

MAPEAMENTO E DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES EM FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS: ESTUDO DE CASO EM MANAUS-AM.

JEANDRIA PICANÇO¹ e ANDRÉ LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA²

¹ Eng. Ftal. Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus-AM, jeandria.picanco@gmail.com;

²Dr. Prof. do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus - AM, andremendonca@ufam.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
07 a 10 de Outubro de 2024

RESUMO: Este trabalho buscou aplicar técnicas de sensoriamento remoto, especialmente algoritmos de detecção automática, para evidenciar como ocorrem alterações na paisagem em fragmentos florestais urbanos, considerando a cidade de Manaus – AM. Para tal foram efetuados voos aerofotogramétricos com aeronaves remotamente pilotadas (ARP's) de baixo custo e monitorados quatro pequenos fragmentos de floresta na cidade, com alta pressão antrópica ao redor, em dois meses distintos, com intervalo mínimo de 30 dias entre dois voos no mesmo fragmento e máximo de 90 dias. Após tratamento e identificação de feições, foram aplicados algoritmos de detecção automática de mudanças em cada um dos fragmentos analisados com resultados comparados com visitas à campo e análise visual das imagens.. Os resultados permitiram notar que a automatização do processo equivale a análise visual para imagens de alta resolução e também possibilitaram avaliar que mudanças nestes fragmentos ocorrem de forma lenta e gradual, começando pela derrubada de árvores e arbustos nas bordas destes fragmentos. Em alguns casos os fragmentos vão gradualmente sendo incorporados aos “quintais” de pessoas ao redor e em outros casos há incorporação de resíduos sólidos nestas bordas.

PALAVRAS-CHAVE: Aerofotogrametria com ARP, Desmatamento urbano, Fragmentação florestal urbana.

CHANGING MAPPING AND DETECTION IN URBAN FOREST FRAGMENTS: CASE STUDY IN MANAUS-AM

ABSTRACT: This study aimed to apply remote sensing techniques, especially automatic detection algorithms, to demonstrate how changes occur in the landscape in urban forest fragments, considering the city of Manaus - AM. For this purpose, our team carried out low-cost aerial photogrammetric flights with remotely piloted aircraft (RPA's) in four small forest fragments, with high anthropic pressure around them, in two different months, with a minimum interval of 30 days between two flights in the same fragment and a maximum of 90 days. After processing and identifying features, we applied automatic change detection algorithms to each of the fragments analyzed, with results compared with field measures and visual analysis of the images. The results allowed us to note that the automation of the process is equivalent to visual analysis for high-resolution images and also made it possible to assess that changes in these fragments occur slowly and gradually, starting with the felling of trees and shrubs on the edges of these fragments. In some cases, people gradually incorporate the fragments into their “backyards” while in other ones solid waste is incorporated into these edges.

KEYWORDS: RPA aerophotogrammetry, urban deforestation, Urban Forest Fragmentation

INTRODUÇÃO

A prática do Sensoriamento Remoto consiste na obtenção de dados ópticos de elementos naturais da Terra ou de seu entorno, por meio de sensores posicionados em plataformas distantes que capturam e convertem a radiação eletromagnética, seja ela emitida ou refletida pelo objeto alvo, em sinais passíveis de processamento para geração de imagens (Slater, 1980; Novo, 1989). A proliferação de imagens de alta precisão espacial, espectral e radiométrica tem sido fundamental para a identificação mais detalhada de componentes urbanos individuais, como residências e estruturas arbóreas (Azevedo, 2014), enriquecendo a análise do espaço urbano. Contudo, tal avanço apresenta complexidades metodológicas pertinentes, especialmente na correta aplicação dessas tecnologias para monitorar o uso e cobertura do solo e suas alterações, o que implica considerações acerca das particularidades do contexto urbano - especialmente o caráter dinâmico das mudanças - e das características das imagens, frente à atual abundância de dados de elevada resolução.

A identificação de transformações na superfície terrestre através do Sensoriamento Remoto é fundamentada na detecção de variações capturadas em imagens sequenciais ao longo do tempo. As modificações na superfície terrestre afetam a radiância detectada pelos sensores orbitais (Singh, 1989), permitindo que o método mais elementar para identificar essas mudanças seja a inspeção visual das imagens, embora essa técnica exija experiência e discernimento do analista (Canty, 2007). A metodologia de detecção de mudanças é estruturada em três etapas principais: tratamento prévio dos dados, seleção do método de detecção de mudanças e aferição da precisão do processo. Este método pode ser subdividido em componentes como a imagem tratada, a unidade de análise, o método de confrontação e, finalmente, o mapa de alterações, pronto para interpretação e análise da precisão (Tewkesbury *et al.* 2015).

As degradações em fragmentos florestais em zonas urbanas podem provocar consequências nefastas para o ambiente e para os ecossistemas em geral, incluindo fauna, flora e resiliência dos ambientes, assim como aumentar efeitos de borda e tornar pior a qualidade de vida da população do entorno, e a negligência na compreensão dessas alterações tem perpetuado tais impactos. A utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) surge como uma opção econômica para a obtenção de imagens detalhadas e tem sido eficaz no acompanhamento do avanço de questões ambientais urbanas, como o desmatamento e a ocupação irregular. Neste contexto, os algoritmos de detecção automática não só permitem a avaliação das mudanças, mas também possibilitam a comunicação imediata e os alertas sobre mudanças significativas e prejudiciais na paisagem terrestre.

Assim, este estudo visa analisar 4 fragmentos florestais urbanos em Manaus - AM, quanto a alterações em suas áreas e entornos e demonstrar o uso de algoritmos de detecção automática aplicados a imagens aerofotogramétricas a partir de ARP, com muito alta resolução espacial, com foco na identificação de ações antrópicas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde a 4 áreas florestadas na cidade de Manaus - AM (figura 1). Estas áreas foram objetos de voos aerofotogramétricos utilizando ARP Phantom 4 pro (quadróptero) em duas datas diferentes cada (quadro 1). A metodologia deste trabalho segue o seguinte fluxo de procedimentos: a) Escolha das áreas de estudo e dos algoritmos a serem avaliados; b) Obtenção de imagens, Pré-processamento, e processamento por algoritmo do tipo SFM (estrutura a partir de movimento) (Fonstad *et al.* 2013) de ortofotomosaicos; c) Definição e obtenção de “verdades de campo” por análises visuais e por visitas nas áreas, com vetorização de elementos em SIG; d) Análise da aplicabilidade para quantificação de desmatamento urbana por meio da análise qualitativa de resultados preliminares usando o algoritmo MAD (MultiAlterationDetector - disponível em orfeo-toolbox.org); e) Comparação pontual (distâncias) e de área (Índice de similaridade de Jaccard) entre os dados gerados pelos algoritmos e a verdade de campo e análise visual; f) Quantificação de áreas modificadas por meio do cálculo de áreas de polígonos

Figura 1: Localização das Áreas de Estudo

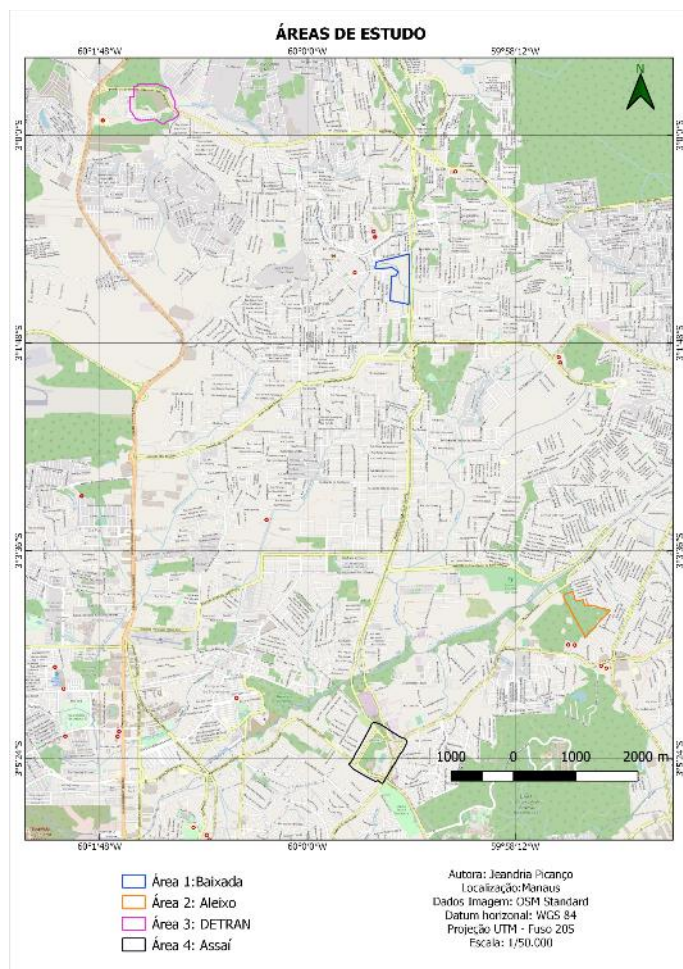


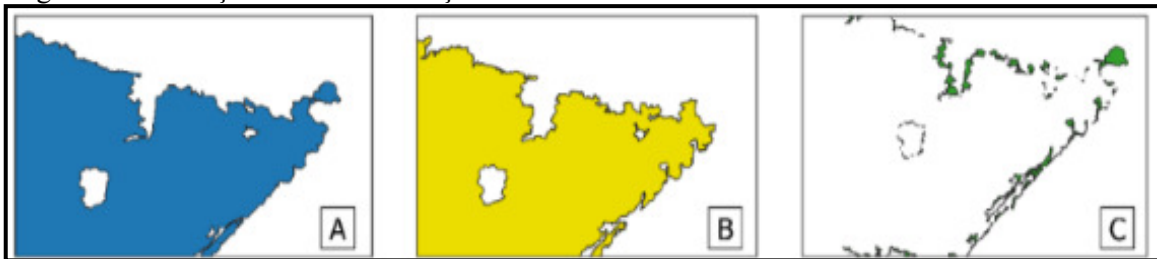
Tabela 1: Datas dos levantamentos das áreas e voos por ARP

Área	Data do Levantamento do voo 1	Data do Levantamento do voo 2	Data de ida à campo para conferência
Área 1	28/05	01/07	08/07
Área 2	24/06	31/07	07/08
Área 3	26/06	02/08	09/08
Área 4	29/06	31/07	08/08

RESULTADOS E DISCUSSÃO

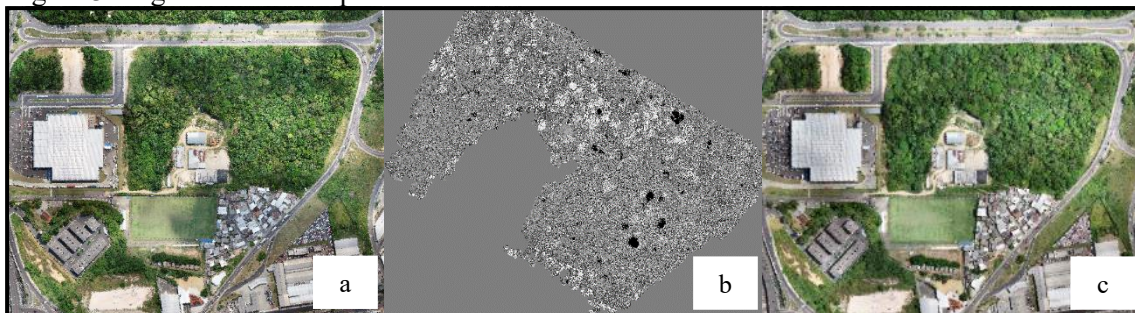
Pelos resultados obtidos, observa-se que é possível obter pequenas diferenças nas áreas de bordas do fragmento, como na área 2 (Figura 2) por meio da análise manual das imagens, como é o esperado para as degradações neste tipo de ambiente, sob intensa pressão. Com a utilização do algoritmo MAD (Figura 3) é possível detalhar também o detalhamento de atividades, como na “limpeza” de quintais, considerando o limite de áreas privadas com as áreas dos fragmentos (figura 4). O algoritmo também consegue detectar questões que passaram despercebidas pela análise visual, como mudanças em folhagens - que não são consideradas como degradação, mas sim mudanças fenotípicas, naturais de indivíduos arbóreos e palmeiras (Figura 5).

Figura 2: Diferença entre as vetorizações dos voos 1 e 2 da área 2.



A= polígono de fragmento do voo1; B= Polígono de fragmento do voo 2; C= diferença de borda.

Figura 3: Algoritmo MAD aplicado na área 4



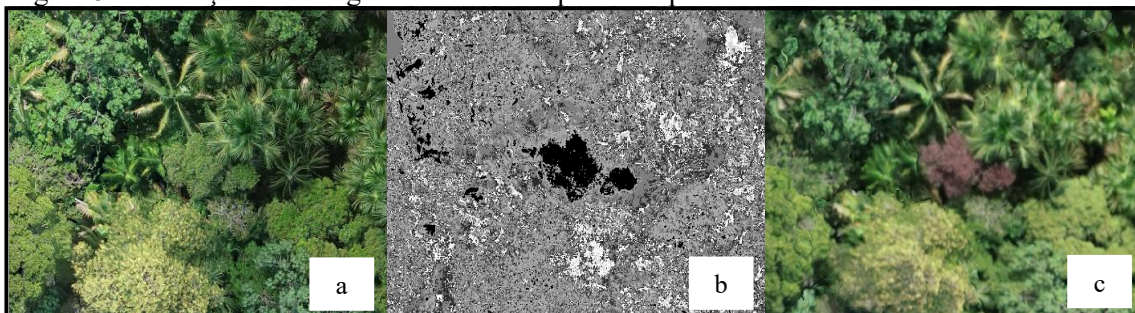
a= ortofoto referente ao mês junho ; b= Classificação do Algoritmo MAD OTB; c= ortofoto referente ao mês julho.

Figura 4: Comparação entre as imagens de entrada e o resultado do algoritmo MAD



a= área 3 imagem 02/08; b= área 3 imagem de 26/06; c= imagem alteração (algoritmo MAD)
c= imagem datada de julho do mesmo ano.

Figura 5: Mudanças na folhagem das árvores apontadas pelo MAD



a=área 4- 29/06; b= raster resultante do algoritmo MAD;
c= área 4 - 31/07.

Os resultados permitem observar ocorrências de omissão - quando não são detectadas mudanças usando o algoritmo - e comissão - quando são apontadas mudanças que não puderam ser detectadas na imagem e nem em campo. Os resultados gerais de detecção de degradação são dados pelo índice de

similaridade de polígonos, obtido a partir da verdade de campo com a combinação análise visual e idas à campo (quadro 2). É possível observar que em alguns casos os percentuais são menores, quando ocorreram mudanças que não são degradação, ou causadas por alterações naturais, ou causadas por erros na geometria das imagens e sua qualidade visual/posicional.

No quadro 3 é possível observar a consolidação dos dados de áreas modificadas nos sítios de estudo, de forma que é possível quantificar áreas significativas alteradas na região urbana, contribuindo para degradação e destruição dos fragmentos, efeito de borda e perturbações na fauna e flora urbanas de Manaus.

Tabela 2. Similaridade de Jaccard para o algoritmo MAD

Sítio	Valor	Percentual aproximado de acurácia
1	0,51387929	51.4%
2	0,669137	66.9%
3	0,86848588	86.8%
4	0,48499203	48.5%
Média	0,63412355	63.4%

Tabela 3. Áreas correspondente à potenciais modificações por sítio de estudo

Sítio	Área total do fragmento m ²	Área identificada como degradação m ²	Percentual degradado quantificado no período
1	281053.62	3147.041	1.12%
2	142246.10	2434.132	1.71%
3	95848.02	2969.659	3.10%
4	76048.61	963.904	1.27%
	Média		1.80

CONCLUSÃO

Desmatamentos urbanos nas áreas mapeadas ocorrem em pequeno porte, de forma gradual, e mesmo períodos pequenos de monitoramento conseguem demonstrar a perturbação de até 3% de um fragmento urbano. O uso de ortofotomosaicos permite a detecção de degradação de pequeno porte, sendo que no presente estudo a maior quantidade foi 3.147m² de área com modificações, em menos de 60 dias.

Os algoritmos de detecção utilizados permitem o apoio à verificação de todo tipo de modificações em campo, desde alterações fenotípicas até pequenas introduções e modificações de cobertura e uso do solo no ambiente urbano.

É possível utilizar o método como ferramenta de monitoramento de órgãos municipais, de forma a ter controle sobre a supressão de árvores e desmatamento e degradação ilegais.

AGRADECIMENTOS

A FAPEAM pelo financiamento do projeto e UFAM pelas bolsas concedidas em PIBIC.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, Samara Calçado. Detecção e remoção automática dos efeitos das sombras de áreas urbanas em imagens multiespectrais com alta resolução espacial. 2018. Tese (Doutoranda em Ciências Cartográficas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), [S. l.], 2018.
- Canty, M. J. Image analysis, classification and change detection in remote sensing. Boca Raton. FL: CRC Press, 2007.
- Fonstad, M. A.; Dietrich, J. T.; Courville, B. C.; Jensen, J. L. & Carbonneau, P. E. Topographic structure from motion: a new development in photogrammetric measurement. Earth Surface Processes and Landforms, v. 38, n.4, p. 421-430, 2013.
- Novo, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo. 1998.
- Singh, A. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. International Journal of Remote Sensing, v. 10, n. 6, 1989.



Slater, P. N. Remote Sensing, Optics and Optical Systems. Boston (MA): Addison-Wesley Pub. Co., 1980, 575 p.

Tewkesbury, A.P., Comber, A.J., Tate, N.J., Lamb A., Fisher, P.F. A critical synthesis of remotely sensed optical image change detection techniques. Remote Sensing of Environment. 2015 Apr 1;160:1-4.