

PROPOSTA DE NOVA METODOLOGIA PARA MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS

MARTA PEREIRA DA SILVA¹, RODINEY MAURO², GUILHERME MOURÃO²,
MARCOS COUTINHO² e WILLIAM MAGNUSSON³

RESUMO: A metodologia de levantamento aéreo com o objetivo de realizar monitoramento ambiental foi realizado pela primeira vez no Brasil em 1991. Esse estudo foi realizado no Pantanal Mato-Grossense, numa área aproximada de 140.000 km². Utilizou-se nesse levantamento um avião Cessna 206, voando a 60 m do solo, a uma velocidade de 200 km/h. Foram amostrados, sistematicamente, 50 transectos, espaçados entre si por 6 segundos geográficos (~11 km), em toda a região, no sentido leste-oeste. O método consiste em anotar a cada intervalo de 36' geográficos (~ 1 km) o hábitat situado imediatamente abaixo da aeronave, perfazendo um total de 11.570 registros para todo o Pantanal, representando uma intensidade amostral de 1,78%. Foram identificados dezesseis tipos de vegetação (fitofisionomia), discriminados por sub-regiões e total (Pantanal) como percentual da área. Também foram anotados os impactos existentes como desmatamentos, queimadas e introdução de pastagens cultivadas, discriminadas por fitofisionomias. Das informações geradas com esta metodologia sobre impacto ambiental, obtiveram-se estimativas de áreas com pastagem cultivada e desmatadas em toda a planície, discriminadas por sub-regiões e por fitofisionomias. Estimou-se o índice de desmatamento para o período de amostragem de 1990/91. Os mapas foram elaborados utilizando o programa IDRISI, com espacialização das áreas com pastagem cultivada e desmatamento. A metodologia de levantamento aéreo para avaliação de impacto ambiental e distribuição e quantificação da vegetação mostrou-se factível e confiável, sendo uma opção de baixo custo para áreas extensas.

¹ Embrapa Gado de Corte - Rodovia BR-262, km 4 Caixa Postal 154 - 79002-970. Campo Grande, MS.

² Embrapa Pantanal - Rua 21 de Setembro, 1.880 Caixa Postal 109 - 79320-900 Corumbá, MS.

³ Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Caixa Postal 478 - 69011-900 Manaus, AM.

A NEW PROPOSE OF METHODOLOGY TO MONITORING VEGETATION AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

ABSTRACT: Aerial surveys were employed on study of environmental monitoring in Brazil by the first time in 1991. In this study an area of approximately 140.000 Km² of the Pantanal Mato-Grossense was covered using a Cessna 206 aircraft, flying 60 m above the ground with velocity of 200 km/h. 50 transects spaced six geographic minutes apart from each other (~11 km) were systematically sampled from east to west. The method applied consisted in sampling the habitat directly below of aircraft at intervals of 36 geographic seconds (~ 1 km), resulting in a total amount of 11.570 records for whole survey area, which represents a sampling intensity of 1,78%. Sixteen types of vegetation were identified, differentiated by sub regions and percent coverage of the survey area, and environmental impacts such as burning, deforestation, forage cultivation were registration. Based on the information generated through this methodology, estimates of area cultivated, area deforested, as well as an index of deforestation for 90/91 period were obtained. Vegetation maps with specification of area cultivated and deforested were prepared as part of IDRISI program. Aerial survey showed to be a methodology reliable for environmental management and vegetation inventory, being a low-cost option for vast areas.

INTRODUÇÃO

A elaboração de mapeamentos da vegetação, impactos ambientais e outros, tem como ferramenta básica produtos de sensoriamento remoto (imagem de satélite e radar) e aerotransportados (fotografias aéreas ou imagens de radar). As imagens de satélite são as mais utilizadas para análises desses atributos por suas características multiespectrais, multitemporais e multiespaciais.

Atualmente, a técnica de levantamento aéreo está sendo utilizada para monitoramento ambiental de grandes áreas, em especial, para contagens de vertebrados de grande porte (Caughley, 1979; Caughley e Grice, 1982).

A planície pantaneira é uma região que apresenta uma grande diversidade de fauna e flora, reconhecida internacionalmente como uma das reservas da biosfera. Essa região merece diversos tipos de monitoramento, até mesmo com a finalidade de avaliar os processos dinâmicos que atuam na alteração da paisagem, como queimadas, inundações, formações de pastagens e outros.

Neste trabalho, testou-se a metodologia de levantamento aéreo adaptada para a avaliação e quantificação de fitofisionomias e estimativas de desmatamento no Pantanal Mato-Grossense. Foram sugeridas modificações na mesma para ser utilizada como uma nova forma de ferramenta para o monitoramento ambiental. Salienta-se que o trabalho aqui apresentado foi iniciado em 1991, pela equipe do Laboratório de Vida Silvestre, da Embrapa Pantanal. A metodologia foi submetida à crítica científica com apresentações em congressos nacionais e internacionais, além de publicações de parte dela em revistas científicas. Tal metodologia também foi testada em trabalhos realizados nos lhanos venezuelanos, obtendo-se bons resultados no estudo de distribuição e quantificação da fitofisionomia da região. Portanto, a metodologia aqui proposta é uma síntese de um trabalho desenvolvido num período de dez anos.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de levantamento aéreo com o objetivo de realizar monitoramento ambiental foi realizada pela primeira vez no Brasil em 1991. Esse estudo foi realizado no Pantanal Mato-Grossense, numa área aproximada de 140.000 km². Durante o levantamento foi utilizado um avião Cessna 206, voando a 60 m do solo, a uma velocidade de 200 km/h. Foram amostrados, sistematicamente, 50 transectos, espaçados entre si por 6 segundos geográficos (~10 km), em toda a região, no sentido leste-oeste (FIG. 1). Foram anotados 11.570 pontos para toda a região, representando uma intensidade amostral de 1,78%. Utilizaram-se as denominações regionais para a caracterização da fitofisionomia (Tabela 1) (Mauro et al., 1995; Silva et al., 2000), que foi equiparada a denominações existentes (Tabela 2) no sistema fisionômico-ecológico do IBGE (1992). Também foram anotados os impactos existentes, por exemplo, desmatamentos, queimadas, além de áreas com introdução de pastagens cultivadas, discriminadas por fitofisionomia. O método consiste em anotar a cada intervalo de 36 segundos geográficos, cerca de 1 km nessa latitude, o hábitat situado imediatamente abaixo da aeronave, perfazendo um total de dez registros por pixel. Um pixel é um quadrado de 6'x6' minutos geográficos, e nesta latitude equívale, aproximadamente, a uma área de 100 km².

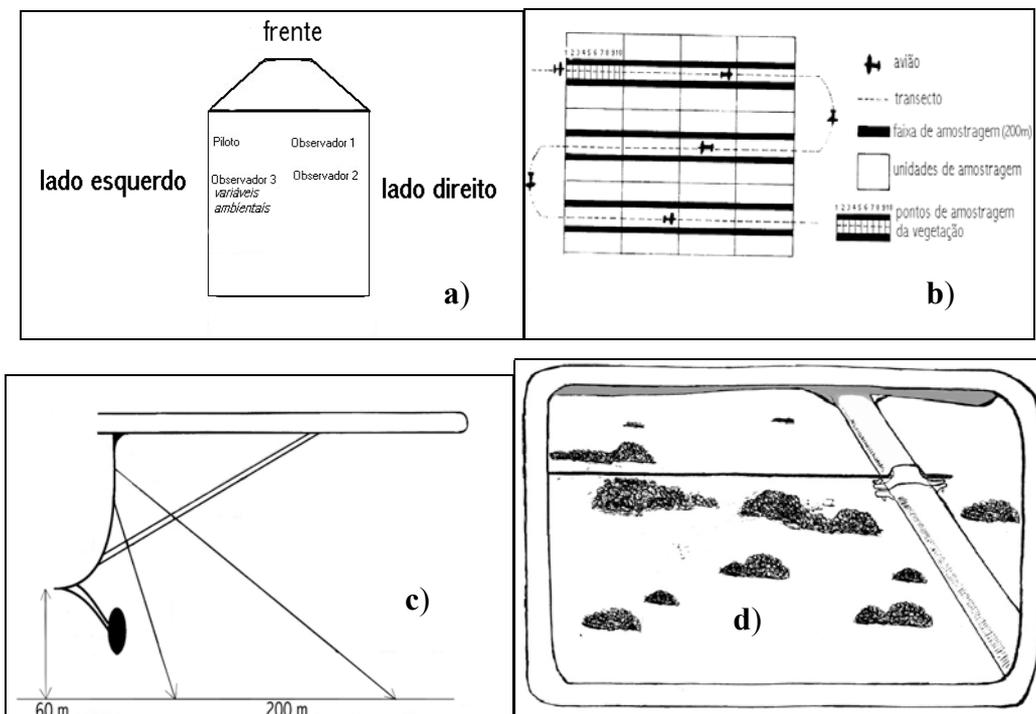


FIG. 1. Explicação esquemática da metodologia de levantamento aéreo para estudos da vegetação: a) posicionamento dos observadores no avião; b) transectos dentro das unidades, com as subdivisões para amostragem da vegetação; c) amostragem na faixa de 200 m e altura de 60 m; d) visão do observador 3 para amostragem da vegetação, baseado em Mauro (1999).

TABELA 1. Tipos de habitats no Pantanal Mato-Grossense, baseados na estrutura e composição da vegetação (Mauro et al., 1995).

FITOFISIONOMIA:	Pirizal/caetezal (PIR): dominância de <i>Cyperus giganteus</i> e <i>Thalia geniculata</i> , respectivamente.
Acurizal (ACU): formações compostas de palmeira-acuri (<i>Scheelea phalerata</i>).	Canjiqueiral (CAN): domínio de canjiqueira (<i>Byrsonima orbignyana</i>).
Babaçual (BAB): composto de babaçu (<i>Orbignya oleifera</i>)	Chaco (OUT): vegetação arbustiva caducifólia, espinescentes e com folhas pequenas.
Baceiro (BAC): é formado por ciperáceas e plantas aquáticas densamente enraizadas.	Mata chaquenha (OUT): matas caducifólias compostas de <i>Prosopis</i> , <i>Schinopsis</i> , <i>Pithecelobium</i> , etc.
Bocaiúval (BOC): predominância de bocaiúva (<i>Acrocomia totai</i>).	CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS:
Buritizal (BUR): composto de palmeira-buriti (<i>Mauritia vinifera</i>).	Baía (BAI): nome regional de lagoas rasas (± 2 m de profundidade).
Caapão (CAA): ilhas de cerrado ou mata com formato elíptico ou circular.	Brejo (BRE): áreas inundadas por vários anos.
Cambarazal (CBA): mata composta de cambará (<i>Vochysia divergens</i>).	Corixo (CXO): área de escoamento d'água, com calha definida.
Campo inundado (CI): com dominância de gramíneas e ciperáceas, inundado no período de cheia.	Meandro abandonado (MEA): lagoa formada pela constrição do canal principal de um rio.
Campo seco (CS): áreas com vegetação herbácea não inundadas.	Poço artificial (PC): caixas de empréstimos de beira de estradas e poços com água.
Carandazal (CRDA): predomina a palmeira-carandá (<i>Copernicia alba</i>).	Rio perene (RIO): principais cursos d'água.
Cerrado (CEFE): cerrado "latu sensu" (cerradão).	Salina (SAL): lagoas com água salobra e sem cobertura vegetal.
Cerrado aberto (CEAB): campo cerrado composto de árvores esparsas sobre gramíneas.	Vazante (VZ): área de escoamento d'água sem calha definida.
CER: junção de CEFE e CEAB.	ALTERAÇÕES AMBIENTAIS:
Cordilheira (COR): paleodiques ± 1 m a 3 m acima do relevo adjacente.	Desmatamento (DES): áreas recém-abertas para a implantação de pastagem cultivadas e outras.
Mata (MAT): árvores de porte alto com folhas perenes.	Pastagem cultivada (PST): áreas com gramíneas exóticas como <i>Brachiaria decumbens</i> e <i>B. humidicola</i> .
Mata ripária (RIP): matas de beira de rio com presença de <i>Tabebuia heptaphylla</i> e <i>Inga</i> spp.	Queimada (QUEI): áreas com fogo ou recém-queimadas.
Paratudal (PTDO): formação savânica de paratudo (<i>Tabebuia caraiba</i>).	Gado bovino (BOI): áreas com presença de bovinos.

TABELA 2. Equivalência entre o sistema fisionômico-ecológico do IBGE (1992) e as denominações regionais (Silva et al., 2000).

Sistema fisionômico-ecológico	Denominação regional
Floresta estacional semidecidual aluvial	Mata de galeria
floresta estacional semidecidual terras baixas	Mata semidecídua
Savana florestada	Cerradão, babaçual
Savana arborizada	Cerrado
Savana parque	Paratudal, canjiqueiral
Savana gramíneo-lenhosa	Campo inundado, campo seco
Savana estépica florestada	Chaco
Savana estépica parque	Carandazal
Sistema edáfico de primeira ocupação, formações pioneiras – vegetação com influência fluvial e/ou lacustre	Buritizal, cambarazal, pirizal, caetezal baceiro ou batume, brejo

Para a confecção dos mapas, utilizou-se o programa IDRISI. Para a divisão do Pantanal, aplicou-se a proposta de Adámoli (1982), na qual o mesmo é dividido em dez sub-regiões. Sobrepueram-se os pixels usados neste levantamento com as divisões das sub-regiões, na mesma escala. Os pixels das fitofisionomias foram espacializados, em quatro classes de frequência, sendo: baixa - 1 a 3 pontos; média - 4 a 7 pontos e alta - 8 a 10 pontos. Obteve-se, desse modo, a distribuição de diferentes vegetações no Pantanal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados dezesseis tipos de vegetação (fitofisionomia), discriminados por sub-regiões e total (Pantanal) como percentual da área. As fitofisionomias registradas são as seguintes: cerradão, cerrado, mata semidecídua, mata de galeria, campo seco, campo inundado, canjiqueiral, cambarazal, brejo, pirizal/caetezal, baceiro ou batume, babaçal, buritizal, chaco, carandazal e paratudal (Tabela 3). Fez-se a equivalência entre o sistema fisionômico-ecológico do IBGE (1992) e os termos regionais das fitofisionomias (Tabela 2). Os mapas da distribuição da vegetação foram confeccionados por tipos fitofisionômicos obtendo-se, desse modo, a distribuição dos diferentes tipos de vegetação no Pantanal, por exemplo cerradão, cerrado, mata semidecídua e mata de galeria (FIG. 2). Os mapas gerados pelo PCBAP (Brasil, 1997), utilizando imagens Landsat, no que se refere à vegetação da planície pantaneira, obtiveram resultados semelhantes a este trabalho.

Das informações geradas com essa metodologia sobre impacto ambiental, obtiveram-se estimativas de áreas com pastagem cultivada e áreas desmatadas em toda a planície, discriminadas por sub-regiões e por fitofisionomias (Tabela 4) (Silva et al., 1999; Mourão, 1997). Também foi estimado o índice de desmatamento para o período de amostragem de 1990/91. Foram confeccionados mapas por meio do programa IDRISI, com espacialização das áreas com pastagem cultivada e desmatamento (FIG. 3).

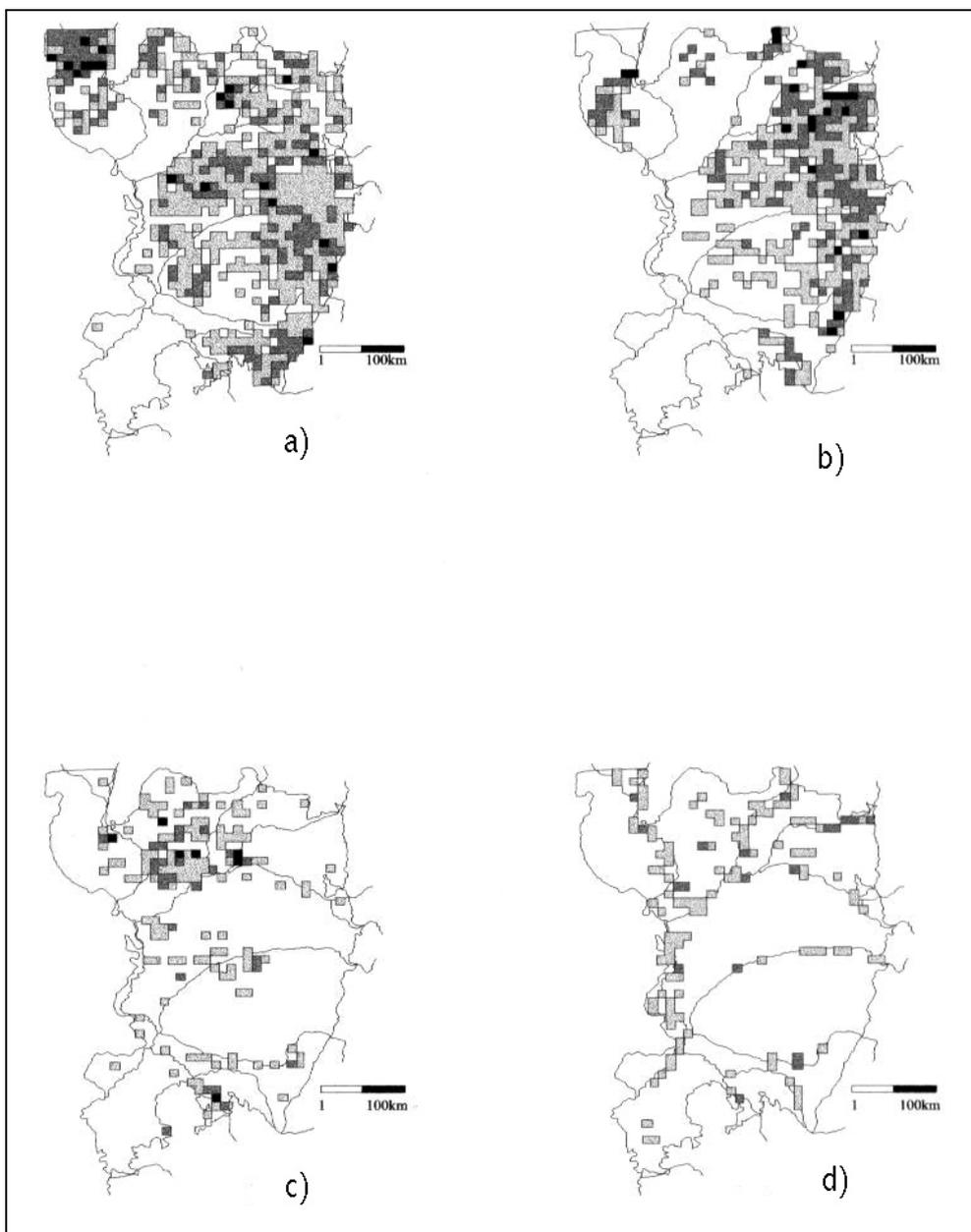


FIG. 2. Mapas de distribuição geográfica das seguintes fitofisionomias no Pantanal Mato-Grossense em 1991: a) cerrado ou savana florestada; b) cerrado ou savana arborizada; c) mata semidecídua ou floresta estacional semidecidual de terras baixas e d) mata de galeria ou floresta estacional semidecidual aluvial. Pontos de ocorrência: planície (ausente); G de 1 a 3 pontos (baixa); H de 4 a 7 pontos (média); é de 8 a 10 pontos (alta) (Silva et al., 2000).

TABELA 3. Tipos de vegetação em porcentagem de área, discriminados por sub-região, com a contribuição total de cada fitofisionomia no Pantanal Mato-Grossense, em set./out. de 1991 (Silva et al., 2000).

SUB-REGIÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abobral	15,4	1,2	3,3	0,9	15,7	22,9	2,1	0,9	16,5	2,7	7,8	0	0	0	1,8	3,6	5,2
Aquidauana	31,2	20,2	2,9	3,9	3,5	24,9	2,5	0	3,5	1,5	1,9	0	0,4	0	0	0,4	3,2
Barão de Melgaço	22,3	35,8	4,8	5,2	3,5	4,6	0,6	9,3	5,3	0,8	0,3	0,4	1,2	0	0	0	5,9
Cáceres	36,8	11,1	0,5	1,2	12,9	14,8	2,8	0,6	4,5	0,2	10,3	1,4	0	0	0,8	0	2,1
Miranda	30,8	14,7	14,4	2,3	2,3	10,3	0	0	9,5	1,1	0	0	0	0	3,5	6,4	4,7
Nabileque	0,3	0	0,7	0,7	21,4	15,8	1,3	0	8,5	3,8	2,3	0	0	6,7	19,1	14	5,4
Nhecolândia	33,5	11,9	1,1	0	2	42,2	0,3	0,2	0,3	0	0,1	0,4	0,1	0	0	0	7,9
Paiaguás	23,7	17,4	2,3	2,4	12,5	25,6	1,4	3,2	5,8	0,7	1,6	0,03	0,03	0	0,03	0	3,3
Paraguai	0	0	2,7	6,7	22	2	0	5,7	35,5	0	1,7	0	0	0	0,6	0,7	22,4
Poconé	12,9	7,9	12,6	4,3	16,8	9,9	1,3	6,4	14,8	2,2	3,4	0,06	0	0	0,8	0,3	6,3
Pantanal	22,1	14,3	3,9	2,4	10,8	20,3	1,2	3,1	7,4	1,2	2,4	0,3	0,2	0,5	2,3	1,7	5,9

1= cerrado, 2= cerrado, 3= mata semidecídua, 4= mata de galeria, 5= campo inundado, 6= campo seco, 7= canjiqueiral, 8= cambarazal, 9= brejo, 10= pirizal/caetezal, 11= baceiro ou batume, 12= babaçual, 13= buritizal, 14= chaco, 15= carandazal, 16= paratudal, 17= outros

TABELA 4. Porcentagem de fitofisionomias desmatadas por sub-região no Pantanal Mato-Grossense (Silva et al., 2000).

FITOFISIONOMIA	<i>Cerradão</i>	<i>Cerrado</i>	<i>Mata</i>	<i>Paratudal</i>	<i>Carandazal</i>	<i>Mata de galeria</i>	<i>Chaco</i>
	<i>Semidecidua</i>						
SUB-REGIÃO	antes 1991 - 1991	Antes 1991 - 1991					
Cáceres	15,8 - 3,2	11 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	8,3 - 0	0 - 0
Poconé	6,1 - 0,6	3,2 - 0,8	7,5 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
Barão de Melgaço	7,7 - 2,3	5 - 0,8	1,5 - 1,5	0 - 0	0 - 0	1,4 - 0	0 - 0
Paiaguás	3,9 - 2,7	0,6 - 3,3	0 - 0	0 - 0	0 - 0	1,5 - 4,5	0 - 0
Nhecolândia	8,3 - 8,9	2,3 - 9	0 - 4,8	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
Aquidauana	17,5 - 1,3	9,7 - 6,8	0 - 0	0 - 0	0 - 0	20 - 0	0 - 0
Miranda	18,6 - 17,8	0 - 0	22 - 10	13,7 - 0	9,8 - 18,7	0 - 0	0 - 0
Abobral	2 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
Nabileque	0 - 0	0 - 0	4 - 9,3	0 - 0	1,4 - 2,3	0 - 0	3,9 - 9,2
Paraguai	0 - 0	0 - 0	25 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
PANTANAL	17,1 - 6,7	4,5 - 4,1	5,2 - 2,3	1,2 - 0	0,1 - 1,9	2,7 - 0,4	0,2 - 0,6

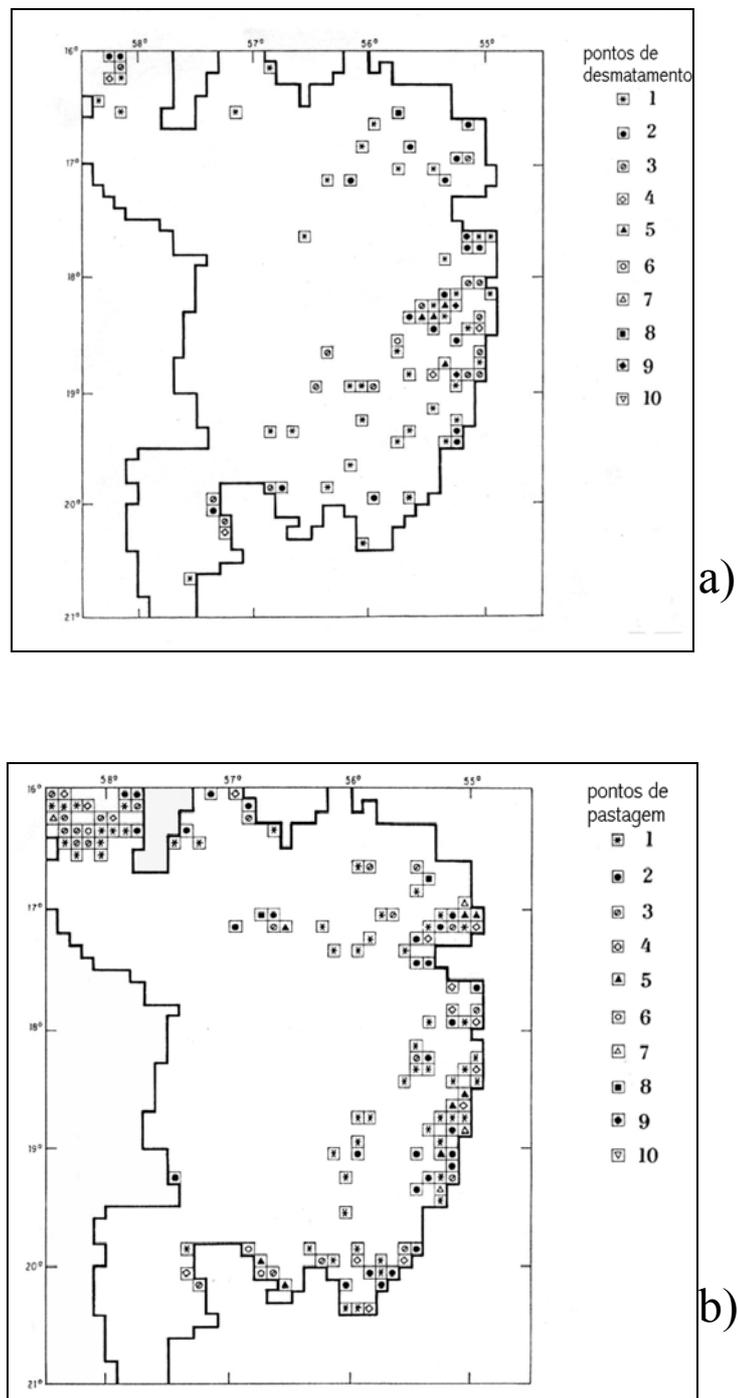


FIG. 3. Distribuição de áreas desmatadas (a) e de áreas com pastagem cultivada (b) no Pantanal Mato-Grossense (Silva et al., 1999).

As estimativas de desmatamento para o período de amostragem foram da mesma ordem de grandeza daquelas obtidas por Silva et al. (1998), utilizando imagens de satélite Landsat. Esses resultados indicam que a metodologia aqui proposta pode ser utilizada para os mesmos fins do Sensoriamento Remoto, com a possibilidade de podermos cruzar várias outras informações.

CONCLUSÕES

A vantagem desse método é poder associar, concomitantemente, a vegetação com a ocorrência e abundância de fauna de grandes vertebrados, além de permitir avaliar as alterações naturais (nível de inundação) e artificiais (desmatamento, queimada, sub e superpastejo) na vegetação, que pode explicar em parte o estado de conservação dessa fauna.

A metodologia de levantamento aéreo para avaliação de impacto ambiental e distribuição e quantificação da vegetação mostrou-se factível e confiável, sendo uma opção de baixo custo para áreas extensas, por ser de fácil adoção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÁMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados.:discussão sobre o conceito “Complexo do Pantanal”. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA,32., 1982, Teresina. **Anais...** Teresina: SBB, 1982. p. 109-119.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hidricos e da Amazonia Legal. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai-PCBAP.** Brasília: MMA/PNMA, 1997.
- CAUGHLEY, G.; GRICE, D. A correction factor for counting emus from the air, and its application to counts in western Australia **Australian Wildlife Research**,v. 9, p. 253-259.
- CAUGHLEY, G. Sampling techniques for aerial censuses.. In: **Aerial surveys of fauna populations.** Canberra :Australian National Parks and Wildlife Service,1979. p. 15-23.
- IBGE **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro, 1992. 92p.
- MAURO, R. A. **Análisis ecológico de la distribución espacial de animales en los Llanos del Estado Apure.** Mérida: Universidad de Los Andes, 1999. Tese Doutorado.
- MAURO, R. A.; MOURÃO, G.M.; SILVA, M.P.; COUTINHO, M.E.; TOMÁS, W.M.; MAGNUSSON, W. E. Influência do habitat na densidade e distribuição do cervo (*Blastocerus dichotomus*) durante a estação seca, no Pantanal Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Biologia**, v.5, n.4, p.745 – 751, 1995.
- MOURÃO, G.M. **Uso de levantamentos aéreos para estudo da distribuição e abundância de grandes vertebrados no Pantanal Mato-Grossense.** Manaus :INPA/UFA, 1997. Tese Doutorado.

SILVA, J. DOS S.V. DA; ABDON, M.M.; SILVA, M.P. e ROMERO, H.R. 1998. Levantamento do desmatamento no Pantanal Brasileiro até 1990/91. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.33 (número especial), p.1739-1745.

SILVA, M.P.; MAURO, R.A.; MOURÃO, G.M. ; COUTINHO, M.E. Distribuição e quantificação da vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.2, p. 143-152, 2000.

SILVA, M.P; MAURO, R.A.; MOURÃO, G.M.; COUTINHO, M. E. Conversion of forest and woodland to cultivated pastures the wetland of Brazil. **Ecotropicos**, v.12, n.2, p.101-108, 1999.