



PADRÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DAS FLORESTAS COM BAMBU (*GUADUA SPP.*) NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA, DETECTADOS ATRAVÉS DE IMAGEM DE SATÉLITE.

Freitas Junior, J.L. ¹

Silveira, M. ¹

1 - Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Campus Universitário Reitor Áulio Gélvio Alves de Souza - Rodovia BR 364, Km 04, nº 6637-Distrito Industrial Caixa Postal 500 Cep: 69915 - 900 Rio Branco - Acre, Telefone: 68 8423 5759-biojoao04@gmail.com

INTRODUÇÃO

As florestas abertas com bambu do gênero *Guadua*, “Pacales” no Peru e “Tabocais” no Acre são incomuns na Amazônia, mas no sudoeste da bacia, cobrem áreas extensas, cobrindo uma área de 180.000 km², incluindo uma pequena porção do sudoeste do Estado do Amazonas, aproximadamente 40% do Estado do Acre e uma parte do sul da Amazônia peruana e norte da Amazônia boliviana.

Nas últimas décadas o uso de ferramentas como sensoriamento remoto-em particular, imagens do satélite Landsat com seu sensor Thematic Mapper (TM), sistema de informações geográficas e estatística espacial tem sido eficaz no mapeamento de padrões espaciais em grande escala (Richards 1986, Levin 1992), na identificação e monitoramento de tipologias florestais (Goodchild 1994, Ravan & Roy 1997), perturbações naturais nas florestas (Nelson 1994), mudanças fenológicas (Reed *et al.*, 1994), e no mapeamento dos padrões de diversidade (Lauver 1997, Tuomisto 1998), mas questões ecologicamente importantes, como por exemplo, a natureza das bordas e os limites geográficos entre os sistemas, nem sempre são aparentes.

As manchas contendo bambu maduro são uma das poucas formações florestais amazônicas reconhecidas facilmente a partir das imagens Landsat (Nelson 1994), pois a densa folhagem do bambu reflete o infra - vermelho próximo e médio (bandas TM4 e TM5) mais que outras espécies. Esse fato permite sua distinção no mosaico de manchas que formam a paisagem regional, sendo possível distinguir entre manchas de floresta com bambu e sem bambu, assim como seus limites, embora tais bordas se tornem indistintas nos primeiros anos de recuperação do bambu, após um evento de mortalidade sincronizada.

O bambu que é uma planta pertencente à família Poaceae, sendo um componente típico das florestas tropicais e subtropicais (Calderón; Soderstrom, 1980) apresentam um longo período vegetativo, entre 20 e 60 anos, culminando

na etapa de reprodução sexuada com elevada produção de sementes e mortalidade maciça da população (Jansen, 1976) e a sua influência sobre a vegetação tem despertado o interesse de pesquisadores, tornando - se alvo de vários estudos sobre a ecologia dessas florestas na última década (e.g. Miranda *et al.*, 2002, Nelson 1994, Nelson & Irmão 1998, Nelson *et al.*, 2001, Nelson *et al.*, 002, Nelson & Bianchini 2005, Oliveira 2000, Silveira 1999, Silveira 2000, Silveira 2001a, b, Silveira 2005, Smith 2000).

Desta maneira o conhecimento da ocorrência, aspectos populacionais e dos padrões espaciais e temporais dos eventos de mortalidade de bambus é de fundamental importância quando se considera o potencial de uso das espécies e a escassez de informações sobre sua dinâmica.

OBJETIVOS

Assim, este trabalho teve por objetivos mapear a ocorrência e a dinâmica de mortalidade de espécies de bambu do gênero *Guadua* nas florestas do leste do Estado do Acre.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Mapeamento da ocorrência de florestas abertas com bambu

A ocorrência de bambu nas florestas da região leste do Acre foi mapeada com base no uso de imagens Landsat TM copiadas e processadas pelo Dr. Bruce Nelson, respectivamente, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). As cenas contíguas de imagens de satélite abrangem uma série temporal de 20 anos (1985 - 2005). Para a localização de uma maior quantidade de manchas foram utilizadas ainda imagens MODIS (2001 - 2005, bandas 6 - 2 - 1, rgb) e Landsat Geocover (1990 - 2000).

O processamento das imagens consistiu na redução da resolução das mesmas para 120m, através da qual os arquivos ficaram 16 vezes menores. As cenas foram georreferenciadas e salvas em formato geotiff de 24 bits.

A ocorrência das florestas com bambu no leste do Acre foi mapeada em um raio de 50 km nos municípios de Assis Brasil, Brasiléia, Xapuri, Acrelândia, Porto Acre, Rio Branco, Bujari, Sena Madureira e Manuel Urbano.

As florestas abertas com bambu são uma das poucas formações florestais amazônicas identificadas pelo sensor remoto, pois a densa folhagem do bambu reflete o infravermelho próximo e médio nas imagens Landsat mais que outras espécies e o padrão de ocupação de clareiras na floresta pelo bambu conferem uma relativa uniformidade no espectro da composição.

2.2 Mapeamentos da mortalidade de bambus nas florestas abertas

Através de variações na radiância espectral das imagens, é possível distinguir, não apenas entre manchas de floresta com bambu e sem bambu, mas também manchas de floresta com bambu vivo e com bambu morto.

Para mapear eventos de mortalidade de bambus nas florestas abertas da região foram utilizadas seqüências anuais de imagens do sensor remoto: Landsat para o período de 1985 a 2005, totalizando 20 anos de cobertura, MODIS para o período de 2001 a 2005 e Landsat Geocover para o período de 1990 e 2000.

Tendo como base as imagens de satélite e o shape com os limites políticos dos municípios de Assis Brasil, Brasiléia, Xapuri, Porto Acre, Rio Branco, Bujari, Sena Madureira e Manoel Urbano, para cada um deles foi produzido um mapa temporal dos eventos de mortalidade, num raio de 50 km, com indicações sobre os anos de ocorrência dos eventos. As espécies de *Guadua* observadas foram identificadas por especialista no grupo, e na maioria dos casos, vegetativamente no campo.

Por estarem dentro do raio de 50 km dos municípios localizados na região de fronteira (Assis Brasil, Brasiléia, Porto Acre, Sena Madureira e Manuel Urbano), áreas nos Departamentos de Pando, na Bolívia e de Madre de Dios, no Peru, e nos Estados de Rondônia e Amazonas também foram incluídas nos mapas.

RESULTADOS

Ocorrência

O mapeamento da ocorrência de florestas abertas com bambus arborescentes do gênero *Guadua* indica que a leste do Acre existem aproximadamente 2 milhões de hectares com esse tipo de vegetação, sendo pouco mais de 50% concentrado nos municípios de Manoel Urbano, Xapuri e Assis Brasil, enquanto em Brasiléia, Acrelândia e Porto Acre apresentaram uma ocorrência pouco expressiva. Em função da ocupação populacional, as manchas de floresta com bambu nos municípios de Rio Branco, Bujari e Porto Acre, estão restritas a fragmentos florestais, enquanto que em Assis Brasil, Manoel Urbano, Sena Madureira e Xapuri, as manchas ocorrem em grandes polígonos onde predominam florestas contínuas.

Mortalidade

O mapeamento da mortalidade de bambu nas florestas abertas da região leste do Acre indica que esse evento ocorreu em todos os municípios investigados, sendo que os de maior impacto ocorreram em Assis Brasil em 1994, em Xapuri entre 1984 e 1986 e em Sena Madureira e Manuel Urbano em 1988.

O ciclo de vida varia entre as espécies de bambu, porém, baseado num ciclo aproximado de 30 anos para *Guadua weberbaueri* (Silveira, 1999) percebe-se que as grandes manchas de floresta com bambu presentes na região de Assis Brasil, Xapuri, Sena Madureira e Manoel Urbano ainda estão em franco processo de crescimento.

O mapeamento também revelou que os eventos de mortalidade de populações distintas ocorreram de forma contagiosa no espaço e no tempo, sendo alta a probabilidade de uma população reproduzir e morrer, em um determinado ano se as populações vizinhas reproduziram e morreram num intervalo próximo daquele ano, demonstrando que todas as populações próximas de um determinado ponto no mapa podem morrer em um período de poucos anos.

Durante este trabalho dois eventos de mortalidade foram documentados. Em Acrelândia, *Guadua sarcocarpa* apresentou mortalidade maciça e na fronteira do Acre com o Amazonas, *Guadua angustifolia* apresentou mortalidade esporádica em algumas áreas localizadas ao longo do Rio Purus, onde os colmos estavam com os ramos perdendo as folhas. Nessa área foram coletadas amostras de cariópses para posterior identificação pela especialista colombiana, Ximena Londoño.

A produção, dispersão, germinação e estabelecimento das cariópses é uma condição única para a sobrevivência da espécie. No entanto, o fogo decorrente da seca severa de 2005, causou a mortalidade de plântulas de *G. angustifolia* que estavam em processo de estabelecimento. Como as florestas queimadas são mais susceptíveis ao fogo recorrente, eventuais plântulas sobreviventes ainda foram afetadas em 2006. A ocorrência de fogos florestais de forma sincronizada com a dispersão das cariópses é uma situação preocupante uma vez que pode provocar a extinção local de algumas populações de bambu.

CONCLUSÃO

A paisagem no sudoeste da Amazônia é formada por um mosaico vegetacional onde predomina a floresta aberta com bambu arborescente do gênero *Guadua*, estando presente em cinco das onze tipologias florestais que formam a cobertura vegetal do estado, mais pode ser encontrada com maior frequência em associação com a floresta com palmeiras.

Padrões espaciais e temporais mostram que há sincronismo nos eventos de estabelecimento e mortalidade em grandes “manchas” de floresta no sudoeste da Amazônia. A determinação a nível específico pode mostrar pequenas variações no estabelecimento das diferentes populações de *Guadua* que, mesmo em intervalos pequenos podem alterar de forma significativa à dinâmica sucessional de outras espécies botânicas. Assim o mapeamento das manchas de vegetação e a identificação dos limites de sua distribuição contribuem para o reconhecimento dos padrões espaciais e

temporais da floresta, permitindo relacionar mudanças em determinadas escalas, com padrões detectados em outras.

REFERÊNCIAS

Goodchild, M.F. (1994) . Integrating GIS and remote sensing for vegetation analysis and modelling: methodological issues. *Journal of Vegetation Science*, **5**: 615 - 626.

Calderon, C.E.; Soderstrom, T.R. The genera Bambusoideae (poaceae) of the American continent: keys and comments. Smithsonian Contributions to Botany, Washington, n. 44, p.1 - 27, 1980.

Jansen, D. H. Why bamboos wait so long to flower? *Annual Review of Ecology and Systematics*, Palo Alto, v. **7**: p. 347 - 391, 1976.

Lauver, C.L. (1997) . Mapping species diversity patterns in the Kansas shortgrass region by integrating remote sensing and vegetation analysis. *Journal of Vegetation Sciences* , **8**: 387 - 394.

Levin, S.A. (1992) . The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, **73**: 1943 - 1967

Miranda, I.; Oliveira, Á. C.A.; Silveira, M.; Smith, M.; Vidalenc, D.; Nelson, B. W. 2002. Spatial and temporal dynamics of bamboo - dominated forests in the southwest Amazon. In: 45TH SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR VEGETATION SCIENCE (IAVS), 2002, Porto Alegre. Proceedings of 45th Symposium of the International Association for Vegetation Science (IAVS).

Nelson, B.W. 1994. Natural forest disturbance and change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing Reviews*, **10**: 105 - 125.

Nelson, B.W. & Irmão, M.N. 1998. Fire penetration in standing Amazon forest. In: NINETH BRAZILIAN REMOTE SENSING SYMPOSIUM. Santos, SP, Brazil, 11 - 18, September, 1998. Proceedings Ninth Brazilian Remote Sensing Symposium, INPE, São José dos Campos, pp. 1 - 12 .

Nelson, B.W., Oliveira, A.C.A., Batista, G.T., Vidalenc, D. & Silveira, M. 2001. Modeling biomass of forests in the southwest Amazon by polar ordination of Landsat TM. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.

Nelson, B. W.; Oliveira, Á. C. A.; Silveira, M.; Smith, M.; Vidalenc, D.; Miranda, I.; Kaliola, R.

2002. Bamboo - dominated forests of the southwest Amazon. In: 2a CONFERÊNCIA DO LBA, Manaus, 2002. Resumos da 2a Conferência do LBA.

Nelson, B.W & Bianchini, M.C. 2005. Complete life cycle of southwest Amazon bamboos (*Guadua spp.*) detected with orbital optical sensors. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Goiânia, Brasil, 16 - 21 abril 2005. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, p. 1629 - 1636.

Oliveira, A.C.A. 2000. Efeitos do bambu *Guadua weberbaueri* Pilger sobre a fisionomia e estrutura de uma floresta no sudoeste da Amazônia. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 84p.

Richards, J.A. (1986) . Remote sensing digital image analysis, an introduction. Springer, Berlin.

Silveira, M. 1999. Ecological aspects of bamboo - dominated forest in southwestern Amazonia: na ethnoscience perspective. *Ecotropica*, v. **5**, p. 213 - 216.

Silveira, M. 2000. História de vida de *Guadua spp.* (Poaceae: Bambusoideae) e a dinâmica florestal: conhecimento popular, imagem de satélite e observações de campo no sudoeste da Amazônia. In: 51º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 2000, Brasília. Anais do 51º Congresso Nacional de Botânica.

Silveira, M. 2001a. Diversidade arbórea em uma floresta aberta com bambu no Estado do Acre. In: V CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2001, Porto Alegre. Resumos do V Congresso de Ecologia do Brasil.

Silveira, M. 2001b. Taxas de mortalidade arbórea em florestas no Estado do Acre. In: V CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2001, Porto Alegre. 2001. Resumos do V Congresso de Ecologia do Brasil.

Silveira, M. A floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas. Rio Branco, EDIUFAC, 2005. 153p.

Smith, M. 2000. Efeito de perturbações sobre a abundância, biomassa e arquitetura de *Guadua weberbaueri* Pilg. (Poaceae - Bambusoideae) em uma floresta dominada por bambu no Sudoeste da Amazônia. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 79p.

Tuomisto, H. (1998) . What satellite imagery and large - scale field studies can tell about biodiversity patterns in Amazonian forests. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **85**: 48 - 72.