











IMAGENS HEMISFÉRICAS NA MENSURAÇÃO DO DOSSEL NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL PARA FINS DE MANEJO ADAPTATIVO

Marília Alves Grugiki¹, Ana Lícia Patriota Feliciano², Luiz Carlos Marangon², Marília
Isabelle Oliveira da Silva², Lucas Benedito da Silva², Vanuze Costa Oliveira¹, Marília
Freitas de Vasconcelos Melo¹, Maria da Penha Moreira Gonçalves²

1 Universidade Federal de Alagoas, Rio Claro, AL, Brasil. E-mail: mariliagrugiki@gmail.com;
vanuze.oliveira@ceca.ufal.br; marilia.melo@ceca.ufal.br

2 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. E-mail: ana.feliciano@ufrpe.br;
luiz.marangon@ufrpe.br; marilia.iosilva@gmail.com; lucaseng.florestal@hotmail.com; penha.moreira@ufrpe.br
Autora correspondente: Marília Alves Grugiki. E-mail: mariliagrugiki@gmail.com

RESUMO

Na restauração florestal há um esforço contínuo de manipulação de filtros para se chegar à condição desejada, sendo que o dossel pode atuar como um filtro para as espécies que tentam se regenerar, devido a sua influência no regime de luz do sub-bosque. Desta forma, esse estudo teve como objetivo avaliar o uso de imagens hemisféricas como ferramenta para mensurar a abertura do dossel em áreas restauradas, com o propósito de subsidiar ações de manejo adaptativo. Para a mensuração da abertura de dossel, foi utilizado um smartphone Quantum Go com câmera de 13 megapixels acoplado a uma lente “*fisheye*”, de 8 mm e com abertura de 180°. Após a coleta, as imagens foram processadas no software Gap Light Analyzer (GLA). A partir do processamento das imagens, notou-se que a abertura média do dossel da área foi 16,78%, variando de 12,28% a 21,70%, evidenciando o fechamento do dossel. De posse dos resultados, foram determinadas três classes de abertura: C1=10 a 20%, C2=21 a 30% e C3=31 a 40%. O uso de fotografias hemisféricas, como metodologia para a mensuração da abertura do dossel, mostrou-se tecnicamente viável e econômica, podendo ser usadas no planejamento de estratégias de manejo adaptativo visando a abertura do dossel.

Palavras-chave: Gap Light Analyzer; lente *fisheye*; regeneração natural

HEMISPHERIC IMAGES IN CANOPY MEASUREMENT IN FOREST RESTORATION FOR ADAPTIVE MANAGEMENT

ABSTRACT

In forest restoration, there is a continuous effort to manipulate filters to reach the desired condition, and the canopy can act as a filter for species that try to regenerate, due to its influence on the light regime of the understory. Thus, this study aimed to evaluate the use of hemispherical images as a tool to measure canopy opening in restored areas, with the purpose of supporting adaptive management actions. To measure the canopy opening, a Quantum Go smartphone with a 13-megapixel camera coupled to an 8 mm “fisheye” lens with an aperture of 180° was used. After collection, the images were processed in the Gap Light Analyzer (GLA) software. From image processing, it was noted that the average canopy opening in the area was 16.78%, ranging from 12.28% to 21.70%, evidencing canopy closure. With the results in hand, three opening classes were determined: C1=10 to 20%, C2=21 to 30% and C3=31 to 40%. The use of hemispherical photographs, as a methodology for measuring canopy opening, proved to be technically feasible and economical, and can be used in the planning of adaptive management strategies aimed at canopy opening.

Key words: Gap Light Analyzer; Fisheye lens; natural regeneration

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

A restauração florestal é uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema em relação à sua integridade ecológica e sustentabilidade (SER, 2004). De forma geral, é um processo que envolve a reconstrução gradual da floresta, recuperando sua biodiversidade, funcionamento ecossistêmico e sustentabilidade ao passar do tempo (Rodrigues *et al.*, 2007).

Na restauração florestal há um esforço contínuo de manipulação de filtros para se chegar à condição desejada, especialmente, em relação à composição de espécies. Dentre esses processos, a regeneração natural se destaca como um dos mais expressivos por estar diretamente relacionada com o processo de sucessão ecológica. No entanto, para que a mesma ocorra de forma satisfatória em uma área, é preciso que as espécies consigam superar filtros ecológicos que podem inibir o recrutamento de novos indivíduos, como o elevado sombreamento ocasionado pela formação contínua do dossel.

Diversos estudos têm abordado a influência da abertura de dossel (clareiras) em diferentes processos ecológicos dos ecossistemas florestais, entre eles, a regeneração natural. No entanto, grande parte desses estudos foi realizada em áreas de exploração madeira, e, portanto, dentro de outro contexto (González *et al.*, 2014; Senécal *et al.*, 2017; Song *et al.*, 2017). Na restauração florestal, foram encontrados poucos trabalhos que contemplam o manejo adaptativo em ecossistemas em processo de restauração, e em especial, a abertura do dossel, como forma de favorecer a regeneração natural e desencadear o processo de sucessão ecológica.

A estrutura do dossel pode ser mensurada por meio de diferentes ferramentas, destacando-se a aplicação de fotografias hemisféricas. A partir dessas imagens, é possível estimar a fração de abertura de dossel, revelando os padrões de obstrução e de penetração da luz no dossel (Schliemann & Bockheim, 2011). Essas imagens possibilitam a tomada de informações de forma rápida e menos onerosa, uma vez que tem sido utilizados instrumentos mais acessíveis, como smartphone e programas gratuitos para o processamento das imagens.

Desta forma, esse estudo teve como objetivo avaliar o uso de imagens hemisféricas como ferramenta para mensurar a abertura do dossel em áreas restauradas, com o propósito de subsidiar ações de manejo adaptativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma área em processo de restauração, localizada na Zona da Mata Norte de Pernambuco, município de Timbaúba. O clima, de acordo com Köppen é As' - quente e úmido, com chuvas de outono e inverno (Alvares *et al.*, 2013), precipitação média anual de 1.500 mm, sendo os meses chuvosos de abril a julho, e os secos de setembro a janeiro, e temperatura média anual de 25°C (INMET, 2018).

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

A avaliação da restauração, por meio de indicadores ecológicos, evidenciou a necessidade de intervenção a partir de ações de manejo adaptativo, visando à retomada de processos ecológicos importantes, como a regeneração natural. A área foi implantada em 2011, utilizando a técnica de plantio total de espécies florestais, em um hectare, porém após cinco anos, verificou-se no estrato regenerante a ocorrência de duas espécies, *Desmanthus pernambucanus*, espécie arbustiva, e *Cecropia pachystachya*, com altura (H) $\geq 1,0$ m e circunferência a 1,30m (C) $< 15,0$ cm. Diante disso, foi proposta a abertura do dossel como técnica de manejo, visando a incidência de maior luminosidade no sub-bosque e, logo, a indução da regeneração natural.

Para a mensuração da abertura de dossel foi utilizado um smartphone Quantum Go com câmera de 13 megapixels acoplado a uma lente “fish-eye”, de 8 mm e com abertura de 180°. Para o adequado posicionamento do smartphone, utilizou-se um tripé de metal, nivelado previamente a 100 cm do nível do solo, com a parte superior da câmera direcionada para o norte.

As fotografias foram obtidas no centro de nove parcelas de 10 x 25 m, instaladas aleatoriamente na área, com repetição de quatro imagens no mesmo ponto, em horários com menor incidência de radiação solar, após as 15 horas, e em dia com céu sem nebulosidade (Nascimento *et al.*, 2007).

Após a coleta, as imagens foram processadas no software Gap Light Analyzer (GLA) (Frazer *et al.*, 1999), versão 2.0, seguindo o protocolo proposto por Suganuma (2008), obtendo, ao final, a porcentagem da abertura do dossel (%) e a quantidade de luz total que atravessa a cobertura, medida em $\text{mols m}^{-2} \text{d}^{-1}$. A área contemplada pela imagem foi calculada pelo software Image Pro Plus 4.5 e, com as porcentagens de abertura do dossel obtidas com o GLA, foram realizadas as estimativas da área da clareira em m^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do processamento das imagens, notou-se que a abertura média do dossel da área foi 16,78%, variando de 12,28% a 21,70%, evidenciando o fechamento do dossel ocasionado, principalmente, por indivíduos de *Inga ingoides*, cujas densidade e dominância relativas foram 47,71% e 83,04%, respectivamente (Grugiki, 2018).

A área em processo de restauração florestal, objeto desse estudo, é uma mata ciliar e, por esse motivo, apresenta o encharcamento com um dos uns filtros ecológicos determinantes para o estabelecimento das espécies vegetais. A espécie *Inga ingoides* foi beneficiada com esse filtro, de forma que em todas as parcelas, inclusive as que ficaram inundadas durante a estação chuvosa, apresentou elevada dominância de indivíduos, contribuindo expressivamente com o fechamento do dossel.

De posse dos resultados, foram determinadas três classes de abertura: C1 = 10 a 20%, C2 = 21 a 30% e C3 = 31 a 40%, com o propósito de investigar como as diferentes aberturas do dossel influenciam na dinâmica de estabelecimento da regeneração natural (Figura 1). Desta forma, a

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

distribuição das parcelas, em cada classe, foi definida com um sorteio, totalizando três parcelas de 10 x 25 m para cada classe (Tabela 1).

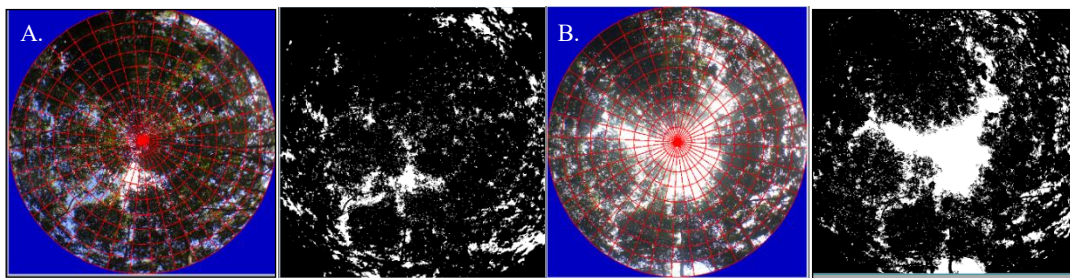


Figura 1. Detalhe do processamento das imagens para obtenção dos valores de abertura do dossel, antes (a) e depois (b) da poda do dossel de uma área em processo de restauração florestal, localizada no município de Timbaúba, PE

Tabela 1. Valores da abertura de dossel, antes e após a poda, e luz total incidente nas parcelas de cada classe após a poda ($\text{mols m}^{-2} \text{d}^{-1}$) em uma área em processo de restauração florestal, localizada no município de Timbaúba, PE

Classe	Parcelas	Abertura do dossel (%)		Área (m^2)	Luz total ($\text{mols m}^{-2} \text{d}^{-1}$)
		Antes	Depois		
C1 - 10 a 20%	2	13,48	13,48	5,40	3,50
	6	16,68	16,68	6,70	4,50
	3	18,76	18,76	7,50	4,92
C2 - 21 a 30%	1	12,28	23,42	9,40	6,87
	7	16,65	23,00	9,20	6,05
	5	17,84	26,15	10,50	7,81
C3 - 31 a 40%	4	20,06	32,04	12,80	8,00
	9	13,61	35,01	14,00	11,16
	10	21,70	39,00	15,60	15,94

A obtenção dos diferentes percentuais de abertura do dossel nas diferentes parcelas promoveu a escolha da melhor estratégia de manejo adaptativo para a área. Nesse sentido, a poda do dossel foi realizada nas parcelas das classes 21 a 30% e 31 a 40%. As parcelas 2, 6 e 3 não receberam o manejo, uma vez que já possuíam os valores de abertura dentro do intervalo da respectiva classe (10 a 20%). A poda foi realizada com um motopodador STIHL, modelo HT 70, priorizando o corte de galhos dos indivíduos que estavam no centro das parcelas e que contribuíam na formação do dossel, sendo que, aproximadamente, 90% dos galhos podados eram de *Inga ingoides*. Os resíduos de galhos foram fracionados em pedaços menores e deixados na área.

Estudo realizado por Pinho (2021) comparou diferentes tecnologias para a mensuração do dossel na Floresta Ombrófila Mista, em Santa Catarina, concluindo que a metodologia alternativa utilizada (CanopyCapture) possui potencial para uso como substituto do Densiómetro Florestal, equipamento mais oneroso e, por essa razão, nem sempre disponível para a realização de estudos. Além disso, outros estudos realizados com o GLA obtiveram resultados satisfatórios em suas metodologias (Suganuma, 2008; Galvani & Lima, 2014).

CONCLUSÃO

O uso de fotografias hemisféricas, como metodologia para a mensuração da abertura do dossel, mostrou-se tecnicamente viável e econômica, podendo ser usadas no planejamento de estratégias de manejo adaptativo visando a abertura do dossel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Frazer, G.; Canham, C.; Lertzman, K. **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**. Burnaby: Simon Fraser University; Millbrook: Institute of Ecosystem Studies, 1999. 36p. Disponível em: <https://rem-main.rem.sfu.ca/downloads/Forestry/GLAV2UsersManual.pdf>. Acesso em: 15 Jul. 2023.
- Galvani, E.; Lima, N. G. B. Fotografias hemisféricas em estudos microclimáticos: Referencial teórico-conceitual e aplicações. **Ciência e Natura**, v. 36, ed. esp., p.215-221, 2014. <https://doi.org/10.5902/2179460X13216>.
- González, G.; Lodge, D.J.; Richardson, B. A.; Richardson, B. A canopy trimming experiment in Puerto Rico: The response of litter decomposition and nutrient release to canopy opening and debris deposition in a subtropical wet forest. **Forest Ecology and Management**, v. 332, p.32-46, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.06.024>.
- Grugiki, M. A. **Avaliação e manejo adaptativo em áreas sob processo de restauração florestal**. 2018. 138f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7375>. Acesso em: 10 Jul. 2023.
- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. **Monitoramento climático**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 Fev. 2018.
- Nascimento, A. R. T.; Fagg, J. M. F.; Fagg, C. W. Canopy openness and LAI estimates in two seasonality deciduous forest on limestone outcrops in central Brazil using hemispherical photographs. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p.167-176, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000100019>.
- Pinho, L.C. **Avaliação de tecnologias na mensuração de abertura de dossel na Floresta Ombrófila Mista**. 2021. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223411>. Acesso em: 22 Jun. 2023.
- Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S.; Nave, A. G.; Attanasio, C. M. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p.7-21, 2010. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/113/73>. Acesso em: 25 Jun. 2023.
- Schliemann, S. A.; Bockheim, J. B. Methods for studying tree fall gaps: a review. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 7, p.1143-1151, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.011>.
- Senécal, J. F.; Frédérik, D.; Messier, C. Management implications of varying gap detection height thresholds and other canopy dynamics processes in temperate deciduous forests. **Forest Ecology and Management**, v. 410, p.84-94, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.029>.
- Society for Ecological Restoration (SER) International. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004. 15p. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-portuguese.pdf. Acesso em: 29 Jun. 2023.
- Song, X.; James Aaron, H.; Brown, C.; Cao, M.; Yang, J. Snow damage to the canopy facilitates alien weed invasion in a subtropical montane primary forest in southwestern China. **Forest Ecology and Management**, v. 391, p.275-281, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.031>.
- Suganuma, M. S. Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madura. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 377-385, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000200020>.