

As cores da Mata Branca: Comparação da coloração das flores em área de caatinga para visão de abelhas e humanos

Marília Fernandes Erickson, Daniel Marques de Almeida Pessoa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte. *E-mail: mariliaerickson@gmail.com*

Introdução

Flores necessitam de vetores para propagar seus gametas e continuar suas linhagens. A grande maioria desses vetores são animais, principalmente abelhas (Corbet et al., 1991). Para isso, flores possuem diferentes tipos de recompensas para oferecer, e utiliza de sinais visuais e olfativos para chamar a atenção de seus possíveis polinizadores (Kevan, 1983). Dentre esses, os sinais visuais são mais efetivos a longa distância, além de serem um sinal direcional, facilitando a detecção de flores em ambientes abertos (Schaefer, Schaefer & Levey, 2004). A coloração é um dos sinais mais importantes pois é o principal promotor de constância floral (Chittka & Menzel, 1992). Para avaliar a coloração de um objeto é preciso levar em consideração a refletância do objeto, o fundo em que o objeto se encontra, a iluminação ambiente, e o sistema visual do observador. Existem diversas sugestões na literatura que indicam que dependendo do local existe uma prevalência de flores de uma certa coloração (Kevan 1983, Wilmer, 2011), mas poucos estudos levam em consideração o sistema visual dos principais polinizadores, as abelhas (Arnold, Comber & Chittka, 2009). A maioria dos himenópteros são tricromatas com dois tipos receptores que captam comprimentos de onda curtos, sendo esses ultravioleta (UV) e azul, e um tipo de receptor focado em comprimentos longos, na faixa do verde. É raro himenópteros com percepção no vermelho (Peitsch et. Al., 1992). Humanos também são tricromatas, porém com um cone que capta comprimentos de onda curto, sensível ao azul, e dois tipos de receptores nas faixas longas, sensíveis a verde e vermelho (Bowmaker, 1981). Em suma, himenópteros têm sua percepção de cores voltada para comprimentos de onda mais curtos, enquanto seres humanos tem a sua percepção de cores focado em comprimento de onda mais longos. Utilizando modelagem visual é possível comparar como diferentes observadores enxergaram um mesmo sinal sob as mesmas condições. A caatinga é um bioma endêmico do Brasil (Rizzini, 1997), cujo nome em tupi-guarani significa floresta branca, caracterizando a época de seca quando as folhas caem, sobrando apenas o tronco das árvores que dá o aspecto cinza da vegetação (Prado, 2003). É considerado um bioma com alto grau de endemismo florístico (Prado, 2003) possuindo um grande número de árvores, arbustos e uma quantidade estimada de herbáceas ainda maior (Araújo, Castro & Albuquerque, 2007). Mesmo assim, existe uma grande lacuna no conhecimento da vegetação da caatinga. Apesar de sua importância, a caatinga está altamente ameaçada. Cerca de um terço a metade da sua área total já foi alterada por ações antrópicas (Castelletti, Santos, Tabarelli & Silva, 2003). Com o aumento da influência do homem no ambiente é possível que muito do seu território seja reduzindo em manchas antes de serem realizadas pesquisas básicas (Machado, Lopes & Sazima, 2006). Dessa forma, o estudo da flora da caatinga é crucial para a sua preservação. Existem poucos estudos em relação a coloração de flores na caatinga. Machado e Lopes (2003) mostram que existe uma prevalência de flores amarelas e brancas na caatinga, porém a coloração é avaliada apenas na visão humana, o que pode não ser ecologicamente relevante, visto que nossa visão é diferente da maioria dos polinizadores. Dessa maneira esse trabalho teve como objetivo comparar a coloração de flores na caatinga vista por abelhas e por seres humanos através da utilização de modelagem visual.

Metodologia

O trabalho foi realizado na Floresta Nacional de Açu (FLONA Açu) localizada no município de Açu/RN, durante os meses de chuva de fevereiro até junho de 2018. Foram delimitados 5 quadrantes de 50m x 20m onde o estudo foi realizado. Foram feitas 4 rondas por mês em cada quadrante, sendo elas no início da manhã, meio da manhã, início da tarde, e final da tarde. As plantas que estavam florindo e cujo as flores possuíam mais de 1mm de diâmetro e se encontravam até 1,5m de altura foram coletadas e levadas para a sede imediatamente para ter sua coloração mensurada. Para medir a refletância das flores e das folhas foi utilizado um espectrofotômetro USB4000-UV-VIS (Ocean Optics, Inc.) conectado a uma fibra optica bifurcada (QR450-XSR) e uma fonte de luz DH-2000 (Ocean Optics, Inc.). No final da fibra foi adicionado uma ponteira impressa em plástico preto em uma impressora 3D para diminuir a entrada de luz. O sistema foi calibrado utilizando um WS-1SL branco padrão (Ocean Optics, Inc.) e foi utilizado o software *Spectrasuit* (Ocean Optics, Inc.) para recordar as aquisições. Os estímulos foram medidos com a fibra a um ângulo de 90°. Para a modelagem visual foi utilizado o software R e o pacote Pavo (Maia, Bitton, Doucet & Shawkey, 2013). Utilizamos as curvas de sensibilidade já disponíveis no programa, 'Apis' para abelhas e 'cie2' para humanos. O iluminante utilizado foi o 'bluesky', também disponível no pacote. As refletâncias foram inseridas no espaço cromático do hexágono de cores (Chittka, 1992) para extrair as categorias de cor referentes a abelhas. Para seres humanos as flores foram caracterizadas pelos autores utilizando as categorias propostas por que Arnold, Comber e Chittka (2009). Para calcular o contraste que cada flor tem com sua folha foi utilizado o modelo RNL de Osorio e Vorobyev (1996).

Resultados

Foram coletadas 34 espécies de 20 famílias diferentes sendo Malvaceae (7) e Euphorbiaceae (4) as com mais representantes, seguido de Acanthaceae (2), Amaranthaceae (2), Boraginaceae (2), Convolvulaceae (2), Fabaceae (2), Verbenaceae (2), Asteraceae (1), Bignoniaceae (1), Commelinaceae (1), Cucurbitaceae (1), Lamiaceae (1), Loasaceae (1), Portulacaceae (1), Rubiaceae (1), Sapindaceae (1), Talinaceae (1), Turneraceae (1).

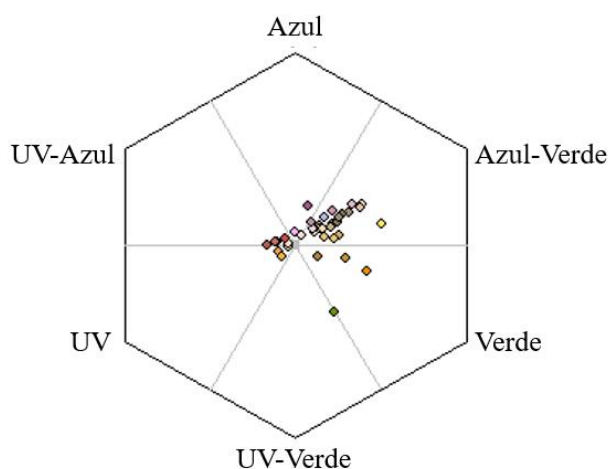


Figura 1. Refletâncias das flores plotadas no hexágono de cores. Cada ponto representa uma flor no espaço cromático.

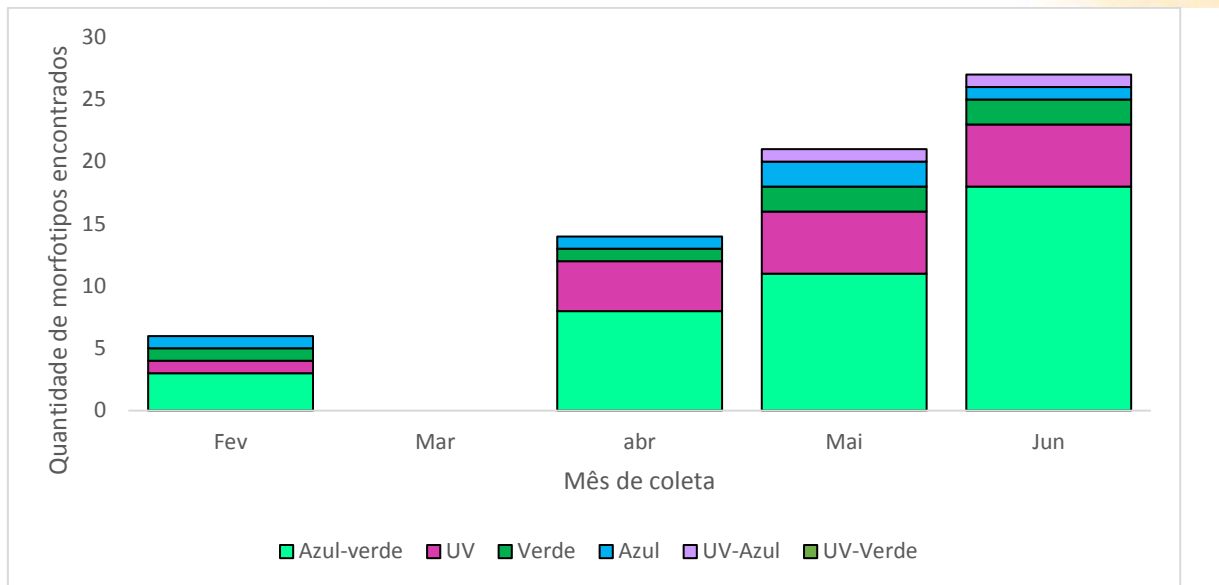


Figura 2. Morfotipos encontrados em cada mês de coleta levando em consideração o sistema visual da *Apis mellifera*.

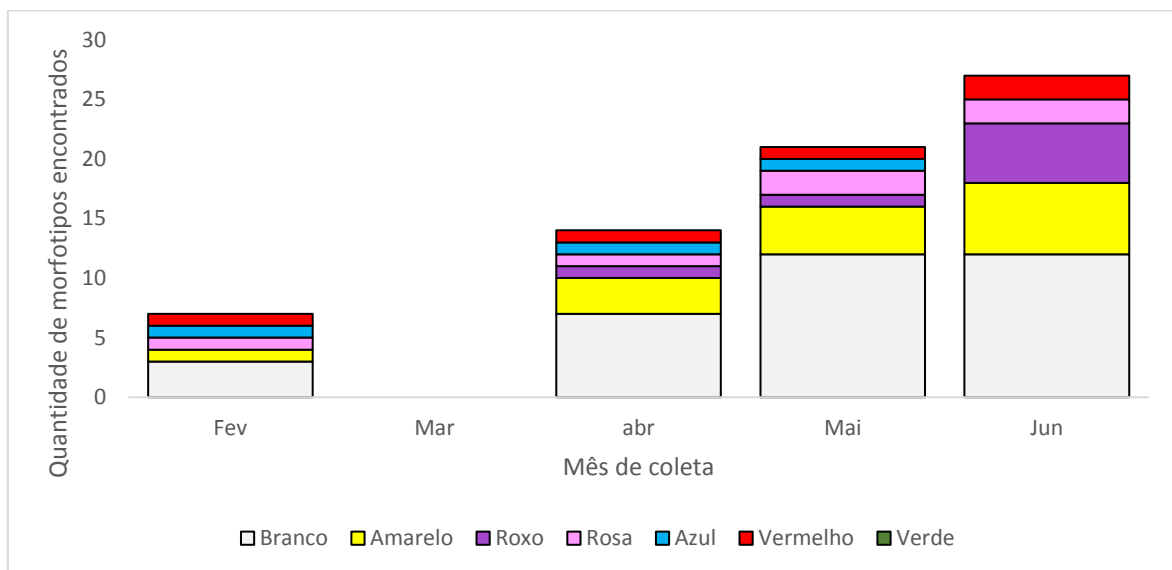


Figura 3. Morfotipos encontrados em cada mês de coleta levando em consideração o sistema visual humano.

Duas das espécies possuíam dois morfotipos de coloração, então foram contabilizadas duas vezes totalizando 36 morfotipos. Para abelhas, a coloração mais abundante foi azul-verde (23), seguido de UV (5), verde (4), azul (2) e UV-azul (2); nenhuma correspondeu a categoria UV-Verde (Figura 2). Para humanos encontramos, majoritariamente, flores brancas (17), seguido por amarelo (8), roxo (5), rosa (3), vermelho (2), e azul (1); não foram encontradas nenhuma flor verde (Figura 3).

A média dos contrastes cromáticas (em unidades de JND) de cada categoria na visão de abelhas foi maior que três, o que indica que todas as flores foram altamente perceptíveis (Figura 4). A maior média de JND para abelhas correspondeu à categoria azul-verde, que é a categoria com maior número de espécies. Para humanos, todas as categorias obtiveram o contraste

cromático maior que três JNDs, com exceção das flores brancas cuja a média ficou abaixo deste limiar (figura 5).

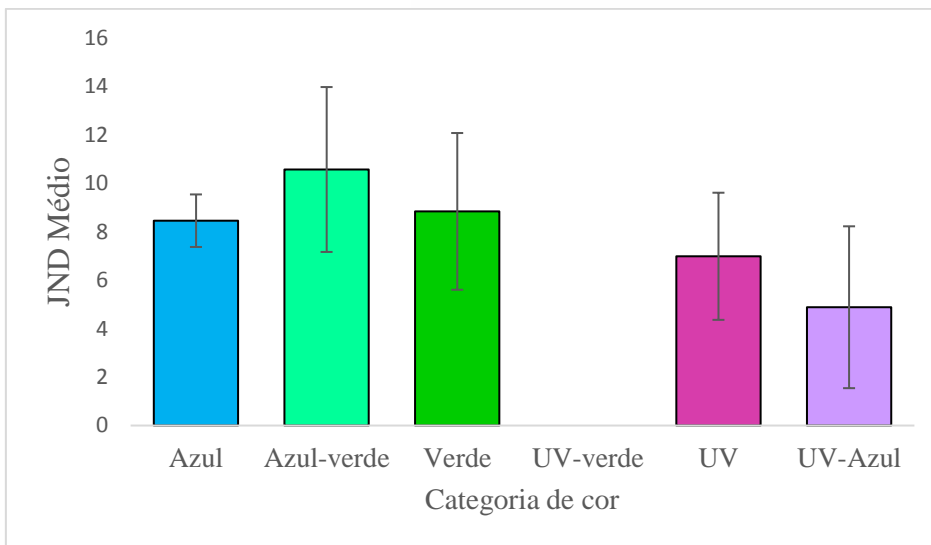


Figura 4. Média de JND encontrado para cada categoria de cor utilizando o sistema visual da *Apis mellifera*.

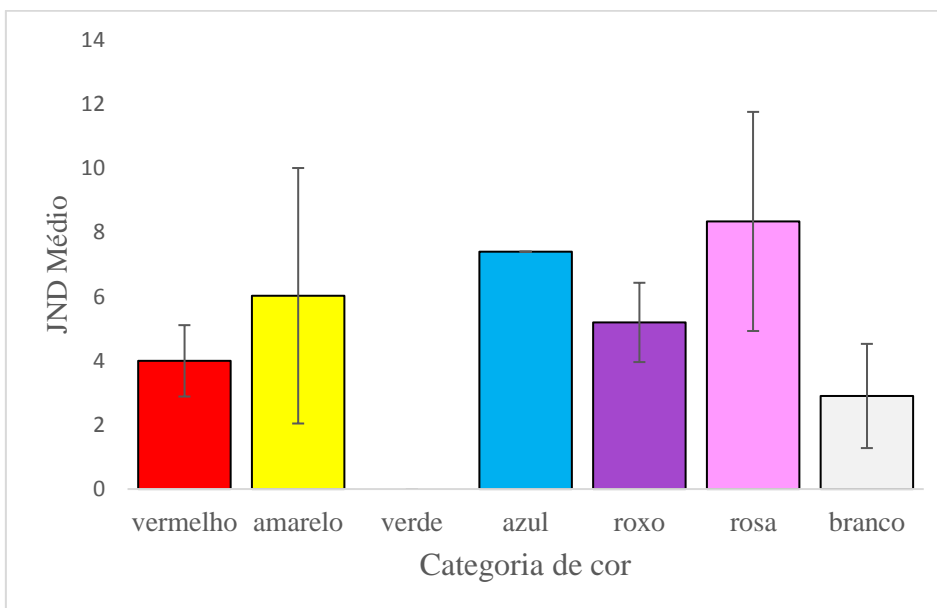


Figura 5. Média de JND encontrado para cada categoria de cor utilizando o sistema visual humano.

Discussão

Nossos resultados são similares aos de Machado e Lopes (2003), tendo encontrado uma prevalência de flores brancas e amarelas para o sistema visual humano. Porém, a utilização de modelagem visual é muito importante para quebrar uma visão antropocêntrica de sinais ecológicos. Não devemos utilizar apenas a visão humana para interpretar sinais florais (Arnold, Comber & Chittka, 2009). É preciso levar em consideração um sistema visual ecologicamente coerente para podermos melhor compreender a evolução de sinais. O trabalho corrobora a teoria de direcionamento sensorial (Endler & McLellan, 1988) que alega que sinais vão evoluir para

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

serem mais conspícuos em um ambiente, dessa maneira a coloração predominante seria mais facilmente detectada pelo seu polinizador. Mais estudos são necessários para avaliar se existe uma diferença significativa entre a proporção das flores, assim como quais são os fatores ecológicos que justificam essa possível diferença.

Conclusões

Existe uma diferença na proporção de cores dependendo do sistema visual do observador. Quando levando em consideração o sistema visual de abelhas, a coloração predominante é a que mais contrasta com o fundo, em seres humanos é o oposto. Nossos resultados mostram a necessidade de utilizar um sistema visual ecologicamente relevante para estudar sinais visuais.

Palavras-chave: modelagem visual, ecologia sensorial, direcionamento sensorial.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, E. L., CASTRO, C. C., ALBUQUERQUE, U. P. *Dynamics of Brazilian Caatinga: A review concerning the plants, environment and people*. *Functional Ecosystems and Communities*, 1, 1, 15-28, 2007.

ARNOLD, S. E. J., COMBER, S. L., CHITTKA, L. Flower color phenology in European grassland and woodland habitats, through the eyes of pollinators. *Israel Journal of Plant Sciences*, 57, 211-230, 2009.

BOWMAKER, J. K. Visual pigments and colour vision in man and monkeys. *Journal of the Royal Society of medicine*. 75,5,348-356, 1981.

CASTELLETTI, C. H. M., SANTOS, A. M. M., TABARELLI, M., SILVA, J. M. C. *Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar*. In I. R. LEAL, M. TABARELLI, J. M. C. DASILVA (Eds.), e conservação da caatinga. (pp. 13-17) Recife, Ed. Universitaria da UFPE. 2013.

CHITTKA, L. *The colour hexagon: a chromaticity diagram based on photoreceptor excitations as a generalized representation of colour opponency*. *Journal of Comparative Physiology A*, 170, 533-543, 1992.

CHITTKA, L.; MENZEL, R. The evolutionary adaptations of flower colors and the insect pollinators' color vision. *Journal of Comparative Physiology A*, 171, 2, 171-181, 1992.

CORBET, S. A.; WILLIAMS, I. H., OSBORNE, J. L.; Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European community. *Bee Journal*, 72, 2, 47-59, 1991.

- ENDLER, J. A., MCLELLAN, T. *The processes of evolution: Toward a newer synthesis*. Annual Review of Ecology, 19, 395-421, 1988.
- MACHADO, I. C., LOPES, A. V. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em caatinga. In I. R. LEAL, M. TABARELLI, J. M. C. DASILVA (Eds.), *Ecologia e conservação da caatinga*. (pp. 515 -564) Recife, Ed. Universitaria da UFPE. 2003.
- MACHADO, I. C., LOPES, A. V., SAZIMA, M. Plant sexual systems and a review of the breeding system studies in the caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Annals of Botany*, 97, 2, 277-287, 2006.
- MAIA, R., ELIASON C. M., BITTON P. -P., DOUCET S. M. and SHAWKEY M. D. *pavo*: an R Package for the analysis, visualization and organization of spectral data. *Methods in Ecology and Evolution*, 4, 10, 609-613, 2013.
- OSORIO, D. VOROBYEV, M. Colour vision as an adaptation to frugivory in primates. *Proceeding of the Royal Society B, London*, 263, 593-599, 1996.
- PEITSCH, D.; FIETZ, A.; HERTEL, H.; SOUZA, J.; VENTURA, D. F.; MENZEL, R. The spectral input systems of hymenopteran insects and their receptor-based colour vision. *Journal of Comparative Physiology A*; 170, 23-40, 1992.
- PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In I. R. LEAL, M. TABARELLI, J. M. C. DASILVA (Eds.), *Ecologia e conservação da caatinga*. (pp.21-73) Recife, Ed. Universitaria da UFPE. 2003.
- RIZZINI, C. T. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. Âmbito cultural Ltda, Rio de Janeiro, RJ. 1997.
- SCHAEFER H. M., SCHAEFER, V., LEVEY, D. J. How plant-animal interactions signal new insights in communication. *Trends in Ecology and Evolution*, 19, 11, 577-584, 2004.
- WILMER, P. *Pollination and floral ecology*. Princeton university press, Princeton, NJ. 2011.