

USO DE ESFERODENSIÔMETRO E FOTOS DIGITAIS PARA ESTIMAR ABERTURA DE DOSSEL: UM TESTE METODOLÓGICO

Fernanda Werneck; Gabriela Zuquim; Lilian Rodrigues & Rafael Leitão.

1. INTRODUÇÃO

Acessar os padrões de luminosidade dentro da floresta é importante para a compreensão das condições nas quais fauna e flora se estabelecem, em um ambiente onde a luz é, frequentemente, um recurso limitante (Brown *et al.*, 2000). Métodos usados para mensurar a abertura do dossel, a partir da proporção de áreas de céu aberto não obscurecidas pela vegetação em uma determinada área, são de grande relevância para a estimativa da intensidade luminosa. Algumas das técnicas utilizadas incluem sensores de luz, esferodensímetro e fotografias tiradas com lentes hemisféricas (Englund *et al.*, 2000). Além disso, o desenvolvimento acelerado de tecnologias fornece constantemente novas metodologias de coleta e processamento de imagens digitais, que podem ser úteis na medição da intensidade luminosa.

Entretanto, a despeito das metodologias utilizadas, as pessoas que coletam as informações em campo, devem tomar especial cuidado com a calibração de suas medidas (Brown *et al.*, 1995). O esferodensímetro é um equipamento simples e barato, construído com um espelho côncavo ou convexo, de modo a refletir a luz incidente em um ângulo de 180°. Para praticidade da medição do observador, este espelho é dividido em 24 quadrados, que podem ser classificados de acordo com a porcentagem de luz incidente.

É conhecido que medidas obtidas com esferodensímetros apresentam alta variabilidade entre observadores (Brown *et al.*, 2000). Com a prática, as medidas coletadas por um observador podem ter sua consistência aumentada, uma vez que a estimativa de porcentagem de cobertura exige experiência (Englund *et al.*, 2000). Por isso, o esferodensímetro é considerado um equipamento potencialmente preciso.

Os objetivos do nosso trabalho foram: (1) avaliar se, usando esferodensímetro, a precisão das medidas obtidas por cada coletor (pessoa) de informações aumenta conforme mais medidas são tomadas num mesmo ponto; (2) realizar uma avaliação metodológica da congruência das medidas de abertura de dossel obtidas por coletores com diferentes experiências de uso do equipamento e (3) avaliar a congruência entre medidas de abertura de dossel obtidas com o uso de esferodensímetro e câmera digital com lente não esférica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado em uma floresta de terra firme na área de proteção absoluta da Mil Madeireira Itacoatiara Ltda.,

situada entre os municípios de Silves e Itacoatiara, 230 km a leste de Manaus, Amazonas (2° 43' - 3° 04' S e 58° 31' - 58° 57' O). A temperatura média anual é de 26 °C, a pluviosidade é de 2200 mm.

2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES

Dentro da floresta estabelecemos um transecto de 150 m, marcado com bandeiras a cada 10 m. Nestes pontos, a uma distância do solo de 1,30 m demarcada por varetas, foram tiradas as fotos digitais por uma mesma pessoa. A máquina digital utilizada foi Canon Power Shot A80 (4 megapixels) e a abertura e a velocidade do diafragma foram padronizadas por fotômetro automático.

Utilizando esferodensímetro, três integrantes da equipe com experiências distintas no uso do equipamento (FW e GZ - nenhum contato prévio com o equipamento e LR - contato maior com o equipamento) tomaram quatro medidas de abertura de dossel em cada bandeira já marcada.

Para testarmos a consistência das quatro medidas obtidas por pessoa em um mesmo ponto amostral, avaliamos a congruência entre as médias das medidas obtidas pelos diferentes coletores utilizando correlações simples. Para compararmos as duas metodologias realizamos um teste t pareado entre as porcentagens de abertura de dossel da última medida da coletora mais experiente (LR) e aqueles obtidos com a máquina digital. A escolha da última medida da coletora mais experiente baseou-se na premissa de teríamos medidas mais precisas de acordo com as repetições. A porcentagem de abertura de dossel obtida com a câmera digital foi estimada a partir da proporção de pixels brancos na imagem com o auxílio do programa Adobe Photoshop. Realizamos as análises estatísticas utilizando o programa SYSTAT 8.0 (Wilkinson, 1998).

3. RESULTADOS

As médias e erros padrão da porcentagem de abertura do dossel medidas por GZ, FW e LR foram $7,72 \pm 0,41$; $12,02 \pm 0,39$; $7,16 \pm 0,47$, respectivamente. Das três pessoas que coletaram os dados de abertura de dossel com esferodensímetro, duas (FW e GZ) apresentaram baixo grau de consistência entre os pares de medidas, evidenciado pelos baixos valores de r (Tabela 1). A pessoa com experiência prévia (LR) no uso do equipamento apresentou coeficiente de correlação praticamente constante ao longo das repetições.

Tabela 1: Valores de r das correlações entre os pares de repetições das medidas de abertura do dossel com esferodensiómetro tomadas por coletor.

| | FW | GZ | LR |
|----------------------|--------|-------|-------|
| Medida 1 vs Medida 2 | 0.052 | 0.097 | 0.774 |
| Medida 2 vs Medida 3 | 0.103 | 0.587 | 0.758 |
| Medida 3 vs Medida 4 | -0.042 | 0.162 | 0.806 |

As médias das medidas de abertura de luz obtidas pelas coletoras sem experiência prévia (FW e GZ) são correlacionadas ($r = 0.713$, $N = 16$, $p = 0.006$), porém quando comparamos as medidas dessas coletoras (FW e GZ) com as medidas da coletora mais experiente (LR), nenhuma das correlações foi significativa (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de r das correlações lineares entre as medidas obtidas por coletor.

| | R | P |
|---------|-------|-------|
| GZ x FW | 0.713 | 0.006 |
| GZ x LR | 0.498 | 0.150 |
| FW x LR | 0.401 | 0.373 |

As medidas da abertura do dossel obtidas pela máquina digital variaram entre 7,25 e 15,70% ($x = 12,11$), sendo, em média, 43% maior do que as medidas obtidas por LR usando o esferodensiómetro ($x = 8,47$; amplitude: 5,2 a 11,5). As estimativas de abertura de dossel tomadas pela câmera digital foram significativamente maiores do que pelo esferodensiómetro ($t = 8.796$; $N = 31$, $p < 0,001$).

4. DISCUSSÃO

Ao testarmos a consistência das medidas para cada pessoa que coletou os dados, verificamos um baixo grau de consistência por dois (FW e GZ) dos três coletores. Esse resultado pode ser explicado pela falta de experiência destes na utilização do esferodensiómetro, o que faria do treinamento condição essencial para eficiência da estimativa da abertura de dossel com o uso deste equipamento. A consistência das leituras depende de prática e, inicialmente, os coletores tendem a superestimar a cobertura do dossel conforme evidenciado pelas medidas obtidas por FW (Englund *et al.*, 2000).

Não só a experiência, mas também a utilização de uma mesma pessoa para a realização das coletas é fundamental para a confiabilidade dos dados, uma vez que existe variação entre as pessoas. Provavelmente, as diferentes estimativas da abertura do dossel surgem no momento em que a pessoa que coleta as informações de abertura do dossel atribui notas a cada uma das 24 subdivisões baseado em categorias de porcentagem de pontos brancos refletidos pelo aparelho. Segundo D. Clark (com. pess.) as medidas variam de acordo com a incidência de luz em cada subdivisão dos 24

quadrados, atribuindo nota 1, 2, 3 ou 4 para quadrados com variação entre 1 e 25%; 26 e 50%; 51 e 75% e 76 e 100%, respectivamente. A última nota da escala corresponde a uma porcentagem de abertura de dossel que dificilmente ocorre no interior de sub-bosques tropicais (Rich, 1993).

O que vemos com bastante frequência no interior de uma floresta densa, é a penetração de luz entre as folhas das copas através de inúmeros pequenos fachos dispersos. Coletores inexperientes têm dificuldade para quantificar adequadamente a incidência luminosa resultante de pequenos fachos de luz dispersos, podendo haver uma tendência a superestimar a abertura do dossel.

Quanto à comparação entre as metodologias, verificamos diferenças significativas entre as estimativas providas pelo esferodensiómetro e pela máquina fotográfica. Já esperávamos este resultado, dada a limitação do ângulo de abertura da lente convencional da máquina utilizada. Porém, não esperávamos que os valores obtidos com o uso da câmera fossem superiores. É possível que, devido à heterogeneidade luminosa no interior da mata, o fotômetro automático tenha superexposto a foto causando algum espalhamento dos pontos brancos sobre pontos escuros próximos. Além disso, não podemos descartar a possibilidade de termos inserido ruídos na análise ao não levamos em consideração os erros associados a pequenas variações nos ângulos de tomada das fotos durante a manipulação. O teste da consistência das medidas obtidas com a máquina digital é uma futura abordagem importante para a real avaliação das potencialidades desse equipamento.

Trabalhos utilizando qualquer um dos métodos por nós avaliados devem repetir amostras no mesmo local e realizar análises prévias para certificarem-se que os dados obtidos sejam precisos, ainda que pouco acurados. Porém vale ressaltar que o esferodensiómetro é um equipamento barato, de rápida manipulação, e potencialmente robusto para as condições amazônicas de alta umidade. Dessa forma, quando respeitadas suas limitações (aumento da precisão das medidas através da prática na utilização do aparelho), torna-se um aparelho de razoável precisão para medidas de luz ao longo do tempo (Englund *et al.* 2000).

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a David Clark e Flávia Costa pela discussão sobre o trabalho e pelas sugestões indicadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, N., S. Jennings, P. Wheeler & J. Nabe-Nielsen. 2000. An improved method for the rapid assessment of forest understorey light environments. *Jour. of Appl. Ecol.* 37: 1044-1053.
- Brown, I. F., Turcq & A. Alechandre. 1995. Teaching concepts of accuracy, precision, and opportunity cost in environmental sciences: arms, legs, and significant figures. *Ciência e Cultura.* 47 (1/2):41-45.
- Englund, S. R., J. J. O'Brien & D. B. Clark. 2000.

Evaluation of digital and film hemispherical photography and spherical densiometry for measuring forest light environments. *Can. J. of For. Res.* 30: 1999-2005.
Rich, P. M., D. B. Clark, D. A. Clark & S. F. Obertbauer. 1993. Long-term study of solar radiation regimes in a

tropical wet forest using quantum sensors and hemispherical photography. *Agri. and For. Met.* 65: 107-127.
Wilkinson, L. 1998. Systat: The system for statistis. Evanston, IL, Systat Inc.