cálculo da área foliar do feijoeiro cultivar Eriparza.

Pinto et al. (1979) compararam métodos de determinação da área foliar na cultura da

* Professora assistente da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel" e mestranda no curso de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. e-mail: reis@ffalm.br

** Professor assistente da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel". e-mail: reis@ffalm.br

*** Professor adjunto da Universidade Estadual de Londrina. e-mail: onbarros@uel.br

goiabeira utilizando os métodos xerox, como padrão, dos discos foliares, da elipse e retângulos circunscritos, constatando que os métodos da elipse e retângulo circunscrito foram iguais ao método padrão revelando-se mais práticos e de relativa eficácia. A estreita correlação entre o método da elipse circunscrita e a área real da folha deve-se entretanto, à semelhança morfológica entre a folha e a figura geométrica.

Karikari (1973) em um trabalho visando a seleção de variedades de mamoeiro, em Ghana, mediu o comprimento da nervura central das folhas e avaliou as áreas foliar com o planímetro. Verificou que há correlação entre o comprimento da folha e a área foliar, sendo possível a obtenção da área foliar, com diferença inferior a 1%, através da equação: $y = 106x - 2028$, sendo $y = \text{área foliar}(\text{cm}^2)$ e $x = \text{comprimento da nervura central}(\text{cm})$.

Barros et al.(1973) avaliaram superfícies foliares em cafeeiros (Bourbon Amarelo), imprimiram as folhas em papel heliográfico, tendo recortado e pesado em seguida. As áreas assim obtidas, consideradas padrão, foram comparadas com o método do retângulo circunscrito que se mostrou estatisticamente superior.

Gomide et al.(1977) comparam os métodos da Constante de Barros & Maestri (1973), Disco na base, Disco na parte mediana, Disco no ápice e Xerox, na avaliação da área foliar nas variedades de cafeeiro Mundo Novo e Catuaí, apontaram o método da Constante como o de maior precisão.

Boyton & Harris (1950) recomendaram, para macieiras, a impressão das folhas em papel heliográfico para a obtenção de sua superfície.

Abraão & Chalfun (1981), ao avaliarem a superfície foliar em videira, compararam o método do Xerox, considerando padrão, com o das figuras circunscritas. Concluíram que o círculo é o mais prático devido a facilidade em obter – se a medida do comprimento das folhas.

Huerta (1962) comparou métodos de laboratório e de campo para medir a superfície foliar do cafeeiro, utilizando os métodos fotográfico, do peso das folhas, gráfico, e comparação de superfícies. Constatou que não há diferença significativa entre os métodos estudados.

Benincasa (1988) apontou os métodos do integrador foliar, contornos foliares em papel, planímetro, fatores de correção, discos foliares e método do quadrado ou dos pontos para determinação da superfície foliar, para as análises de crescimento de plantas.

Magalhães (1979) verificou os métodos das células fotoelétricas, planímetro, comparação de pesos e dos quadrados ou dos pontos, desenvolvidos por Bleasdale (1966) para a obtenção da superfície foliar.

Mendes (1982) comparou, em cópias fotostática de folhas de mandioca, os métodos do planímetro e da balança para determinação da área foliar. Constatou que ambos os métodos são equivalentes.

A folha do feijoeiro além de ser composta, apresenta uma variação no tamanho e formato dos folíolos em função da cultivar. Por isto, há a necessidade de se estimar o fator de correção de cada variedade (Gomide et. al.,1977).

O presente estudo teve como objetivo comparar métodos de determinação da área foliar, utilizando-se do feijoeiro, cultivar Carioquinha, como planta teste, e apontar aquele que, com relativa precisão e facilidade, atenda as exigências de campo, sem erradicação de folhas ou plantas.

Se atualmente os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) fazem o trabalho de cálculo de área sem grande dificuldade é necessário dispor dos equipamentos e dominar os módulos operacionais de cada software. As diferentes técnicas de determinação de superfície foliar podem ser adaptadas às necessidades de cartografia básica conforme exemplo aplicado por Vizintim (1990), no cálculo das diferentes áreas de uso do solo em uma bacia hidrográfica de 20.000 hectares. Para trabalhos em campo e, na demonstração junto aos alunos dos cursos de Geografia, Biologia e Agronomia por exemplo, a utilização das diferentes técnicas é também necessária.

1. MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de feijoeiro, cultivar carioquinha, foram coletadas 30 dias após a emergência das plantas, em experimento conduzido no campus da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", Bandeirantes – Paraná, em um Latossolo Roxo eutrófico, cujo preparo de solo foi de maneira convencional, aração seguida de gradagem. Usou-se o espaçamento de 50 cm nas entre linhas e profundidade de semeadura de 4 a 6 cm, com uma densidade de 12 sementes por metro. A emergência ocorreu 8 dias após a semeadura e a cultura foi mantida livre de invasoras com capina manual.

Considerando que o feijoeiro tem folhas compostas, os folíolos oriundos da parte inferior da planta, do terço médio e da parte apical, foram denominados como folíolo basal, folíolo médio e folíolo apical, respectivamente.

O delineamento experimental usado foi de blocos ao acaso, num esquema fatorial (8x3) com 6 repetições. Utilizou-se 8 métodos de avaliação de área foliar para 3 diferentes tamanhos de folíolo. Os métodos utilizados foram:

- 1) MÉTODO DO PLANÍMETRO: utilizou-se o planímetro polar de braço móvel, tipo Amsler, com o qual se percorreu os limites dos folíolos impressos em papel heliográfico, para avaliação da área de cada folíolo.
- 2) MÉTODO DA QUADRÍCULA: técnica preconizada por Bleasdale, citado por Magalhães (1979).
- 3) MÉTODO GRAVIMÉTRICO: os folíolos impressos em papel heliográfico, foram recortados e pesados em balança de precisão. Seus pesos foram relacionadas com o peso de uma área previamente estabelecida do mesmo papel utilizado na impressão.
- 4) MÉTODO DO INTEGRADOR DE ÁREA FOLIAR EM FOLÍOLOS *IN NATURA*: os folíolos *in natura* foram submetidos a avaliação de suas áreas pelo integrador de área foliar que as obteve através de células fotoelétricas.
- 5) MÉTODO DO INTEGRADOR FOLIAR EM CÓPIA HELIOGRÁFICA: os folíolos impressos foram recortados e submetidos a avaliação de suas áreas pelo integrador de área foliar.
- 6) MÉTODO DAS COORDENADAS: os folíolos foram dispostos sobre papel milimetrado, onde os pontos que determinavam seus contornos foram plotados. Em um sistema de eixos cartesianos, se tomou os valores das coordenadas retangulares (x, y) dos pontos que delimitavam cada folíolo. Dessa forma, as curvas que delimitavam os folíolos foram retificadas através de pequenos segmentos de retas. A área do folíolo foi determinada através do método de Gauss, cuja fórmula é $A = 0,5(x_1y_2 + x_2y_3 + \dots + x_ny_1 - y_1x_2 - y_2x_3 - \dots - y_nx_1)$.
- 7) MÉTODO DA ELIPSE CIRCUNSCRITA: foram avaliados o comprimento do folíolo no sentido da nervura principal e a maior largura. A área da elipse circunscrita ao folíolo foi

relacionada com o método do planímetro, adotado como padrão, para se obter o coeficiente de correção. O coeficiente de correção (K) foi obtido através da relação, $A_{real}/A_{elipse\ circunscrita}$, adotando o método do planímetro como área real. Área real corresponde a soma de todas as áreas dos folíolos obtidos pelo planímetro e área da elipse circunscrita corresponde a soma de todas as áreas das figuras circunscritas. Para a elipse encontrou-se $k = 0,769$. A fórmula utilizada para a determinação da área foliar foi: $A = [(\pi.D.d)/4].0,769$, sendo A = área em cm^2 , D = diâmetro maior e d = diâmetro menor

- 8) MÉTODO DO RETÂNGULO CIRCUNSCRITO: foram avaliados o comprimento do folíolo no sentido da nervura principal e a maior largura. A área dos retângulos circunscritos ao folíolo foram relacionados com o método do planímetro adotado como padrão para se obter o coeficiente de correção. O coeficiente de correção K foi obtido através da relação entre a área real e a área do retângulo circunscrito, adotando-se como real a soma de todas as áreas dos folíolos, obtidas através do método do planímetro. A área do retângulo circunscrito corresponde à soma de todas as áreas das figuras circunscritas. Para o método do retângulo circunscrito $k = 0,625$. A fórmula utilizada para a determinação da área foliar foi $S = 0,625(C.L)$, sendo C o comprimento (cm) e L a largura do folíolo (cm).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% e probabilidade.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não detectou diferença significativa para os métodos utilizados, conforme Huerta (1962) Magalhães (1979) e Benincasa (1988), porém foi significativo para o tamanho dos folíolos (Quadro 1). O teste Tukey para as médias de métodos revela que ao nível de 1%, os métodos não diferem entre si (Quadro 2), porém o método integrador foliar *in natura* apresentou a menor média de área foliar pelo fato de que eventuais danos por ataque de pragas, foram detectados por este método, ao passo que nos demais métodos utilizou-se o perímetro das bordas foliares, desconsiderando danos por pragas.

Quadro 1 – Análise de variância: Comparação de 8 métodos de determinação de área foliar do feijoeiro variedade Carioquinha. Bandeirantes, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
FATOR A (métodos)	7	2844,2644	406,3235	1,4490 NS
FATOR B (folíolo)	2	38117,9738	19058,9869	67,9690 **
FATOR AXB	14	90,1146	6,4368	0,230 NS
TRATAMENTOS	23	41052,3528	1784,8849	
BLOCOS	5	11829,4724	2365,8945	8,4374**
RESÍDUO	115	32246,8205	280,4071	
CV % = 20,7983		** significativo ao nível de 1%		

Quadro 2 – Teste TUKEY para as médias de métodos. Bandeirantes, 1999.

MÉTODOS	MÉDIAS
Quadrícula	85,6806 A ¹
Retângulo circunscrito	83,3142 A
Elipse circunscrita	82,9728 A
Planímetro	82,4544 A
Integrador foliar (heliográfica)	81,3306 A
Gravimétrico	79,9428 A
Gauss	78,2705 A
Integrador foliar <i>in natura</i>	70,1389 A
DMS = 17,2223	

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade.

O teste Tukey para as médias dos métodos dentro de folíolo apical, médio e basal, não apresentou diferença significativa. Porém, nas médias do teste TUKEY para folíolos, verificou-se diferença significativa ao nível de 1% para as médias determinadas através dos folíolo apical (Quadro 3), contrariando resultado obtido por Gomide & Castro (1989), que verificaram não haver diferença entre a área obtida através dos

folíolos. No entanto, não houve diferença significativa da área estimada quando determinada com os folíolos retirados da parte basal e mediana da planta. Por não haver diferença entre os métodos, buscou-se um método prático de campo dentre as figuras circunscritas, tomando como padrão a área determinada pelo planímetro, conforme Gomide & Castro (1989).

Quadro 3 – Teste Tukey para as médias de folíolo. Bandeirantes, 1999

FOLÍOLO	BASAL	MÉDIO	APICAL
MÉDIA	92,9304 A ¹	91,0801 A	57,5289 B

DMS = 8,1253

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade.

Os métodos da elipse e do retângulo circunscritos foram comparados com o método do planímetro e através da regressão linear verificou-se alta correlação para ambos os métodos, porém maior para a elipse circunscrita,

devido a maior semelhança com o formato da folha do feijoeiro (Quadros 4 e 5 e Figuras 1 e 2). Resultado semelhante foi obtido por Pinto et al. (1979), ao trabalhar com folhas da goiabeira.

Quadro 4 – Análise de variância da regressão linear entre os métodos do planímetro e elipse circunscrita. Bandeirantes, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
REGRESSÃO LINEAR	1	10347,1320	10347,1320	521,39**
DESVIOS REGRESSÃO	16	317,5252	19,8453	
TOTAL	17	10664,6572		

CV = 5,4%

** significativo ao nível de 1%

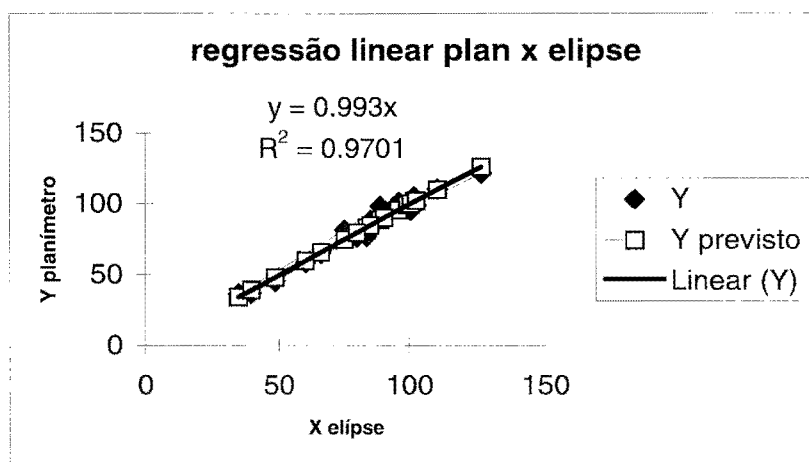


Figura 1 – Regressão linear entre os métodos do planímetro e elipse circunscrita.

da área foliar em cafeeiro Mundo Novo e Catuaí. *Ciência Prática*, Lavras, v. 1, n. 2, p. 118-23, jul./dez. 1977.

GOMIDE, M. B.; CASTRO NETO, P. Determinação da área foliar *in vitro* no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) I- Metodologia para a cultivar eriparza. *Ciência Prática*, Lavras, v. 13, n.20, p. 152-155, maio/ago. 1989.

HUERTA, S. A. Comparacion de métodos de laboratorio y de campo para medir a área foliar del cafeto. *Cenicafé*, Chinchina, v. 13, n.1, p. 33-42, ene./mar. 1962.

KARIKARI, S. K. Estimation of leaf area in papaya (*Carica papaya*) from leaf measurements. *Trop. Agric.* (Trinidad), v.50, n.4, oct. 1973.

MAGALHÃES, C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FISILOGIA vegetal 1. São Paulo: EDUSP, 1979. p 331-349.

MENDES, L. O T. Determinação da área foliar através de cópias fotostáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2, 1981, Vitória. *Anais...* Cruz das Almas: Embrapa/CNPMP/SBM, 1982. v.1.

MORAES, E. C.; BIANCO, S.; ARAÚJO, J. A. C.; SILVA, R. C. *Estimativa da área das folhas do urucunzeiro (Bixa orellana L.)*. Belém: FCAP. *Serviço de Documentação e Informação*, 1993. 10p. (FCAP. Informe Técnico, 17).

PINTO, A. C.; HOSTALÁCIO, S.; GOMIDE, M. B.; OLIVEIRA, L. E. M. Comparação de métodos de determinação da área foliar na cultura da goiabeira (*Pisidium guayana* L.). *Ciência Prática*, v. 3, n.1, p. 58-62, jan./jun. 1979.

VIZINTIM, M. *Utilização de Dados Orbitais no Reconhecimento de Classes de Uso do Solo: Bacia do Ribeirão Cafézal- Pr.* 1990. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-Universidade de São Paulo. São Paulo.

Comparison of determination methods of the leaf area of beans

ABSTRACT

The area determination is basic subject in Cartography, Geography, as well as, the surface measure to foliate it is indispensable parameter in the physiologic, biogeography and agronomic investigations, in the most different vegetable species, for determination or estimate of the surface photosynthesis activates, perspiration rate, growth capacity or of production among others. The present work was developed in Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel" in Bandeirantes, Paraná and had as objectives to analyze the methods of leaf area determination and to identify the best method adapts to the field conditions, without the sacrifice of leaves or plants of the cultivate on the "carioquinha" bean cultivar (*Phaseolus vulgaris* Linnaeus, 1753). Worked with the methods of the planimeter, small square, gravimetric, co-ordinates, leaf integrator (leaflet *in natura*), leaf integrator (leaflet in photostatic copy), circumscribed ellipse and circumscribed rectangle. Verified that there was not significant difference among the used methods and in the field conditions, the methods of the circumscribed ellipse and circumscribed rectangle are efficient for the evaluation of the leaf area of the culture on the "carioquinha" bean cultivate (*Phaseolus vulgaris* L.).

KEY WORDS: methodology, leaf surface, evaluation, bean.