

Monitoramento remoto de concessões florestais na Amazônia - Flona do Jamari, Rondônia

André Luiz Silva Monteiro¹
Denis Conrado Cruz¹
Dalton Ruy Seco Cardoso¹
Carlos Moreira de Souza Jr.¹

¹Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon
Rua Domingos Marreiros 2020 – 66.060-170 - Belém-PA, Brasil
andreluiz@amazon.org.br

Abstract. In this study we present the results of monitoring timber harvesting in a public forest concession, Jamari National Forest in the State of Rondônia, with Landsat satellite images. We applied the NDFI algorithm (Normalized Difference Fraction Index) to the Landsat images in order to highlight the scars from timber harvesting. Next, we mapped legal (authorized) and illegal (not authorized) harvesting, which involved 2,733 hectares and 353 hectares, respectively. For authorized harvesting we determined the logging quality based on the pre-validated thresholds applied to NDFI images, so that: $NDFI \leq 0.84$ represents low quality logging; $NDFI = 0.85-0.89$, intermediate quality logging; and $NDFI \geq 0.90$, good quality logging. The assessment revealed that in all of the Forest Management Units (UMF) logging was of good quality. We validated this analysis with field verification of forest management indicators, such as: dimensions of the log decks for storing timber, width of main and secondary roads and openings in the canopy (log decks, roads and tree felling). Next, we compared these dimensions to those found in legal (authorized) and illegal (unauthorized) timber harvesting areas (authorized) on private properties. The indicators for dimensions of the log decks (414 square meters), width of main roads (5.8 meters) and secondary roads (3.7 meters) and canopy opening (log decks = 32%, main road = 25%, secondary road = 14% and tree felling = 20%) were found to be within the standard established for good practices of forest management in the Brazilian Amazon.

Palavras-chave: remote sensing, forest management, public forest, sensoriamento remoto, manejo florestal, floresta pública.

1. Introdução

Em março de 2006, o Governo Federal estabeleceu a Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº. 11.284), cuja finalidade é proteger as florestas públicas da União, estados, municípios e Distrito Federal. A Lei prevê a utilização sustentável dessas florestas por meio da criação de Unidades de Conservação; da destinação não onerosa para uso comunitário; e do estabelecimento de contratos de concessão florestal com empresas brasileiras através de processos de licitação (Serviço Florestal Brasileiro, 2012a).

Até 2011, já havia cerca de 691,56 milhões de hectares de florestas públicas federais destinadas a algum uso. Desse total, 39,7 milhões de hectares estavam destinados à concessão florestal, a maioria no bioma Amazônia (Serviço Florestal Brasileiro, 2012b).

Das florestas destinadas à concessão nesse bioma, as Florestas Nacionais (Flona) do Jamari (Rondônia) e Saracá-Taquera (Pará) e Glebas Mamurú-Arapiuns (Pará) já estavam com seus planos de manejo florestal operacionais em 2011. As Flonas do Amanã, Jacundá e Altamira e a Floresta Estadual (Flota) do Paru, todas no Pará, ainda estavam em processo de licitação para concessão. A Flona Crepori (Pará) estava sob consulta pública; e as Flonas Itaituba I e II (Pará) e Macuã (Acre) e as Flotas do Paru, Faro e Trombetas (Pará) estavam com seus planos de manejo aprovados, aguardando a próxima etapa do processo de concessão florestal (Serviço Florestal Brasileiro, 2012b; Ideflor, 2012).

Entre as florestas com os planos de manejo operacionais em 2011, a Flona do Jamari foi a primeira a ser submetida ao processo de concessão florestal. As atividades na área da Flona iniciaram em setembro de 2010. Elas foram divididas em três Unidades de Manejo Florestal (UMF): UMF I, com 17.179 hectares, concedida a empresa Madeflona; UMF II, com 32.998

hectares, concedida a empresa Sakura¹; e UMF III, com 46.184 hectares, concedida a empresa Amata (Serviço Florestal Brasileiro, 2012b).

Monitorar essas florestas públicas é imprescindível para o sucesso de sua gestão, além de estar previsto na Lei de Gestão das Florestas Públicas. Dessa forma, realizou-se o monitoramento independente, por meio de imagens de satélite, de uma área de 96.361 hectares sob manejo florestal da Flona do Jamari, a fim de avaliar a qualidade do manejo florestal realizado na área. Neste estudo, apresentam-se os resultados desse monitoramento.

2. Metodologia

2.1 Mapeamento da exploração florestal

Mapeou-se a exploração de madeira nas UMF da Flona do Jamari utilizando imagens de satélite Landsat de 2011 processadas no algoritmo NDFI (Índice Normalizado de Diferença de Fração) (Souza Jr. *et al.*, 2005). Primeiramente, plotou-se nas imagens NDFI a base digital das UMF e das UPA (Unidade de Produção Anual) das empresas concessionárias. Em seguida, digitalizou-se a área afetada pela exploração florestal por meio de interpretação visual. Por último, através de análise em SIG (Sistema de Informação Geográfica), distinguiu-se a exploração florestal legal (autorizada) da ilegal (não autorizada) (Monteiro *et al.*, 2011).

2.2 Avaliação da qualidade da exploração florestal na imagem

Avaliou-se a qualidade da exploração florestal autorizada extraíndo-se inicialmente nas imagens NDFI cinco amostras de 10 x 10 pixels de cada UMF com sinais de exploração. Em seguida, obtiveram-se os valores médios dessas amostras, os quais foram classificados com base nos seguintes limiares de qualidade: $NDFI \leq 0,84$ representa exploração florestal de baixa qualidade (exploração ilegal); $NDFI = 0,85-0,89$ representa exploração de qualidade intermediária (houve tentativa de adoção de manejo, mas a configuração de estradas, pátios e clareiras resultante do abate das árvores revela sérios problemas de execução); e $NDFI \geq 0,90$ representa exploração florestal de boa qualidade, isto é, a configuração de estradas, pátios e clareiras resultantes do abate das árvores tem a conformação de uma exploração manejada (Monteiro *et al.*, 2011).

2.3 Avaliação da qualidade da exploração florestal no campo

Para validar a análise da qualidade da exploração autorizada na área sob concessão, verificaram-se, no campo, indicadores de qualidade da exploração florestal que podem ser visualmente detectados nas imagens de satélite, a saber: i) dimensão de pátios de estocagem; ii) largura de estradas de exploração principais e secundárias; e iii) abertura no dossel em ambientes de pátios de estocagem, estradas da exploração e clareiras de derrubada de árvores (Monteiro & Souza Jr., 2009).

Em seguida, obtiveram-se os valores médios desses indicadores, os quais foram comparados às dimensões médias encontradas em áreas de exploração com manejo e em áreas de exploração ilegal (não autorizada) em propriedades privadas.

3. Resultados e Discussão

3.1 Geografia da exploração florestal na Flona do Jamari

Foram mapeados 2.733 hectares de exploração com manejo florestal, sendo 547 hectares na UMF I, 1.133 hectares na UMF II e 1.053 hectares na UMF III. Nas UPA 2010 e 2011

¹ Em 5 de março de 2012 o SFB suspendeu, por prazo indeterminado, as atividades da empresa Sakura, em virtude do descumprimento da cláusula do contrato relacionada ao pagamento do Valor Mínimo Anual pela madeira extraída em 2010 (DOU Seção 3, de 5 de março de 2012).

foram autorizados para exploração 594,17 hectares na UMF I, 2.124,75 hectares na UMF II e 1.359,88 hectares na UMF III (Figuras 1, 2, 3 e 4). Portanto, em todas as UMF as áreas exploradas ficaram dentro do limite das áreas autorizadas para o período.

Mapearam-se 353 hectares de exploração fora das UMF, dentro da Flona do Jamari, o que caracteriza exploração ilegal. Essa exploração foi localizada no centro-leste da Flona (Figura 5).

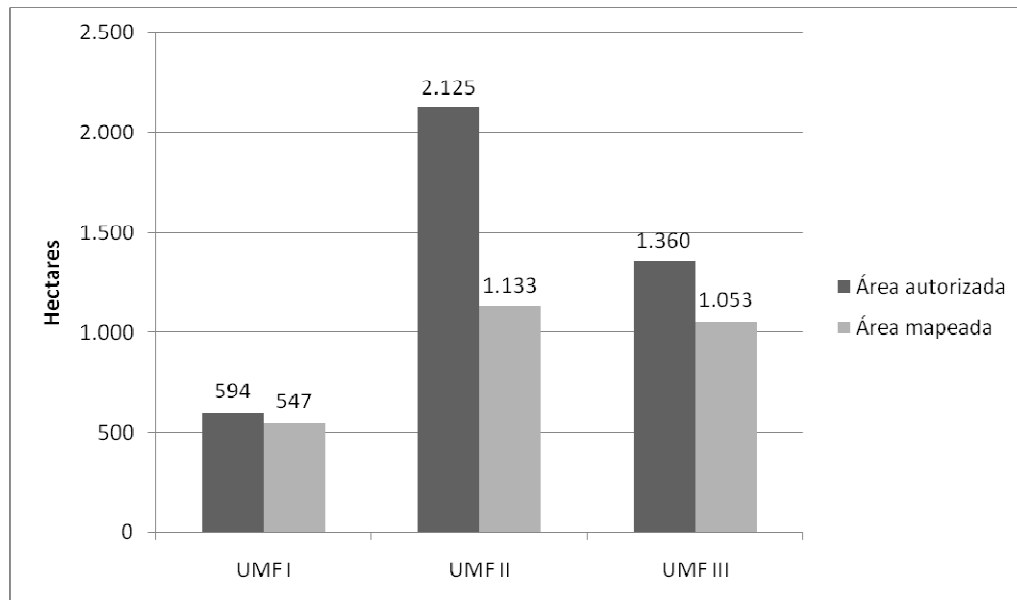


Figura 1. Comparação da exploração autorizada e exploração mapeada na imagem de satélite nas UMF das UPAS 2010 e 2011 da Flona do Jamari.

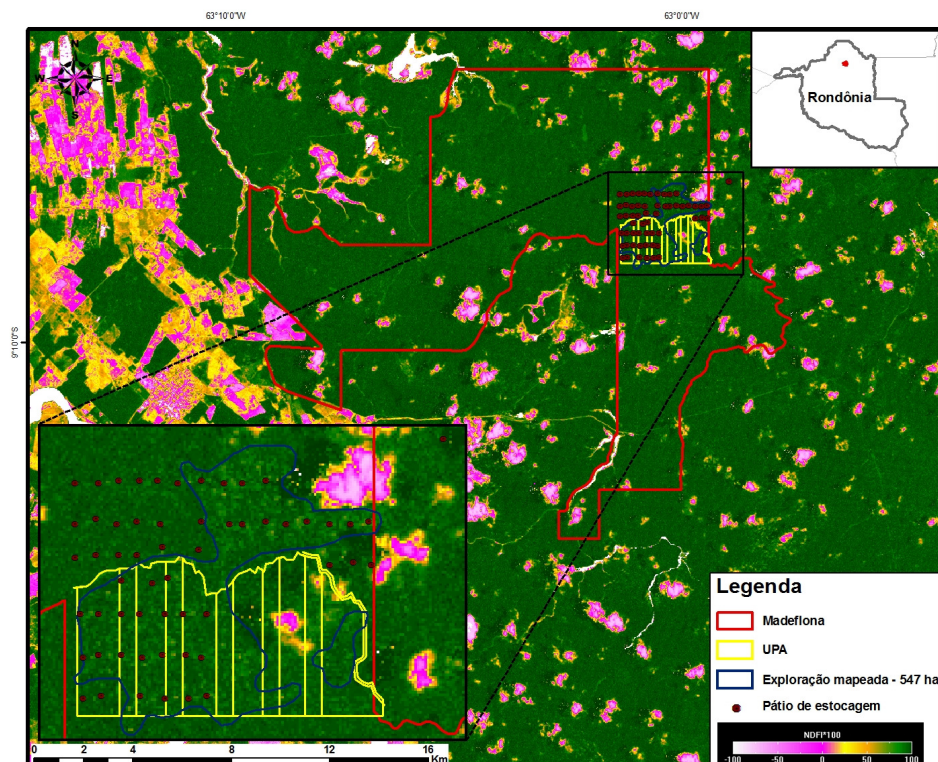


Figura 2. Mapeamento da exploração florestal na UMF I concedida à empresa Madeflona.

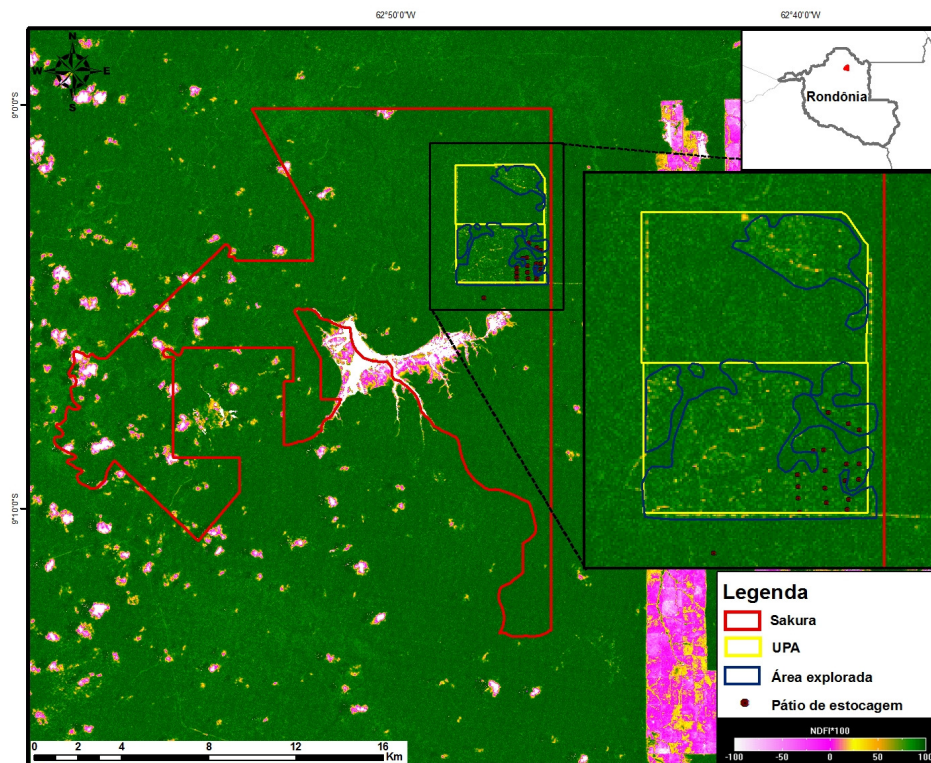


Figura 3. Mapeamento da exploração florestal na UMF II concedida à empresa Sakura.

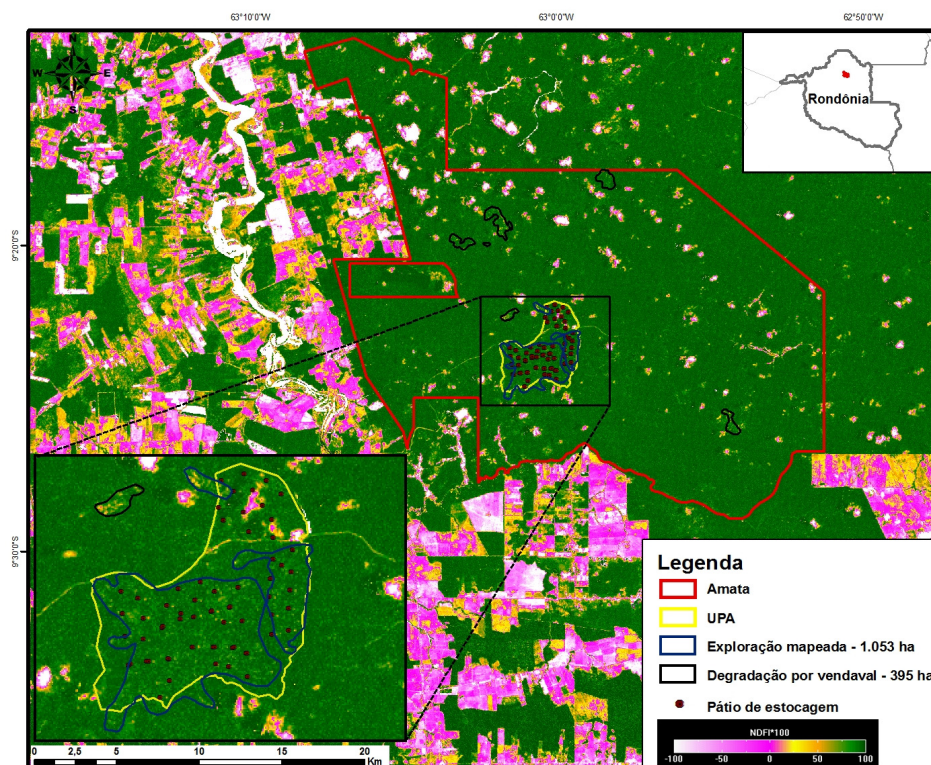


Figura 4. Mapeamento da exploração florestal na UMF III concedida à empresa Amata.

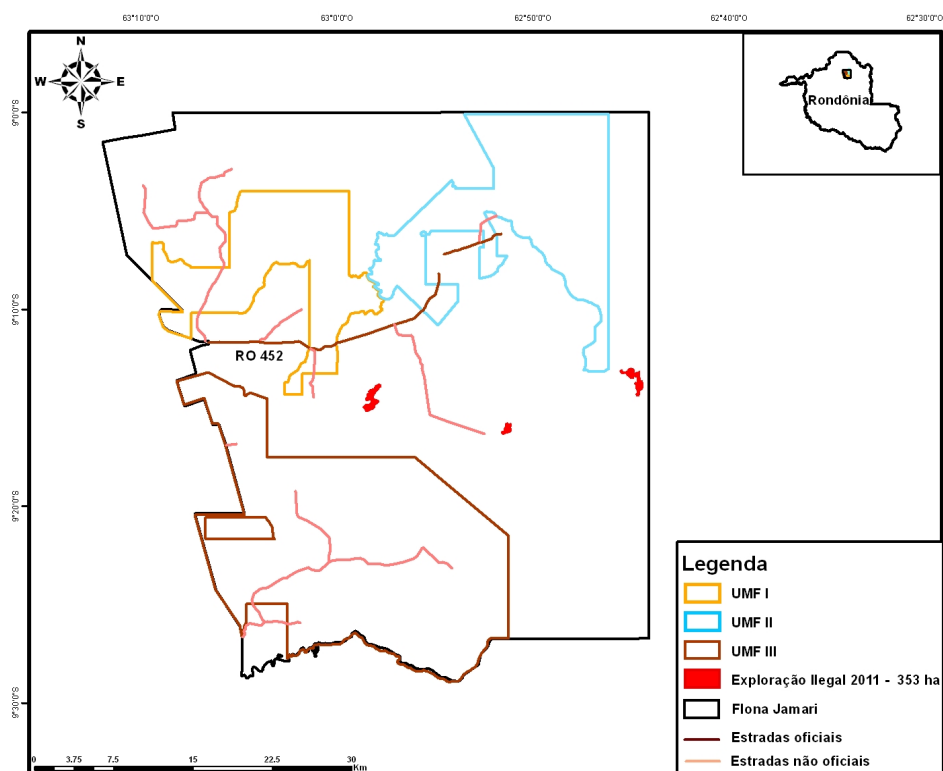


Figura 5. Exploração ilegal em 2011 dentro da Flona do Jamari.

3.3 Avaliação da qualidade da exploração florestal na imagem

A avaliação da exploração florestal na imagem NDFI mostra que em todas as UMF da Flona do Jamari a exploração foi de boa qualidade, apresentando NDFI = 0,90 (Tabela 1). Isto indica que a configuração de estradas, pátios de estocagem e clareiras dessas UMF tiveram a conformação de uma exploração manejada, conforme foi previsto no plano de manejo florestal.

Tabela 1. Avaliação da qualidade da exploração florestal nas imagens de satélite.

UMF-Concessionária	Valor NDFI	Qualidade da exploração
I- Madeflora	0,90	Boa
II- Sakura	0,90	Boa
III- Amata	0,90	Boa

3.4 Avaliação da qualidade da exploração florestal no campo

A avaliação dos indicadores de manejo no campo revelou que:

A dimensão dos pátios de estocagem (414 metros quadrados) estava dentro do padrão estabelecido para planos de manejo florestal (500 metros quadrados) (Embrapa/Ibama, 2006) e abaixo da dimensão de pátios encontrada em áreas de manejo e áreas de exploração ilegal em propriedades privadas (Tabela 2).

A largura das estradas principais (5,8 metros) ficou dentro do padrão estabelecido para planos de manejo florestal (5 a 6 metros) (Embrapa/Ibama, 2006) e superior à largura de estradas principais encontrada em áreas de manejo e áreas de exploração ilegal em propriedades privadas (Tabela 2).

A largura das estradas secundárias (3,7 metros) ficou dentro do padrão estabelecido para planos de manejo florestal (3 a 4 metros) (Embrapa/Ibama, 2006) e abaixo da largura dessas

estradas encontrada em áreas de manejo e áreas de exploração ilegal em propriedades privadas (Tabela 2).

A abertura no dossel medida por meio de fotos hemisféricas nos ambientes da exploração florestal revelou dimensões distintas para pátios, estradas e clareiras de derrubada de árvore entre os padrões da exploração analisados (concessão florestal, manejo e exploração ilegal em áreas privadas) (Tabela 2; Figura 7).

A abertura no dossel dos pátios de estocagem (32%) apresentou-se dentro do padrão encontrado em áreas de manejo privadas (Monteiro *et al.*, 2009). Para as estradas principais (25%), essa abertura foi superior àquelas registradas em áreas de manejo e em áreas de exploração ilegal em propriedades privadas. Para as estradas secundárias (14%), a abertura ficou dentro do padrão encontrado em áreas de manejo privadas (Monteiro *et al.*, 2009). Por fim, a abertura no dossel pela derrubada de árvores (20%) também ficou dentro do padrão de áreas de manejo privadas (Tabela 2; Figura 7).

Tabela 1. Comparação entre os indicadores (média) medidos na área de manejo sob concessão florestal da Flona do Jamari e os medidos em áreas de manejo florestal e áreas de exploração ilegal em propriedades privadas.

Indicadores	Manejo Concessão*	Manejo Privado*	Exploração Ilegal*
Dimensão de pátios (m ²)	414 (59)	626 (111)	1241 (501)
Largura de estradas principais (m)	5,8 (0,9)	4,8 (0,6)	5,0 (0,5)
Largura de estradas secundárias (m)	3,7 (0,5)	4,1 (0,4)	4,5 (0,1)
Abertura no dossel (%)			
Pátio de estocagem	32 (7)	27 (4)	38 (8)
Estrada principal	25 (2)	20 (1)	22 (1)
Estrada secundária	14 (6)	17 (2)	20 (1)
Derrubada de árvore	20 (4)	17 (5)	30 (7)

*Médias apresentadas com desvio padrão (DP) entre parênteses.



Figura 6. Fotos de pátio de estocagem, abertura de derrubada de árvore e estrada principal e secundária na área de manejo das concessionárias na Flona do Jamari.

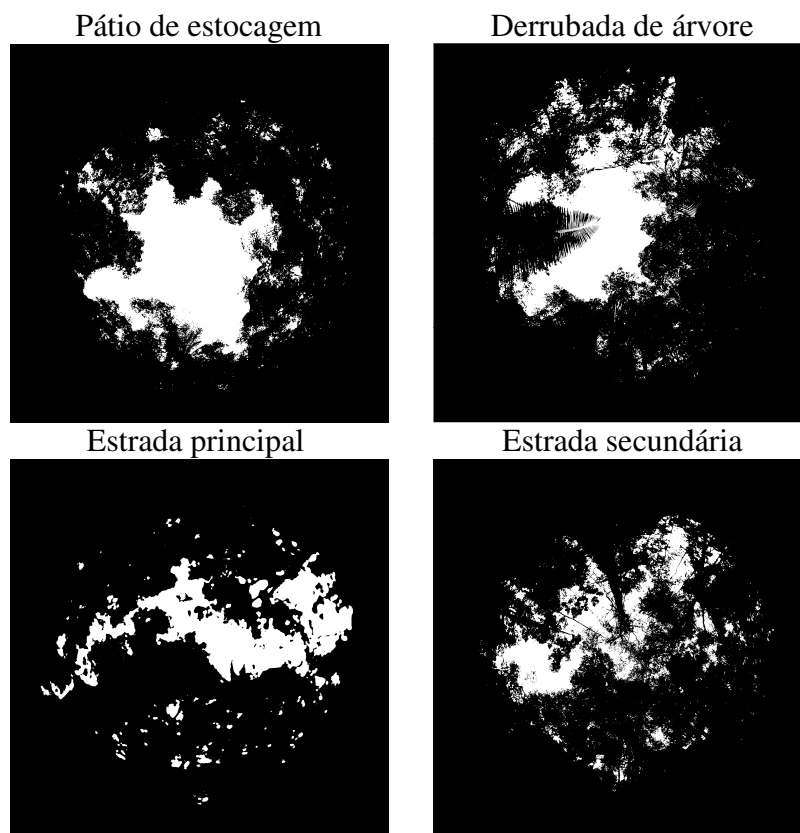


Figura 7. Fotos hemisféricas da abertura no dossel de pátio de estocagem, derrubada de árvore e estrada principal e secundária na área de manejo das concessionárias na Flona do Jamari.

4. Conclusões

Este estudo mostra que é possível monitorar remotamente a exploração florestal nas áreas de floresta pública sob concessão florestal na Amazônia. Porém, o monitoramento por imagem de satélite não substitui o monitoramento da exploração florestal realizado no campo. Os dois são complementares. O monitoramento remoto tem a vantagem de permitir localizar de forma rápida e precisa áreas críticas, como as de exploração ilegal e de exploração com manejo de baixa qualidade.

Quanto aos indicadores de manejo avaliados no campo neste estudo, eles demonstram-se úteis para validar o monitoramento remoto da exploração florestal e para avaliar a qualidade das operações de manejo florestal pelas empresas madeireiras concessionárias.

No que se refere ao algoritmo NDFI, é preciso que ele seja avaliado em outras imagens de satélite com resolução espacial moderada (20 a 30 metros) uma vez que desde 2012 as imagens de satélite da série Landsat não estão sendo mais geradas.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional-Usaid/Serviço Florestal dos Estados Unidos-USFS e do Fundo Vale; ao Serviço Florestal Brasileiro e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade por disponibilizarem o acesso às áreas de concessão florestal da Flona do Jamari; e às empresas Amata, Madeflona e Sakura pelo apoio logístico.

Referências Bibliográficas

Embrapa/Ibama. 2006. **Manual de vistoria de campo para planos de manejo florestal madeireiro na Amazônia**. Brasília. 2006, 106 p.

Ideflor. **Plano Anual de Outorga Florestal-PAOF 2012**. Disponível em: <<http://www.ideflor.pa.gov.br/?q=node/72>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

Monteiro, A.; Souza, Jr., C. Fotos hemisféricas para validar o monitoramento da qualidade do manejo florestal na Amazônia Legal. **Anais** do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Natal-RN, 2009, Inpe, p. 6013-6020.

Monteiro, A.; Cruz, D.; Cardoso, D. & Souza Jr., C. Avaliação de Planos de Manejo Florestal na Amazônia através de imagens de satélites Landsat. **Anais** do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Curitiba-PR, 2011, Inpe, p. 5615-5623.

Serviço Florestal Brasileiro. Lei 11.284/2006 de Gestão de Florestas Públicas. 2012a. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/concessoes-florestais/o-que-e-concessao-florestal/concessao-florestal-um-novo-paradigma-de-uso-das-florestas>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

Serviço Florestal Brasileiro. Plano de Outorga Florestal-PAOF 2012. 2012b. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/concessoes-florestais/processo-de-concessao/processo-de-concessao>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

Souza Jr., C. M.; Roberts, D. A.; Cochrane, M. A. Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. 2005, **Remote Sensing of Environment**. Vol. 98, pp. 329-343, ISSN 0034-4257.