

Helder de B. Guimarães¹

Ricardo A. P. Braga²

Tiago H. de Oliveira²

Evolução da condição ambiental em fragmentos de mata atlântica na região metropolitana do Recife-PE

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar a evolução da condição ambiental de quatro fragmentos de Mata Atlântica tutelados ao Exército Brasileiro, localizados na Região Metropolitana do Recife, através da comparação espacial e temporal do Índice de Área Foliar (IAF), gerado a partir de imagens do satélite Landsat 5/TM, em períodos que variam de 18 a 21 anos. Antes de ficarem sob a responsabilidade do Exército, as áreas de estudo eram utilizadas no cultivo de cana-de-açúcar e capim para pecuária. Concluiu-se que o método de comparação utilizando-se o Índice de Área Foliar mostrou-se adequado, evidenciando uma melhora das condições ambientais dos fragmentos florestais das áreas pertencentes às Organizações Militares estudadas, com incremento de quase 100% em alguns casos. Esta tendência de melhora progressiva da condição ambiental se estabelece no sentido inverso do que vem ocorrendo na maioria das áreas florestais estudadas nas regiões metropolitanas. Esta constatação evidencia a necessidade de uma estratégia de conservação dessas áreas no futuro, reduzindo as pressões por mudança no uso do solo, geradas pelos atuais vetores de crescimento urbano e industrial.

Palavras-chave: política ambiental, regeneração natural, serviço ambiental

Evolution of the environmental status of the Atlantic forest fragments in the metropolitan area of Recife, Pernambuco, Brazil

ABSTRACT

This work had the objective to analyze the evolution of the environmental condition of four Atlantic Forest fragments under the protection of the Brazilian Army, located in the Metropolitan Region of Recife, Pernambuco, Brazil, by the spatial and temporal comparison of the Leaf Area Index (LAI), generated from Landsat 5/TM satellite images, in periods ranging from 18 to 21 years. Before being under the responsibility of the Army, the study areas were used for sugarcane and pasture grass cultivation. It was concluded that the comparison method using the Leaf Area Index was adequate, evidencing an improvement of the environmental conditions of the studied under the protection of the Military Organizations, with increments of almost 100% in some cases. This trend of progressive environmental condition improvement is established in the opposite direction of what is happening in most studied forested areas in metropolitan areas. This condition indicates the need of conservation strategies for these areas in the future, reducing the pressures for change in soil use, created by the current urban and industrial growth drivers.

Key words: environmental politic, natural regeneration, environmental services

¹ Ministério da Defesa, Exército Brasileiro, Centro de Preparação de Oficiais da Reserva do Recife, Avenida 17 de Agosto, 1020, Parnamirim, CEP 52050-340, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 3441-3970. E-mail: helder.prof@gmail.com

² Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, CEP 50740-530, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 2126-7216. Fax: (81) 2126-8219. E-mail: rbraga@hotmail.com.br; thdoliveira50@gmail.com

INTRODUÇÃO

No século XVI o bioma Mata Atlântica cobria grande parte da faixa litorânea do território brasileiro, indo do Rio Grande do Sul até o estado do Rio Grande do Norte, possuindo, ainda, encaves interioranos nos estados de Minas Gerais, Ceará e Piauí. Devastada no decorrer dos séculos, estima-se que restam apenas 7,6% da área original, representando cerca de 290 mil quilômetros quadrados do território nacional (Melo, 2006).

A Lei 11.428 (Brasil, 2006), conhecida como a Lei da Mata Atlântica, considera como integrantes deste bioma as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, os campos de altitude, os brejos interioranos e os encaves florestais do Nordeste.

A Mata Atlântica é considerada um *hot-spot* em termos de biodiversidade e de endemismo (Myers et al., 2000). Nas últimas três décadas, muitos estudos foram conduzidos na floresta atlântica, em sua maioria relativos à diversidade de sua fauna; entretanto, há relativamente pouca informação disponível sobre a sua estrutura e o funcionamento deste bioma (Vieira et al., 2008).

Os remanescentes florestais em áreas metropolitanas assumem relevância maior, uma vez que se encontram sob potencial ou real pressão de urbanização, como abertura de estradas, implantação de parques industriais, criação de novos loteamentos, construção de conjuntos habitacionais e ocupação urbana informal, tão típica dos chamados perímetros periurbanos. Os grandes maciços florestais transformaram-se em bairros residenciais, ou em raras exceções, em florestas urbanas, como ilhas de vegetação nativa (Braga, 2011).

A Região Metropolitana do Recife (RMR) possui 2.768,95 km² de área; deste total, apenas 8% é representada por uma cobertura vegetal de remanescente de Mata Atlântica, ou seja, 222,96 km² (CPRH, 2006). Nesta mesma região as áreas pertencentes ao Exército Brasileiro com cobertura vegetal de Mata Atlântica representam 76 km², correspondendo a 29% do total de área com cobertura remanescente deste bioma em toda RMR. Logo, quase um terço das áreas remanescentes de Mata Atlântica da RMR está tutelado ao Exército Brasileiro.

As áreas-objeto deste estudo foram selecionadas por possuírem características semelhantes, pois estão vinculadas a uma mesma instituição, representando uma parcela significativa dos remanescentes de Mata Atlântica na RMR e possuindo históricos de uso e ocupação do solo igual.

O Índice de Área Foliar (IAF, ou LAI Leaf Area Index) constitui um dos principais parâmetros biofísicos e estruturais da vegetação, sendo definido como a área foliar total por unidade de área do solo (m² m⁻²) (Carreire, 2005). A mesma autora comenta que para estimar a produtividade e a evapotranspiração, pesquisadores têm desenvolvido modelos de interface floresta-solo-atmosfera, nos quais o IAF é a principal variável descritora do dossel vegetal. Assim, este

índice poderia ser um indicador da condição ambiental da floresta.

Quanto à regeneração de área florestal, ela pode ser definida como a restauração da fitomassa na clareira florestal, à medida que o dossel alcança a maturidade, ou pode se referir ao reagrupamento da diversidade estrutural florística ao estado de clímax de autoperpetuação (Venturoli et al., 2007)

A regeneração florestal em áreas de pastagens abandonadas tem sido amplamente estudada na região da Floresta Amazônica, sendo a direção e velocidade do processo dependente de vários fatores, como o tempo de abandono, estado de degradação do solo, proximidade de fontes de propágulos e predação de sementes e plântulas (Silva Júnior et al., 2004).

Os principais meios de regeneração natural das espécies tropicais se dão através da chuva de sementes (sementes dispersadas recentemente), do banco de sementes do solo (sementes dormentes no solo), do banco de plântulas (plântulas estabelecidas e suprimidas no chão da floresta), e da formação de bosque (emissão rápida de brotos e/ou raízes provenientes de indivíduos danificados) (Garwood, 1989 apud Caldato et al., 1996). Segundo Rodrigues et al. (2004), a regeneração natural constitui um importante indicador de avaliação e monitoramento da restauração de ecossistemas degradados.

Este trabalho tem o objetivo de analisar a evolução da condição ambiental de quatro fragmentos de Mata Atlântica tutelados ao Exército Brasileiro localizados na Região Metropolitana do Recife, através da comparação espacial e temporal do Índice de Área Foliar (IAF) gerado a partir de imagens do satélite TM Landsat 5 em períodos que variam de 18 a 21 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

Foram alvos desta pesquisa quatro fragmentos de Mata Atlântica, que são utilizados pelo Exército Brasileiro para a realização de manobras militares. Um dos fragmentos está localizado em uma região rural e os demais estão inseridos na parte urbana da Região Metropolitana do Recife. As áreas estão sob a responsabilidade das seguintes Organizações Militares (OM): Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcanti (CIMNC), 4º Batalhão de Comunicações (4º BCom), 14º Batalhão de Infantaria Motorizado (14º BIMtz) e Complexo Militar do Curado (constituído pelo Comando Militar do Nordeste (CMNE), 4º Batalhão de Polícia do Exército (4º BPE) e 10º Esquadrão de Cavalaria Mecanizado (10º Esqd C Mec)).

Na Tabela 1 é apresentado um resumo dos dados relativos às áreas, aspectos, antiga destinação de uso do solo, localização e ano que passou à tutela do Exército.

Métodos utilizados

Foram utilizados dois métodos de análise da evolução da condição ambiental das áreas de estudo: a comparação entre

Tabela 1. Dados informativos sobre as áreas objetos de estudo**Table 1.** Informative data about the areas used as study objects

Organização Militar	Área (ha)	Antiga destinação do uso do solo	Localização	Quando passou à tutela do Exército
CIMNC	7.342,00	Engenhos de cana-de-açúcar	7°49'52" S 53°06'09" W	1944
4° BCom	173,53	Fazenda do Ministério da Agricultura destinada ao cultivo de capim	8°05'59" S 34°57'22" W	1965
14° BIMtz	401,40	Conjunto de pequenos sítios	8°05'34" S 35°00'18" W	1958
Complexo Militar do Curado	340,00	A propriedade pertencia ao Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Nordeste e destinava-se ao cultivo de cana-de-açúcar e capim	8°04'18" S 34°57'53" W	1972

Fonte: Exército Brasileiro (2009a; b; c; d).

fotografias de um mesmo lugar geradas em épocas diferentes; e a comparação dos IAFs das mesmas áreas, também obtidos a partir de imagens geradas com uma variação temporal de aproximadamente 20 anos.

Comparação por meio de fotografias locais

Obtiveram-se junto ao arquivo do CIMNC e do 4° BCom fotografias de fragmentos florestais datadas da época da implantação destas OMS que posteriormente foram comparadas com fotografias mais recentes das mesmas regiões, geradas pelos autores.

Sensoriamento remoto vegetação/termal

Com o objetivo de gerar mapas temáticos que possibilitassem identificar a evolução da condição ambiental das áreas de estudo, foram utilizadas imagens TM do satélite Landsat 5 referentes ao período de 1988 a 2010, adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de órbita e ponto 214/65-66. As passagens do satélite sobre as áreas de estudo ocorreram em 05 de junho de 1988, 28 de setembro de 1989, 07 de abril de 2007 e 06 de setembro de 2010. Deste modo foi obtido o Índice de Área Foliar (IAF) para as áreas de estudo, empregando-se a mesma metodologia utilizada por Silva et al. (2005), demonstrada através do fluxograma da Figura 1, em que foram desenvolvidos modelos através da ferramenta Model Maker do programa ERDAS Imagine 9.1. As quatro etapas deste processo são descritas a seguir:

Etapa 01. Radiância Espectral - a radiância espectral representa a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medida ao nível do satélite Landsat nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Para a banda 6, denominada banda termal, essa radiância representa a energia emitida por cada pixel. Assim, o conjunto da radiância monocromática de todas as sete bandas do TM - Landsat 5 foi obtido pela Eq. 1:

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

em que "a" e "b" são as radiâncias espectrais mínimas e máximas ($Wm^{-2}.sr^{-1}.m^{-1}$), ND é a intensidade do pixel (número inteiro compreendido entre 0 e 255) e i corresponde às bandas (1, 2, ... e 7) do satélite Landsat 5.

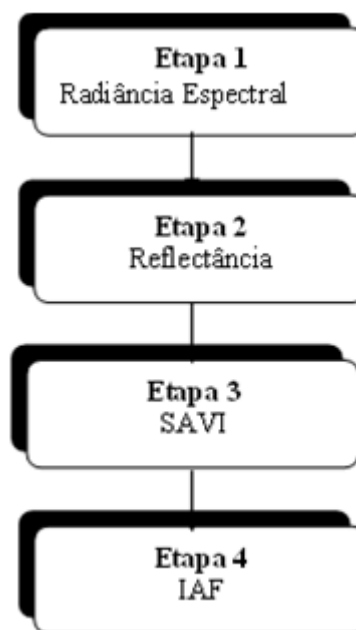


Figura 1. Fluxograma da metodologia adotada para a obtenção do Índice de Área Foliar

Figure 1. Flowchart of the methodology used to obtain the Leaf Area Index

• Etapa 02. Reflectância - esta pode ser definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação refletida e o fluxo de radiação incidente, que é obtida segundo a Eq. 2 (Allen et al., 2002):

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

em que L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda, k_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($Wm^{-2}.m^{-1}$), Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA).

• Etapa 03. SAVI - Heube (1988) apud Oliveira & Galvêncio (2008) propôs um índice de vegetação ajustado por solo (Soil adjusted Vegetation Index - SAVI), introduzindo-se um fator

no NDVI para incorporar o efeito da presença do solo, mantendo-se o valor do NDVI dentro de -1 a +1. Este índice é calculado pela Eq. 3:

$$SAVI = \frac{(1+L)(\rho_{IV} - \rho_V)}{(L + \rho_{IV} + \rho_V)} \quad (3)$$

em que ρ_{IV} e ρ_V correspondem, respectivamente, às bandas do infravermelho próximo e do vermelho e L é constante, cujo valor mais frequentemente usado é 0,5 (Accioly et al., 2002; Boegh et al., 2002; Silva et al., 2005).

• Etapa 04. IAF - o Índice de Área Foliar (IAF) é definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por ela. O IAF é um indicador da biomassa de cada pixel da imagem e foi computado pela Eq. 4, obtida por Allen et al. (2002):

$$IAF = - \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as áreas de estudo foram adquiridas ou cedidas ao Exército entre as décadas de 30 e 60 do século XX. Algumas, como a do 4º BCom e do Complexo Militar do Curado, pertenciam a instituições estatais de desenvolvimento agropecuário. Deste modo, foi identificado que nas suas origens, possuíam pequenas áreas utilizadas com monoculturas como a cana-de-açúcar e o capim para alimentação de gado. Quanto à existência de traços de vegetação de Mata Atlântica nestas áreas, os documentos analisados retratam apenas a existência de pequenos fragmentos que representavam não mais que 10% das áreas originais. No caso específico do CIMNC, Guimarães (2008)

citou a existência de 20 fragmentos de Mata Atlântica, sem precisar o seu tamanho.

Utilizando-se a comparação de fotografias, evidencia-se através das Figuras 2 e 3 a evolução de duas áreas-objeto deste estudo. Na Figura 2 observa-se a encosta de uma elevação no interior do 4º BCom, nas décadas de 1960 e de 2010. Percebe-se que houve uma grande transformação da tipologia arbórea desta área, pois passou de uma gramínea para um tipo arbustivo florestal.

Na Figura 3 identifica-se um corte de estrada na via privativa do CIMNC, no qual se pode verificar que uma vasta região de pasto, predominante na década de 1940, deu lugar a uma mata com árvores frondosas no ano de 2006.

Tomando-se como referência o IAF por sensoriamento remoto, foi possível fazer a comparação deste índice em diferentes datas de um mesmo local. Na Figura 4, identificam-se os IAFs da região do CIMNC para os anos de 1988 e 2007, ou seja, um intervalo de tempo de 19 anos. Observa-se que no ano de 2007 predominavam na imagem valores de índices com parâmetros entre 1,21 – 1,50. Por sua vez, no ano de 1988, esta mesma área apresentava-se com parâmetros na faixa de 0,81 – 1,00. Logo, constata-se que no decorrer dos anos houve um aumento da quantidade de área ocupada por uma vegetação mais densa. Por outro lado, constata-se nas mesmas imagens que a qualidade ambiental, representada pelo IAF, piorou nas áreas situadas no entorno do CIMNC.

O Complexo Militar do Curado é constituído por várias Organizações Militares, as quais foram implantadas em diferentes épocas. Analisando o conjunto das áreas constatamos um aumento do IAF (Tabela 2), pois, como observamos na Figura 5, num período de 18 anos houve um incremento deste índice, o qual passou de uma faixa de 0,61 – 0,80 para > 1,51. Entretanto, verifica-se a existência de uma área em que ocorreu a diminuição do IAF (indicado pela seta) na qual o índice passou de 0,81 – 1,00 para uma faixa de 0,00 – 0,10. Esta área diz respeito às instalações do 4º BPE, última OM a se instalar neste complexo.

Na Figura 6 é representado o IAF da área do 14º BIMtz e

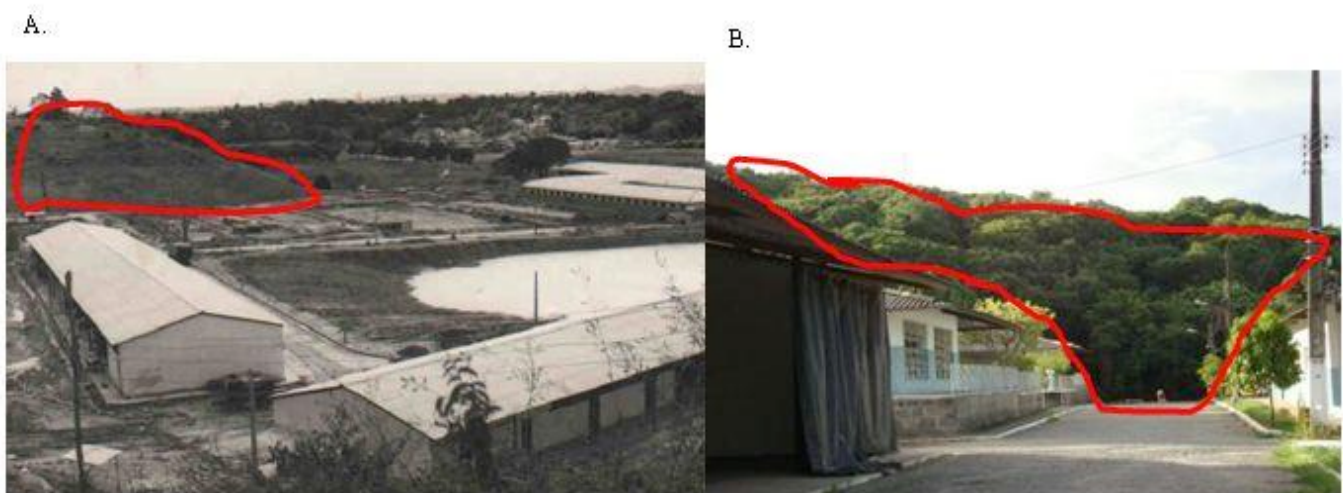


Figura 2. Elevação a leste de seção de manutenção do 4º Batalhão de Comunicação na década de 1960 (2A) e em 2010 (2B)

Figure 2. East elevation of the maintenance section of the 4º Batalhão de Comunicação in the 1960's decade (2A) and in 2010 (2B.)

Fonte: Figura 2A – Exército Brasileiro (2009b) e Figura 2B – Autores



Figura 3. (3A) – Estrada privativa do CIMNC em 1940. (3B) – Estrada privativa do CIMNC em 2006

Figure 3. (3A) – Private road of the CIMNC in 1940. (3B) – Private road of the CIMNC in 2006.

Fonte: Exército Brasileiro (2009c)

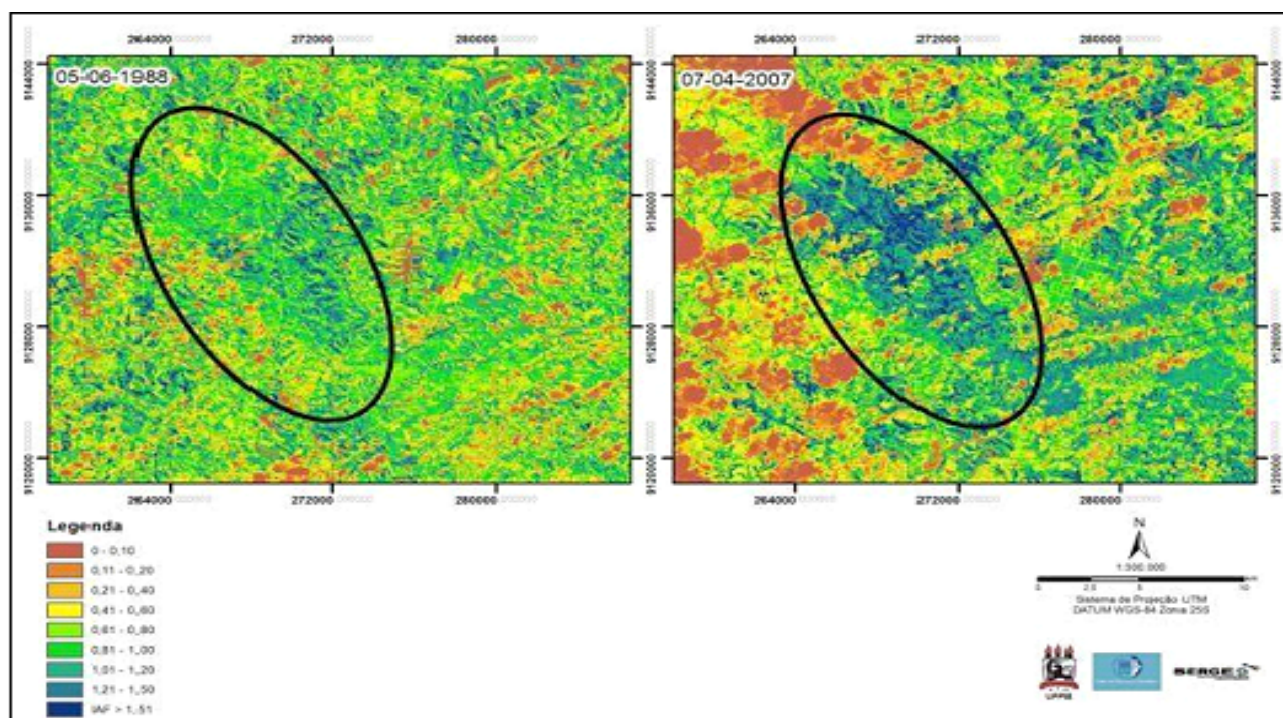


Figura 4. Índice de Área Foliar no Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcante nos anos de 1989 e 2007.

Figure 4. Leaf Area Index in Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcante in 1989 and 2007

Tabela 2. Condição ambiental, indicada pelo IAF, de fragmentos florestais sob a tutela do Exército Brasileiro na RMR – PE

Table 2. Environmental condition, indicated by LAI, of the forest fragments under the tutelage of the Brazilian Army in the metropolitan region of Pernambuco, Brazil

Organização Militar	Período analisado	IAFs predominantes		Condição da cobertura vegetal
		Inicial	Final	
CIMNC	1988 a 2007 (19 anos)	0,81 – 1,00	1,21 – 1,50	Melhorou
4º BCom	1989 a 2010 (21 anos)	0,61 – 1,00	> 1,51	Melhorou
14º BIMtz	1989 a 2010 (21 anos)	0,61 – 0,80	1,21 – 1,50	Melhorou
Complexo Militar do Curado	1989 a 2007 (18 anos)	0,61 – 0,80	> 1,51	Melhorou

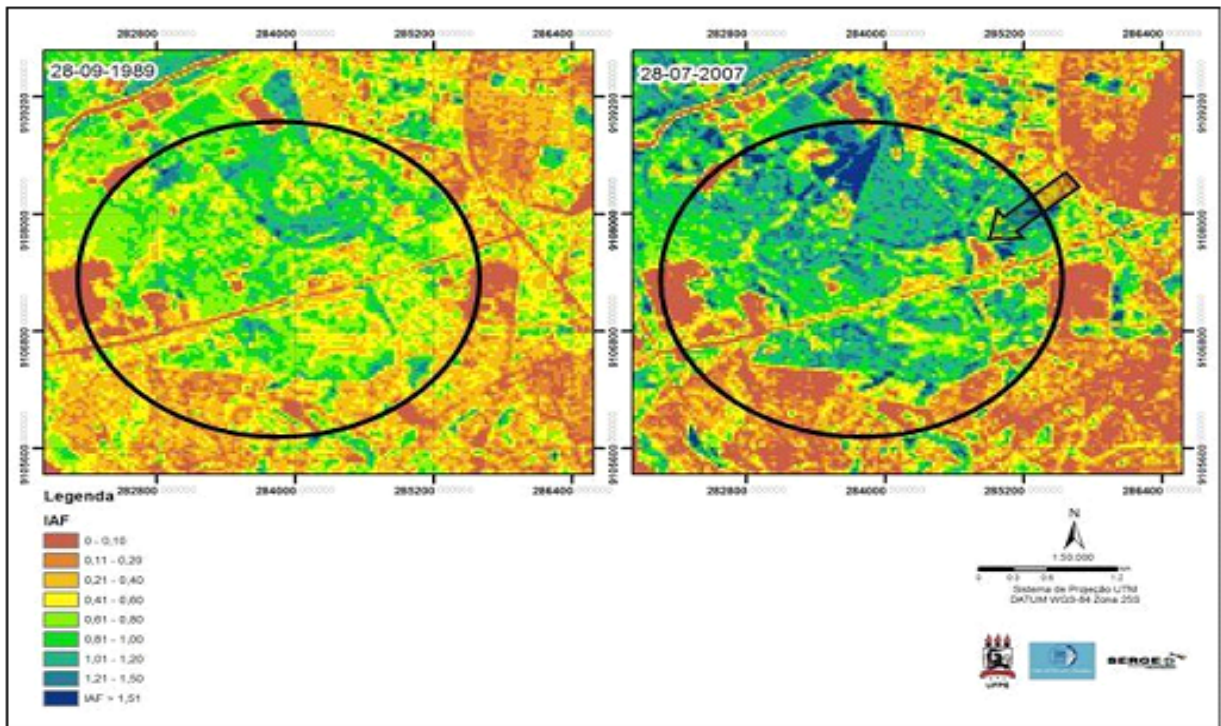


Figura 5. Índice de Área Foliar no Complexo Militar do Curado nos anos de 1989 e 2007

Figure 5. Leaf Area Index in Complexo Militar do Curado in 1989 and 2007

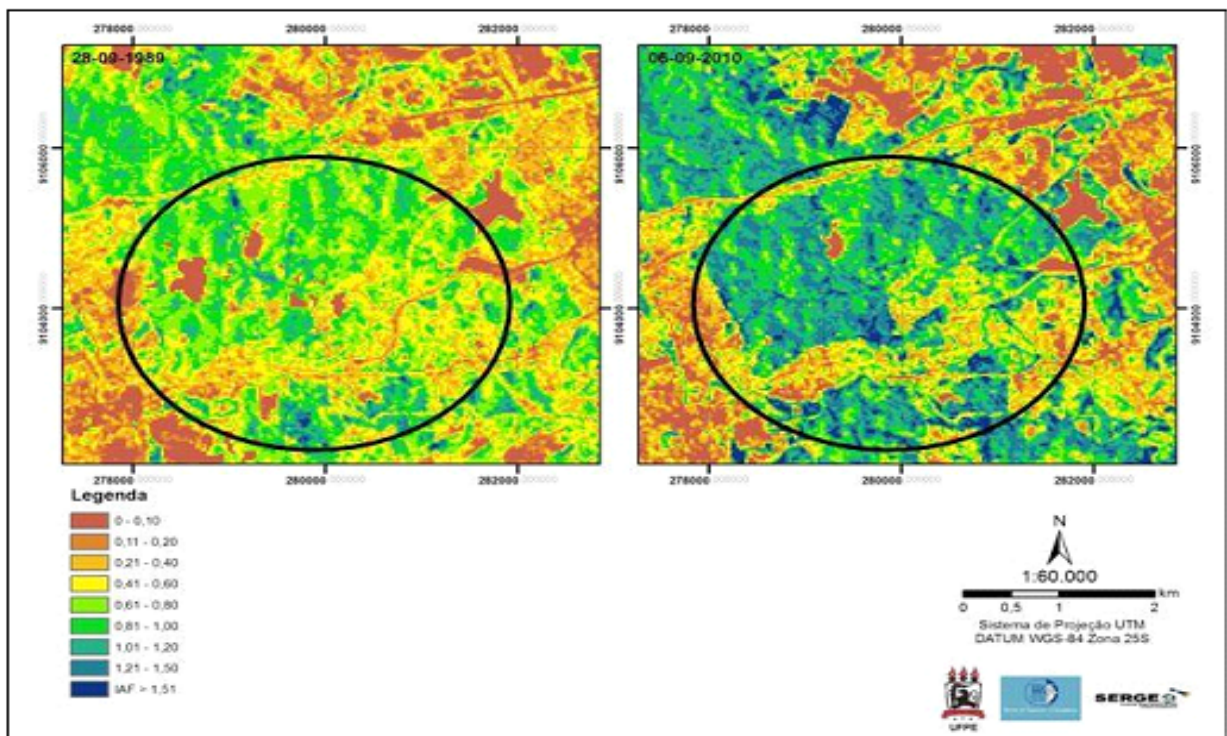


Figura 6. Índice de Área Foliar no 14º Batalhão de Infantaria Motorizado nos anos de 1989 e 2010

Figure 6. Leaf Area Index in 14º Batalhão de Infantaria Motorizado in 1989 and 2010

do seu entorno. Percebe-se que houve uma melhora significativa da área foliar neste objeto de estudo, pois ao compararmos dados de 1989 e 2010, houve um aumento da faixa predominante do IAF, de 0,61 – 0,80 para 1,21 – 1,50. Por outro lado, no entorno constata-se que houve redução da área foliar, a qual passa de uma maior concentração na faixa, 0,11 – 0,20, para a faixa que vai de 0,00 - 0,10.

Pode-se observar na Figura 7 o IAF da área pertencente ao 4º BCom para imagens captadas nos anos de 1989 e 2010. Na imagem mais antiga há uma predominância da coloração esverdeada, ou seja, o IAF encontrava-se numa faixa de 0,61 a 1,00. Nas imagens mais recentes, este índice passa a ter uma predominância na cor azulada numa faixa de IAF > 1,51. Conseqüentemente, constata-se que também houve um aumento da densidade da mata deste objeto de estudo. O inverso ocorre em outras áreas ao sul e ao norte deste objeto, onde a faixa do IAF predominante passa de 0,21 – 0,40 para 0 – 0,10. Observa-se também uma melhora do IAF na porção mais a leste do 4º BCom, onde se situa a Mata do Engenho Uchoa, que é considerada uma Área de Proteção Ambiental.

Considerando-se que, há pelo menos quatro décadas, essas áreas militares eram predominantemente agrícolas, sendo propriedades rurais controladas por donos de engenhos, pequenos agricultores ou por órgãos governamentais voltados para as atividades de pesquisa e extensão em agricultura e pecuária, constata-se uma mudança radical no uso do solo a partir da presença do Exército como novo tutor.

O controle de acesso por razões militares a apenas pequenas áreas internas para a montagem de infraestrutura operacional e a necessidade de manter o isolamento das áreas

usadas como medida de segurança para as atividades de treinamentos militares possibilitaram uma regeneração florestal significativa.

Esta recuperação florestal, evidenciada, sobretudo pelo IAF, utilizando-se o sensoriamento remoto, apresenta-se com grande importância na RMR, onde é evidente a tendência de redução das áreas florestais, sobretudo pela progressiva urbanização.

Desta forma, a melhoria da condição ambiental das florestas sob a tutela do Exército aponta para a necessidade de se ter uma estratégia clara de futuro em relação a essas áreas, possibilitando um status de proteção ambiental que não as coloque em vulnerabilidade, frente a eventuais projetos estruturadores urbanos ou mesmo ao crescimento inercial dos municípios que fazem parte da RMR.

Por enquanto, esses fragmentos florestais ainda estão quase despercebidos da metrópole. Se por um lado ainda não despertou a especulação imobiliária, por outro, também não despertou a necessidade de valorizá-los como importantes representantes de uma paisagem que dominava a Zona da Mata de Pernambuco, e que possui estratégico papel na geração de serviços ambientais, como a produção de água, a captura de carbono e a conservação da biodiversidade.

Salienta-se que as florestas existentes nas áreas do CIMNC e do 14º BIMtz contribuem diretamente para a proteção dos mananciais hídricos dos reservatórios respectivamente de Botafogo e Jangadinha, os quais atendem ao abastecimento público da RMR.

Além disso, a redução do desmatamento, a expansão de área ocupada e a conectividade dos fragmentos florestais, além

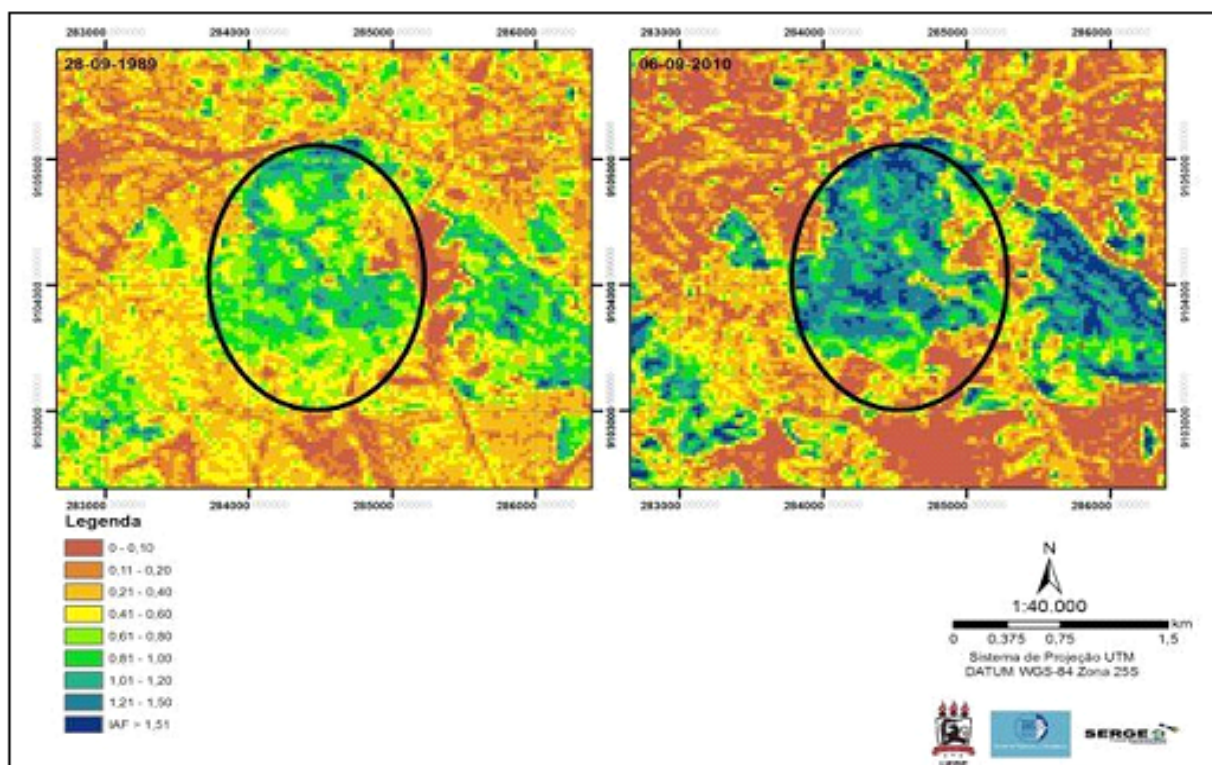


Figura 7. Índice de Área Foliar no 4º Batalhão de Comunicações nos anos de 1989 e 2010

Figure 7. Leaf Area Index in 4º Batalhão de Comunicações in 1989 and 2010

do próprio adensamento em biomassa, atendem aos princípios do chamado desmatamento evitado, utilizado para o controle do estoque de carbono na vegetação, evitando que ganhe a atmosfera e acelere o efeito estufa. A Redução de Emissões por Diminuição do Desmatamento (REDD) pode levar a crédito no mercado voluntário de carbono, inspirado no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a partir do protocolo de Quioto.

CONCLUSÕES

O processo de degradação da Mata Atlântica se reflete em Pernambuco de forma expressiva, sendo este mais contundente no entorno de áreas urbanas, principalmente na Região Metropolitana do Recife.

O método de comparação utilizando-se o Índice de Área Foliar mostrou-se adequado, evidenciando uma melhora do índice em cada uma das Organizações Militares estudadas, com incremento de quase 100% em alguns casos.

Esta tendência de melhora progressiva da condição ambiental dos fragmentos florestais sob a tutela do Exército Brasileiro na RMR se estabelece no sentido inverso do que vem ocorrendo na maioria das áreas florestais estudadas nas regiões metropolitanas, inclusive na de Recife, evidenciando o papel desempenhado pelo Exército no controle do desmatamento e na facilitação da regeneração florestal.

Esta pesquisa concluiu que, a partir da comparação dos fragmentos florestais pelo uso de imagens fotográficas e de satélite no período observado de 18 a 21 anos, a condição ambiental dos fragmentos nessas áreas militares apresentou uma melhora considerável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao grupo de pesquisa Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO) da Universidade Federal de Pernambuco, pela disponibilização dos equipamentos laboratoriais.

LITERATURA CITADA

- Accioly, L.J.; Pacheco, A.; Costa, T.C.C.; Lopes, O.F.; Oliveira, M.A.J. Relações empíricas entre a estrutura da vegetação e dados do sensor TM/Landsat. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.3, p.492-498, 2002.
- Agência Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH. Estudos ambientais do Núcleo Metropolitano. 2006. <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/Cap%204%20Tabelas.pdf> 04 Jan. 2011.
- Allen, R.G.; Tasumi, M.; Trezza, R.. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land). Advance training and users manual – Idaho Implementation, versão 1.0, 2002. 97p.
- Boegh, E.; Soegaard, H.; Thomsen, A. Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface resistance. *Remote Sensing of Environment*, v. 79, n.2-3, p.329-343, 2002. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425701002838>>. doi:10.1016/S0034-4257(01)00283-8. 03 Jan. 2011.
- Braga, R.A.P. Florestas urbanas II: conhecer para conservar. <http://jc.uol.com.br/canal/cotidiano/noticia/2008/02/19/florestas-urbanas-ii-conhecer-para-conservar-150662.php>. 11 Nov. 2011.
- Brasil. Lei Federal n. 11.428 de 22 de dezembro de 2006. Lei da Mata Atlântica - Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, n.236, seção 1, p.1-4, 2006. <<http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=26/12/2006>>. 13 Jan. 2011.
- Caldato, S.L.; Floss, P.A.; Da Croce, D.M.; Longhi, S.J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. *Ciência Florestal*, v.6, n.1, p.27-38, 1996. <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/323/191>>. 10 Jan. 2011.
- Carreira, M.; Walter J.M.; Dubreuil V.; Carvalho Jr J.A. Estimativa do índice de área foliar e da biomassa aérea numa floresta tropical primária e secundária da região de Alta Floresta, Amazônia Matogrossense. *Congresso Florestal Nacional*, 5., 2005. Viséu, Portugal, 2005. Actas. Viséu: Instituto Politécnico, 2005. p. 6-15. <<http://www.esac.pt/cernas/cfn5/docs/T2-28.pdf>>. 04 Jan. 2011
- Exército Brasileiro. Registro histórico de imóvel do 14º Batalhão de Infantaria Motorizado, 2009. Jaboaão dos Guararapes, 2009a. 22 p.
- Exército Brasileiro. Registro histórico de imóvel do 4º Batalhão de Comunicações, 2009. Recife: Exército Brasileiro, 2009b. 25 p.
- Exército Brasileiro. Registro histórico de imóvel do Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcanti, 2009c. Araçoiaba: Exército Brasileiro, 2009c. 25 p.
- Exército Brasileiro. Registro histórico de imóvel do Comando Militar do Nordeste, 2009. Recife: Exército Brasileiro, 2009d. 19 p.
- Guimarães, H. de B. Gestão ambiental em áreas sob tutela do Exército Brasileiro: o caso Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcante – Pernambuco – Brasil. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. 118p. Dissertação Mestrado.
- Melo, M.D.V.C. Florestas urbanas: estudo sobre as representações sociais da Mata Atlântica de Dois Irmãos, na cidade do Recife-PE. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2006. 24 p.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p.852-858, 2000. <<http://www.nature.com/nature/journal/v403/n6772/full/403853a0.html>>. doi:10.1038/35002501. 22 Jan. 2011.
- Oliveira, T.; Galvêncio, J. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do Rio Moxotó-PE usando sensoriamento remoto termal. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.1, n.2, p.30-49, 2008. <<http://www.ufpe.br/rbgfe/index.php/>

- revista/article/view/43/37>. 22 Abr. 2011.
- Rodrigues, R.R.; Martins, S.V. Barros, L. C.. Tropical Rain Forest regeneration in area degraded by mining Mato Grosso State, Brazil. *Forest Ecology and Management*, v.190, n.2/3, p.323-333, 2004. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112703005073>>. doi:10.1016/j.foreco.2003.10.023. 10 Jan. 2011.
- Silva Júnior, W.M.; Martins, S.V.; Silva, A.F. da; Marcos Júnior, P. de. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbórea em dois trechos de uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG. *Scientia Florestalis*, n. 66, p. 169-179. 2004. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr66/cap17.pdf>>. 10 Jan. 2011.
- Silva, B.B. da; Lopes, G.M.; Azevedo, P. V. de. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5-TM. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n. 2, p. 243-252, 2005. <http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_dl.php?id_artigo=131&id_arquivo=135>. 22 Jan. 2011.
- Venturoli, F.; Felfili, J.; Fagg, C.W.. Dinâmica da regeneração natural em capoeira florestal estacional semidecidual sob o manejo florestal de baixo impacto. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, supl. 1, p. 435-437. 2007. <<http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewPDFInterstitial/432/364>>. 17 Jan. 2011.
- Vieira, S.A.; Alves, L.F.; Aidar, M.; Araújo, L.S.; Baker, T.; Batista, J.L.F.; Campos, M.C.; Camargo, P.B.; Chave, J.; Delitti, W.B.C.; Higuchi, N.; Honório, E.; Joly, C.A.; Keler, M.; Martinelli, L.A.; Matos, E.A. de; Metzker, T.; Phillips, O.; Santos, F.A.M. dos; Shimabukuro, M.T.; Silveira, M.; Trumbore, S.E. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 2, p. 21-29, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/bn/v8n2/a01v8n2.pdf>>. doi:10.1590/S1676-06032008000200001. 17 Jan. 2011.