

## MONITORAMENTO DA COBERTURA FLORESTAL DA AMAZÔNIA POR SATÉLITE

**METODOLOGIA DO SISTEMA DETER – B  
(SISTEMA DE DETECÇÃO DO DESMATAMENTO E ALTERAÇÕES NA  
COBERTURA FLORESTAL EM TEMPO QUASE REAL)**  
**Mapeamento de Alertas com Imagens dos Sensores AWIFS-  
Resourcesat-2 e WFI-Cbers-4**

Dalton de Morisson Valeriano  
Igor da Silva Narvaes  
Janaina Sant'Ana Maia  
Alessandra Rodrigues Gomes  
Cesar Guerreiro Diniz  
Arlesson Antonio de Almeida Souza  
Luis Eduardo Pinheiro Maurano

INPE/CRA  
Belém  
2016

## **Sumário**

1.	Introdução.....	4
3.	Pressupostos adotados .....	7
4.	Análise de imagem.....	8
5.	Aquisição das Imagens.....	9
6.	Organização do Banco de Dados .....	10
7.	Geração da Máscara de Nuvens .....	10
8.	Modelo Linear de Mistura Espectral.....	10
9.	Estratégia de Mapeamento .....	11
10.	Critérios de interpretação visual.....	12
11.	Auditoria .....	16
12.	Procedimento de gerência e divulgação dos resultados .....	16
13.	Referências.....	16

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma da Metodologia Deter-B. .... 9

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características dos sensores WFI e AWiFS.....	5
TABELA 2. Classes mapeadas pelo Sistema DETER-B (sensor AWiFS).....	5
TABELA 3 – Critérios utilizados na chave de interpretação dos dados DETER-B, considerando os padrões encontrados nas imagens AWiFS.....	14

## **1. Introdução**

Este documento apresenta a metodologia para o sistema DETER- B como parte do plano de desenvolvimento do Sistema DETER (Detecção de Desmatamento em Tempo Quase Real). Atualmente, o DETER utiliza imagens do sensor MODIS/TERRA, com alta frequência temporal, mas limitada resolução espacial (250 m), para mapeamento diário das áreas desflorestadas em formações florestais na Amazônia, com esta resolução moderada, o DETER detecta somente eventos maiores que 0,25 km<sup>2</sup> (25 ha). A exatidão dos alertas do Sistema DETER é maior que 90%, sendo que aproximadamente 65% correspondem a desmatamento por corte raso e 30% a evidências de degradação florestal (INPE, 2008).

Deste modo, dentro da família de sistemas de alerta, pretende-se desenvolver e operacionalizar dois novos sistemas, o DETER-B que utilizará sensores com resolução de 60 m e o DETER-C com dados de sensores da classe LANDSAT, de 20 a 30 m.

A proposta de implementação do DETER-B, faz parte do Plano de Desenvolvimento do Sistema DETER. Espera-se aumentar a capacidade de análise de dados de resolução moderada, de modo a melhorar a exatidão da detecção de novos desmatamentos, introduzir a qualificação dos alertas dos sistemas DETER em classes de desmatamento, degradação florestal e exploração de madeira em áreas inferiores a 25 ha, mantendo a capacidade de gerar estimativas em tempo quase real da área desmatada na Amazônia.

O sistema DETER-B está sendo desenvolvido com dados do sensor AWIFS (*Advanced Wide Field Sensor*), a bordo do satélite RESOURCESAT 2, com resolução espacial de 56 metros (ISRO, 2014), permite o monitoramento com área de mapeamento superior a 1 ha. É possível também a discriminação dos alertas em classes de desmatamento e de degradação florestal. A melhor resolução espacial permite também identificar áreas com evidências de exploração florestal e qualificar desmatamentos por atividade de mineração, particularmente o garimpo artesanal (Diniz et al., 2015).

Logo após a utilização inicial dos dados do sensor AWIFS, os dados do sensor WFI (*Wide Field Imager*) do satélite sino-brasileiro CBERS-4, com resolução espacial de 64m foram assimilados no sistema DETER-B. A Tabela 1 apresenta as suas características.

TABELA 1. Características dos sensores WFI e AWiFS.

Características	WFI	AWiFS
Origem do dado	INPE-BR/CAST-CH	NRSC - Índia
Resolução Temporal	5 dias	5 dias
Resolução Espacial	64 m	56 m
Área Imageada	866 Km	740 Km
Resolução Radiométrica	10 bits	12 bits
Bandas Espectrais ( $\mu\text{m}$ )	B13: 0,45-0,52 (azul)	B2 → 0,52-0,59 (verde)
	B14: 0,52-0,59 (verde)	B3 → 0,62 – 0,68 (vermelho)
	B15: 0,63-0,69 (vermelho)	B4 → 0,77 – 0,86 (IVP)
	B16: 0,77-0,89 (IVP)	B5 → 1,55 – 1,70 (IVM)
Correção Geométrica	Com correção de sistema	Ortorretificada

## 2. Descrição das classes de alerta

As classes mapeadas pelo sistema do DETER-B estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Classes mapeadas pelo Sistema DETER-B (sensor AWiFS).

CLASSES DE ALERTA	
Nível 1	Nível 2
DESMATAMENTO	Com solo exposto
	Com vegetação
	Mineração
DEGRADAÇÃO	Cicatriz de incêndio florestal/ Degradação
EXPLORAÇÃO MADEIREIRA	*Corte seletivo (Desordenado/ Geométrico)

\* Durante o período de consolidação metodológica o dado de corte seletivo não foi qualificado em Desordenado e Geométrico, sendo anteriormente classificado apenas como Corte seletivo.

### CLASSES DE DESMATAMENTO

**Desmatamento:** é a remoção total da cobertura florestal, independentemente do uso destinado para a área desmatada. O processo do desmatamento pode se dar por corte raso, quando a cobertura florestal é abruptamente removida em uma única intervenção, ou pode ser o resultado de eventos de degradação recursivos que levam ao colapso completo da estrutura florestal da vegetação.

**Desmatamento com vegetação:** são áreas em que há evidência de desmatamento, mas a área desmatada se encontra com sinais de uma cobertura vegetal. São casos em que há um lapso de tempo entre a ocorrência do corte raso e a sua detecção, ocasionado pela cobertura de nuvens entre um evento e outro, ou o resultado final da degradação recursiva.

**Mineração:** desmatamento causado por atividade de extração mineral. Predomina nesta classe atividades de garimpo artesanal.

### **CLASSE DE DEGRADAÇÃO**

**Cicatriz de incêndio florestal:** é caracterizada pela presença de áreas atingidas por fogo, podendo ou não haver vegetação arbórea.

**Degradação:** é caracterizado pela perda de dossel florestal e consequente exposição do solo, onde há vegetação geralmente indivíduos arbóreos em estágios iniciais e intermediário inicial de sucessão. No geral, estas áreas não apresentam mudança de uso e cobertura ao longo dos anos de análise. Este processo é decorrente da intervenção antrópica provocado principalmente por exploração florestal convencional (pilhagem) de indivíduos de interesse comercial e/ou por fogo. Salienta-se que o grau de intensidade não é determinado pelo fotointérprete, pois por análise visual não é possível verificar o grau de cobertura de copa da vegetação em relação as áreas expostas de solo.

### **CLASSES DE EXPLORAÇÃO MADEIREIRA**

As classes de exploração madeireira seguem padrões distintos, o que em suma são decorrentes da forma em que tal atividade é desenvolvida.

**Corte seletivo tipo 1 (Desordenado):** é considerado uma exploração convencional, onde os indivíduos de interesse comercial são removidos sem planejamento prévio, denotado pela forma desordenada de estradas e ramais no interior da floresta e com a presença de pátios de estocagem com dimensões irregulares e dispostos de forma aleatória.

**Corte seletivo tipo 2 (Geométrico):** é considerado uma exploração baseada em um plano de manejo, em que percebe-se o planejamento prévio evidenciado pelo padrão regular entre as estradas e pátios de estocagem no interior da floresta.

Destaca-se que a definição das classes de corte seletivo baseia-se somente na interpretação da imagem e no padrão observado, não sendo possível determinar o grau de intervenção florestal nessas áreas (nº de árvores abatidas por hectare, volume extraído e impacto secundário no interior da floresta).

Além destas classes de atividade na cobertura florestal, é fornecido também um mapa de área não observada. Este é um produto mensal, que representa as áreas cobertas por nuvens e suas sombras e eventuais ausências de cobertura de imagem. Este produto auxilia a interpretação dos resultados do mapeamento, pois evita ambiguidade na determinação de regiões com ausência de atividade das classes mapeadas.

### **3. Pressupostos adotados**

Para o desenvolvimento do DETER-B foram adotados alguns pressupostos que definem os conceitos trabalhados no projeto e norteiam a metodologia elaborada, a saber:

- a) No DETER-B, todo desmatamento identificado numa imagem e que não tenha sido detectado anteriormente pelo Sistema PRODES é considerado desmatamento novo.
- b) Desmatamento na região Amazônica pode não ser um evento imediato, como um corte raso, mas o resultado de um processo. A conversão de floresta primária até o estágio de corte raso pode levar de alguns meses até vários anos para ser concluída, passando por vários níveis de degradação;
- c) O tempo de ocorrência das intervenções na cobertura florestal é distinto da sua oportunidade de detecção, que é quando uma proporção de exposição de solo e a ausência de cobertura de nuvens permitem a sua identificação e mapeamento. Assim, os dados do DETER-B podem incluir áreas desmatadas ou alteradas em períodos anteriores ao do mês de mapeamento;
- d) A área mínima de mapeamento pelo DETER-B é compatível com as resoluções espaciais dos sensores utilizados. Eventos de intervenção na cobertura florestal

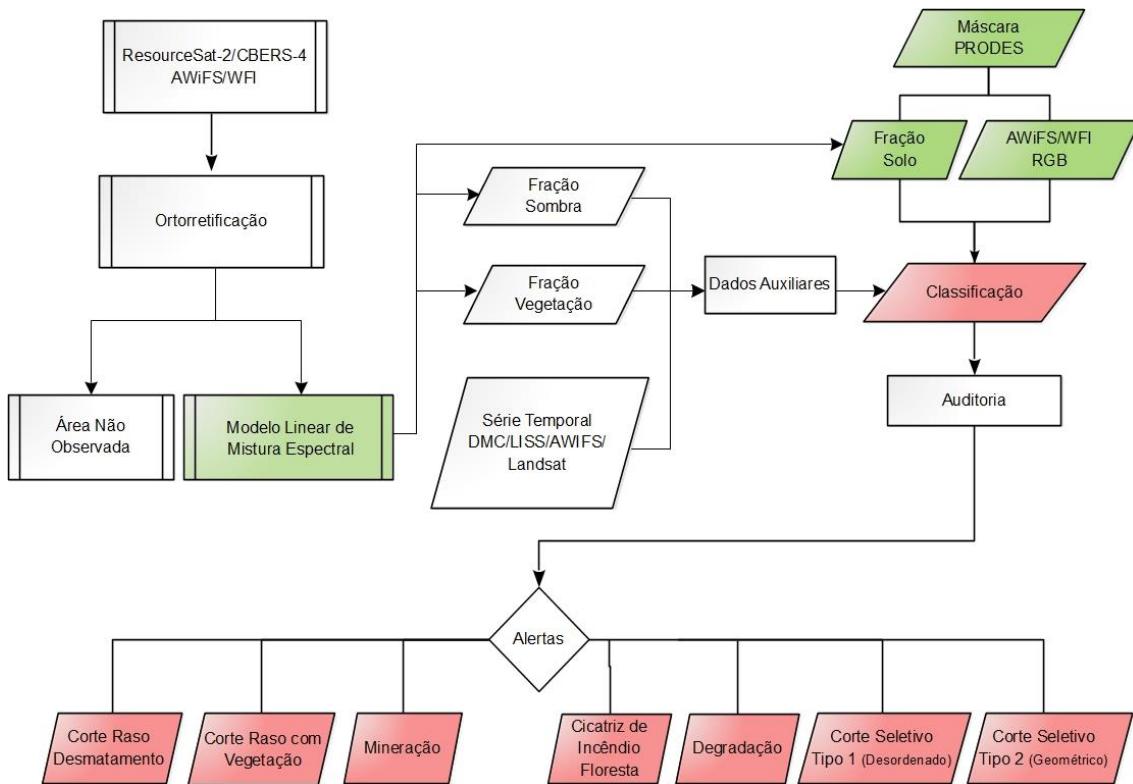
com tamanho superior a 1 ha podem ser detectados e serão enviados para fins de fiscalização por instituições responsáveis pelo controle do desmatamento ilegal, porém não serão disponibilizados para publicação. A divulgação pública dos dados do DETER-B terá como área mínima de mapeamento 6,25 ha.

- e) Há regiões de maior pressão de desmatamento e demais intervenções na cobertura florestal na Amazônia. Isto é evidente no histórico de desmatamento e de queimadas registrado nos programas de monitoramento do INPE, PRODES (<http://www.obt.inpe.br/prodes/>) e **QUEIMADAS** (<http://www.inpe.br/queimadas/>). Por isso, o monitoramento do DETER-B terá prioridades regionalizadas: nas áreas de maior atividade destas intervenções o monitoramento será com a utilização de todas as imagens disponíveis e nas demais áreas bastará uma observação por mês para identificar eventuais novas frentes de desmatamento.

#### **4. Análise de imagem**

O método utilizado para a detecção das intervenções na cobertura florestal, no sistema DETER-B, consiste nas seguintes etapas (Figura 1):

- a) Seleção de imagens;
- b) Verificação da qualidade geométrica dos dados;
- c) Mapeamento das áreas não observadas devido à presença de nuvens por meio da utilização do algoritmo de detecção de nuvens;
- d) Edição das áreas de nuvens e respectivas sombras para definição da área útil de observação;
- e) Transformação dos dados radiométricos das imagens em imagens-fração (vegetação, solo e sombra) por meio da aplicação do algoritmo Modelo Linear de Mistura Espectral;
- f) Interpretação visual das classes de interesse, a saber: Desmatamento com solo exposto, Desmatamento com vegetação, Mineração, Cicatriz de incêndio florestal/Degradação, Corte seletivo (Desordenado/Geométrico).
- g) Auditoria da interpretação;



**Figura 1 – Fluxograma da Metodologia Deter-B.**

## 5. Aquisição das Imagens

As imagens são adquiridas por meio do catálogo de imagens, mantido pela Divisão de Geração de Imagens do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>), livre de custos a qualquer usuário. Os dados AWIFS são disponibilizadas em quadrantes, para todas as bandas, com a seguinte nomenclatura: A (noroeste), B (nordeste), C (sudoeste) e D (sudeste). As bandas 5, 4 e 3, correspondentes às regiões do espectro eletromagnético do infravermelho médio (1,55-1,70 μm), infravermelho próximo (0,77-0,86 μm) e vermelho (0,62-0,68 μm), são utilizadas no processamento. Os dados ResourceSat-2 são disponibilizados para *download* com ortorretificação, bem como os seus respectivos RPCs (*Rational Polynomial Coefficients*). Todavia, a qualidade geométrica das imagens AWIFS é avaliada e, quando necessário, estas são ortorretificadas utilizando seus RPCs.

Já os dados WFI, adquiridos do mesmo catálogo de imagens são disponibilizados em bandas e utilizadas na composição 15, 16 e 14, correspondentes à região do espectro eletromagnético do vermelho (0,63-0,69 μm), infravermelho próximo (0,77-

0,89 µm), e ao verde (0,52-0,59 µm), sendo que a qualidade geométrica é aferida por análise visual das imagens já fornecidas com correção de sistema.

É realizada a análise visual da cena, anterior a aquisição da mesma, sendo selecionadas apenas imagens cuja cobertura de nuvens permita ao menos sua interpretação parcial.

## **6. Organização do Banco de Dados**

As imagens selecionadas são inseridas no banco de dados PostGIS no aplicativo TerraAmazon, o qual baseia-se na tecnologia aberta da Terralib, o qual foi desenvolvido para sistematizar a base de dados resultante do monitoramento por satélites do desmatamento na Amazônia. O aplicativo em questão ainda oferece ferramentas de processamento digital de imagens, edição e consultas, próprias de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), o qual permite que sejam criados algoritmos de consistência, que impedem a geração de polígonos espúrios e permite a análise conjunta dos dados vetoriais e tabulares.

O banco de dados também terá uma estratificação da área de monitoramento em regiões de alta prioridade e regiões de baixa prioridade. Estas regiões serão definidas com base nas últimas versões do mapa de desmatamento do PRODES e da integração dos focos de calor ocorridos durante o último ano, sendo atualizadas anualmente.

## **7. Geração da Máscara de Nuvens**

As áreas encobertas por nuvens e as com restrição de observação por suas respectivas sombras são semi-automaticamente identificadas por meio do algoritmo *Cloud Detection* (Abreu et al., 2013; Moraes et al. 2013), que requer a definição empírica de limiares de corte estabelecido para cada imagem. Posteriormente, é feito a edição deste resultado por análise visual, para evitar perda de áreas utilizáveis na imagem, que porventura venham a ser incluídas por este procedimento.

## **8. Modelo Linear de Mistura Espectral**

O modelo linear de mistura espectral (MLME) visa estimar a proporção das componentes solo, vegetação e sombra, para cada pixel da imagem, a partir da

resposta espectral nas diversas bandas, gerando as imagens-fração solo, vegetação e sombra, reduzindo a dimensionalidade dos dados e principalmente realçando alvos específicos de interesse (Shimabukuro e Smith, 1991). As bandas 3, 4 e 5 do AWIFS e 15, 16 e 14 do WFI são utilizadas, formando um sistema de equações lineares que pode ser resolvido utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ponderados. O modelo de mistura espectral pode ser escrito como:

$$r_i = a * \text{vege}_i + b * \text{solo}_i + c * \text{sombra}_i + e_i,$$

onde,

$i$  se refere as bandas do sensor AWiFS/WFI;  $r_i$  é o valor do pixel na banda  $i$ ;  $a$ ,  $b$  e  $c$  são proporções no pixel dos componentes de vegetação, solo e sombra/água, respectivamente, a serem determinadas;  $\text{vege}_i$ ,  $\text{solo}_i$  e  $\text{sombra}_i$  correspondem as respostas espetrais de cada uma das componentes citadas na banda  $i$ ;  $e_i$  é o erro de estimação intrínseco para a banda  $i$ .

Os resultados do algoritmo são três imagens informativas, referentes à proporção de solo, vegetação e sombra/água e uma imagem de resíduo do modelo.

## 9. Estratégia de Mapeamento

A fração solo é utilizada como base para a interpretação visual das classes de interesseresultante do MLME gerado. As imagens composição colorida falsa cor, do sensor AWiFS e do WFI, suas respectivas frações sombra e vegetação e uma extensa série temporal das imagens Landsat (*Land Remote Sensing Satellite*), DMC (*Disaster Monitoring Constellation*) e LISS 3 (*Linear Imaging Self-Scanning Sensor-3*) são utilizadas como dados auxiliares ao mapeamento. Sendo assim, a mesma estratégia de mapeamento é utilizada para os dados do sensor AWFI e WFI.

A área a ser mapeada é definida pela sobreposição da imagem com um agregado de dados vetoriais (máscara) gerados pelo Programa de Cálculo de Desflorestamento da Amazônia por corte raso (PRODES), atualizada a cada produto do DETER-B para evitar múltipla detecção, sendo que os alertas de desmatamento após 5 dias da detecção não são mais alterados, restrita pela máscara de nuvens. A máscara PRODES agrupa todo o histórico de desmatamento (corte raso) mapeado desde 1988,

juntamente com as áreas representadas por não floresta e hidrografia. Esta máscara é utilizada para evitar que desmatamentos antigos identificados pelo PRODES sejam novamente contabilizados pelo sistema DETER-B.

Em adição, somente as classes de degradação e exploração florestal serão alteradas, somente se no processo de dinâmica de alteração da cobertura florestal estas convergirem total ou parcialmente para áreas desmatadas.

As classes de mapeamento são definidas em dois níveis de alerta.

- **Classes de alerta de desmatamento (Nível 1)**

As classes Desmatamento com solo exposto, Desmatamento com vegetação, Mineração e Inundação por barragem são permanentes ao longo do ano, ou seja, uma vez mapeadas permanecem inalteradas até o fim do mapeamento anual. Essas classes serão atualizadas após a produção do mapa oficial de desmatamento no projeto PRODES ([www.obt.inpe.br/prodes](http://www.obt.inpe.br/prodes)), produzido pelo INPE.

- **Classes de alerta de exploração madeireira e degradação (Nível 2)**

As classes de Cicatriz de incêndio florestal/ Degradação e Corte seletivo (Desordenado/ Geométrico) são mapeadas mês a mês, podendo acontecer da representação de um polígono ser recorrente enquanto evidente nas imagens.

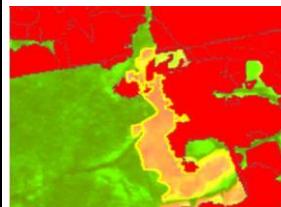
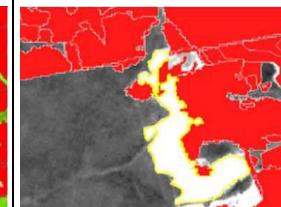
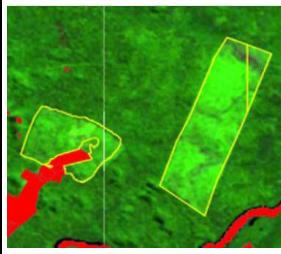
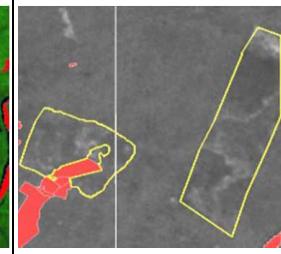
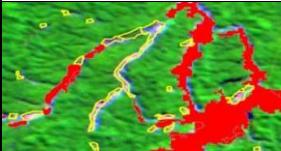
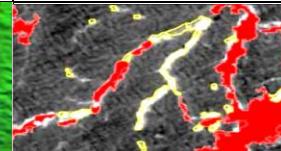
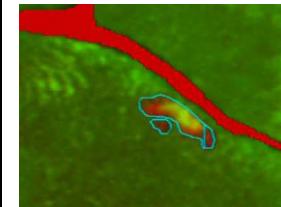
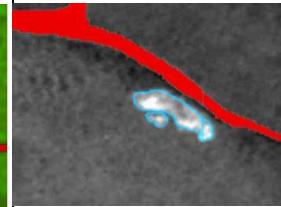
## **10. Critérios de interpretação visual**

A identificação do padrão de alteração da cobertura florestal é feita com base em 5 (cinco) principais elementos para a interpretação: cor, tonalidade, textura, forma e contexto.

No processo de interpretação, trabalha-se com bandas espectrais sensíveis à contribuição do solo e da vegetação, gerando padrões de cobertura da terra intuitivos à detecção pelo olho humano, para auxílio na identificação dos padrões observados. As bandas AWiFS 5, 4 e 3, correspondentes às regiões do espectro eletromagnético do infravermelho médio (1,55-1,70 μm), infravermelho próximo (0,77-0,86 μm) e vermelho (0,62-0,68 μm), são associadas respectivamente aos canais vermelho, verde e azul. Já no sensor WFI, as bandas espectrais utilizadas, também sensíveis à contribuição do solo e da vegetação, correspondem ao vermelho (0,63-0,69 μm), infravermelho próximo (0,77-0,89 μm) e ao verde (0,52-0,59μm).

Na Tabela 3 são apresentados os critérios de fotointerpretação e os padrões e tipos de cobertura da terra observados nas imagens que definem as diferentes feições. Todavia, algumas destas feições são agrupadas em uma mesma classe (Degradação e Exploração Madeireira), correspondente ao nível 1 de alerta.

**TABELA 3 – Critérios utilizados na chave de interpretação dos dados DETER-B, considerando os padrões encontrados nas imagens AWiFS.**

NÍVEL 1	CLASSEs (NÍVEL 2)	COMPOSIÇÃO COLORIDA	IMAGEM FRAÇÃO SOLO	IMAGEM DE CAMPO	CHAVE DE INTERPRETAÇÃO NA COMPOSIÇÃO COLORIDA 5(R), 4(G) e 3(B)	CHAVE DE INTERPRETAÇÃO NA FRAÇÃO SOLO
DESMATAMENTO	Desmatamento com solo exposto				<p><b>Cor:</b> Magenta  <b>Tonalidade:</b> Claro  <b>Textura:</b> Lisa  <b>Forma:</b> Regular  <b>Contexto:</b> Limites bem definidos entre o polígono (solo exposto) e a matriz florestal.</p>	<p><b>Cor:</b> Cinza  <b>Tonalidade:</b> Claro  <b>Textura:</b> Lisa  <b>Forma:</b> Regular  <b>Contexto:</b> Limites bem definidos entre o polígono (solo exposto) e a matriz florestal.</p>
	Desmatamento com vegetação				<p><b>Cor:</b> Verde  <b>Tonalidade:</b> Claro  <b>Textura:</b> Lisa  <b>Forma:</b> Regular  <b>Contexto:</b> Áreas de vegetação rasteira em formação. Essas feições são mais evidentes nas imagens composição colorida e fração vegetação.</p>	<p><b>Cor:</b> Cinza  <b>Tonalidade:</b> Escuro  <b>Textura:</b> Lisa  <b>Forma:</b> Regular  <b>Contexto:</b> Áreas de vegetação rasteira em formação. Essas feições são mais evidentes nas imagens composição colorida e fração vegetação.</p>
	Mineração				<p><b>Cor:</b> Magenta ou Azul  <b>Tonalidade:</b> Claro  <b>Textura:</b> Rugosa  <b>Forma:</b> Irregular  <b>Contexto:</b> Seus limites são associados a rios e canais.</p>	<p><b>Cor:</b> Cinza  <b>Tonalidade:</b> Claro  <b>Textura:</b> Rugosa  <b>Forma:</b> Irregular  <b>Contexto:</b> Seus limites são normalmente associados a canais de drenagem.</p>
DEGRADAÇÃO	Degradação				<p><b>Cor:</b> Verde e Magenta  <b>Tonalidade:</b> Média  <b>Textura:</b> Rugosa  <b>Forma:</b> Irregular  <b>Contexto:</b> Tonalidades de verde e magenta misturados, relacionados à presença de clareiras, solo exposto e vegetação secundária.</p>	<p><b>Cor:</b> Cinza  <b>Tonalidade:</b> Claro  <b>Textura:</b> Rugosa  <b>Forma:</b> Irregular  <b>Contexto:</b> Predomínio de tons cinza-claro, associados à presença de clareiras, solo exposto e vegetação secundária.</p>

	Cicatriz de incêndio florestal		Cor: Verde e Magenta Tonalidade: Média Textura: Rugosa Forma: Irregular <b>Contexto:</b> Tonalidade verde clara em associação com manchas que apresentam padrão de floresta e/ou solo exposto. Pode ou não apresentar círculos concêntricos	Cor: Cinza Tonalidade: Média/Claro Textura: Rugosa Forma: Irregular <b>Contexto:</b> Predomínio de tonalidade cinza médio ou claro que a matriz de floresta. Pode ou não apresentar círculos concêntricos
EXPLORAÇÃO MADEIREIRA	Corte Seletivo Tipo 1 (Desordenado)		Cor: Verde Tonalidade: Escuro Textura: Rugosa Forma: Irregular <b>Contexto:</b> Predomínio de tonalidade verde escuro com presença mínima de tons verde claro e/ou magenta.	Cor: Cinza/Branco Tonalidade: Claro Textura: Rugosa Forma: Irregular <b>Contexto:</b> Predomínio de tonalidade cinza escuro com presença de pontos cinza claro, distribuídos de forma irregular. Essas feições são mais evidentes na componente fração solo.
	Corte Seletivo Tipo 2 (Geométrico)		Cor: Verde Tonalidade: Escuro Textura: Rugosa Forma: Regular <b>Contexto:</b> Predomínio da cor verde, com presença de feições circulares/retangulares (pontos) de cor magenta de tamanho pequeno, com padrão geométrico bem definido.	Cor: Cinza/Branco Tonalidade: Claro Textura: Rugosa Forma: Regular <b>Contexto:</b> Predomínio de tonalidade cinza claro com presenças de feições de tons mais escuro, de tamanho pequeno, com padrão geométrico bem definido. Essas feições são mais evidentes na componente fração solo.

\*Neste projeto, exploração florestal só é considerada degradação quando é realizada de forma desordenada, apresentando um padrão espacial irregular de pátios de estocagem e estradas.

## **11. Auditoria**

Após a classificação vetorial gerada na interpretação visual das imagens, os polígonos detectados pelo DETER-B passam por um processo de revisão, no qual auditores conferem a identificação e os limites dos polígonos mapeados. Caso seja necessário, os polígonos são editados, antes de serem enviados para o IBAMA.

## **12. Procedimento de gerência e divulgação dos resultados**

O método utilizado para a divulgação dos produtos do DETER-B das intervenções na cobertura florestal consiste nas seguintes etapas:

- a) Disponibilização de dados às instituições responsáveis pela fiscalização por meio do web service TerraBrasilis®, desenvolvido pelo INPE;
- b) Arquivamento dos produtos no banco de dados DETER-B;
- c) Divulgação pública do relatório com estatísticas globais e estratificadas por Estado e dos mapas na rede em formato vetorial, conforme as diretrizes constantes no acordo de cooperação técnica firmado entre o INPE e IBAMA, em 2017.

## **13. Referências**

- ABREU, E. S.; FONSECA, L. M. G.; SANTOS, C. P. F.; RIBEIRO, V. O. 2013. “CloudDetection Tool” – Uma ferramenta para a detecção de nuvens e sombras em imagens de satélite. In: Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 4234-4241, abril de 2013.
- DINIZ, C. G.; SOUZA, A. A. A; SANTOS, D. C; DIAS, M. C; LUZ, N. C.; MORAES, R.V.; MAIA, J.S.; GOMES, A. R.; NARVAES, I. S.; VALERIANO, D. M.; MAURANO, L. E. P.; ADAMI, M. DETER-B: the new amazon near real-time deforestation detection system. Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE Journal of, 8(7), 3619-3628, 2015.
- INPE. 2008. Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia por Satélites. São José dos Campos- SP: Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 179 p. Disponível em:<http://www.obt.inpe.br/deter/RelatorioMonitoramento.pdf>

ISRO. 2014. Resourcesat -2: AWiFS (Advanced Wide Field Sensor). Bangalore - India: Government of India, Department of Space, Indian Space Research Organization – ISRO. Disponível em:<http://www.isro.gov.in/Spacecraft/resourcesat-2>. Acesso em: 15 Abr. 2015.

MORAES, D., R. V.; SADECK, L. W. R.; MIRANDA, M. V. C.; LOPES, M. G. M.; MAIA, J. S.; ADAMI, M.; GOMES, A. R.; 2013. Semiautomatic detection of clouds and shadows on AWiFS images using the cloud detection tool. In: II LARS – Latin American Remote Sensing Week; ISPRS – Regional ISPRS Conference, 2013. Disponível em: <http://www.lars.cl/index.php/en/>. Acesso em: 15 Abr. 2015.

SHIMABUKURO, Y. E.; SMITH, J. A. 1991. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 29, n. 1, p. 16-20.