

## **Sistema Deter-Awifs; Avaliação do uso de Imagens Awifs para detecção do desflorestamento em tempo real**

Cesar Guerreiro Diniz<sup>1</sup>  
Rosana Sumya Gurgel<sup>1</sup>  
Mirian Corrêa Dias<sup>1</sup>  
Alessandra Rodrigues Gomes<sup>1</sup>  
Claudio Aparecido de Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Centro Regional da Amazônia – CRA  
Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá, 2651  
CEP - 66077-830- Belém - PA, Brasil

{cesar.diniz, rosana.sumya, mirian.dias, alessandra.gomes, claudio.alemida}@inpe.br

**Abstract.** Considering the possibility of replacing the MODIS images due to its major limitation for detecting deforestation polygons smaller than 25 ha), the Regional Center of the Amazon - CRA INPE began an experimental activity for mapping deforestation with AWIFS images using similar methodology to the DETER system. The experimental system is name DETER-AWFIS and it is here evaluated using the DETER project as reference.

**Palavras-chave:** DETER, Awifs, MODIS

### **1. Introdução**

Há mais de duas décadas o INPE fornece à sociedade brasileira, através do projeto PRODES, informações sobre a dinâmica anual do desmatamento da cobertura florestal na Amazônia Legal. Com objetivo principal de fornecer o cálculo das taxas anuais de desflorestamento.

Apesar da grande importância do projeto PRODES para o monitoramento da floresta e o estabelecimento de políticas públicas, as séries históricas produzidas e as taxas anuais de desmatamento, devido ao longo tempo que levam para serem produzidas, não permitem rápida identificação de áreas em estágios de degradação inicial ou intermediária, não sendo possível estabelecer ações preventivas e de fiscalização necessárias para desaceleração ou reversão do processo de desmatamento.

A partir de maio de 2004 é criado pelo INPE o projeto DETER, um sistema de detecção de desmatamento em tempo quase real, desenvolvido como um sistema de Alerta para suporte à fiscalização e controle de desmatamento e desde a sua criação se tornou uma ferramenta importante para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, que passou a receber mapas contendo alertas de desmatamento atualizados a cada 15 dias.

Atualmente, o DETER utiliza imagens do sensor MODIS a bordo do satélite TERRA. Este satélite tem como principal característica a alta resolução temporal, que possibilita recobrir toda Amazônia Legal a cada 2 dias, mas devido a sua resolução espacial, suas imagens permitem somente a detecção de desmatamentos de áreas maiores que 25ha, teorema de Nyquist-Shannon (Shannon, 1998).

Entretanto na última década às séries históricas do PRODES apontam uma redução do tamanho dos polígonos de desmatamento, esta redução adere ao DETER maior limitação no mapeamento do desmatamento, já que não é possível a detecção de polígonos menores que 25 ha e há pouca eficácia nos polígonos na faixa de 25 a 100 ha (Escada et al, 2011). Em 2002

os polígonos menores que 25 ha representavam menos de 30% do total dos polígonos do PRODES, enquanto em 2010 esta faixa passou a representar aproximadamente 60% dos polígonos. (PRODES 2010).

Em fevereiro de 2010, o INPE passou a receber em sua estação de Cuiabá/MT, as imagens geradas pelo satélite indiano, Indian Remote Sensing Satellite - IRS/P6 ou RESOURCESAT-1, que tem a bordo dois sensores: LISS-3 com resolução espacial de 24 metros, 24 dias de revisita, possui bandas espectrais na faixa do verde, vermelho, infravermelho próximo e médio e 141 x 141 km de área imageada por cena; e AWFIS que opera na mesma faixa do espectro do sensor LISS-3, mas com resolução espacial de 56 metros, cinco dias de revisita e área imageada de 700 x 700 km.

Considerando a possibilidade de substituir as imagens MODIS que apresentam grande limitação para a detecção de polígonos pequenos de desmatamento (menores que 25 ha), o Centro Regional da Amazônia – CRA do INPE iniciou uma atividade experimental de mapeamento do desmatamento com imagens AWFIS utilizando metodologia semelhante ao do sistema DETER. O sistema experimental é batizado como DETER-AWFIS.

Este trabalho tem por objetivo analisar um subconjunto de dados do sistema AWFIS, produzidos em Junho de 2012, avaliando-os de forma comparativa com o sistema DETER-MODIS. As análises dão ênfase aos resultados obtidos com o cruzamento do desmatamento por faixas de tamanho, considerando que a tendência atual, observada com os dados do PRODES, é de redução do tamanho das áreas desmatadas (INPE, 2008).

## **2. Metodologia de Trabalho.**

Para fazer as análises e comparações necessárias com os dados do DETER AWFIS e DETER MODIS foi utilizada a metodologia semelhante à desenvolvida pela equipe do Programa Amazônia da OBT (INPE, 2008; Escada et al, 2011) para análise dos dados do DETER-MODIS tendo como referência os dados do PRODES e do DEGRAD.

O método consiste em cruzar os dados do sistema a ser avaliado, DETER-AWFIS, com os dados do sistema de referência DETER MODIS. Uma janela temporal de 1 (um) mês foi estabelecida, de 1 à 31 de Junho de 2012. A área de estudo localiza-se a norte do estado do Mato-Grosso, perfazendo uma área de 1.7 milhões de km<sup>2</sup>.

Os dados mensais do DETER AWFIS foram produzidos no sistema TerraAmazon v.4.3.1, intersectados pela área de interesse e agrupados em um único arquivo, mantendo a diferenciação entre polígonos de corte raso, degradação, corte-seletivo, indicio, cicatriz de queimada. Este mesmo procedimento foi realizado para os dados mensais do sistema MODIS, agrupando-os em um único arquivo, mantendo a diferenciação entre polígonos de alerta e indicio. Por fim, foi realizada uma operação de intersecção entre estes dados. Este cruzamento gerou um conjunto de polígonos obtidos a partir da área comum (intersecção) entre os dados do DETER AWFIS e do MODIS, mantendo-se a informação da área original do polígono em cada sistema. Este procedimento permite estimar quanto da área mapeada pelo DETER AWFIS foi também mapeada e confirmada pelo sistema de referência MODIS.

### 3. Resultados e Discussão

Para obterem-se os subsídios necessários à avaliação da coerência e consistência entre os dois sistemas, DETER MODIS e DETER AWIFS, foram realizadas análises dos resultados dos de cada sistema isoladamente e dos resultados dos cruzamentos entre os dois conjuntos de dados. Em um cenário geral, levando-se em consideração apenas a intercessão dos dados com a área de interesse, o sistema AWIFS mapeou 1039926,07 ha (393 polígonos), enquanto o sistema MODIS mapeou 662113,47 ha (298 polígonos), figura 1.

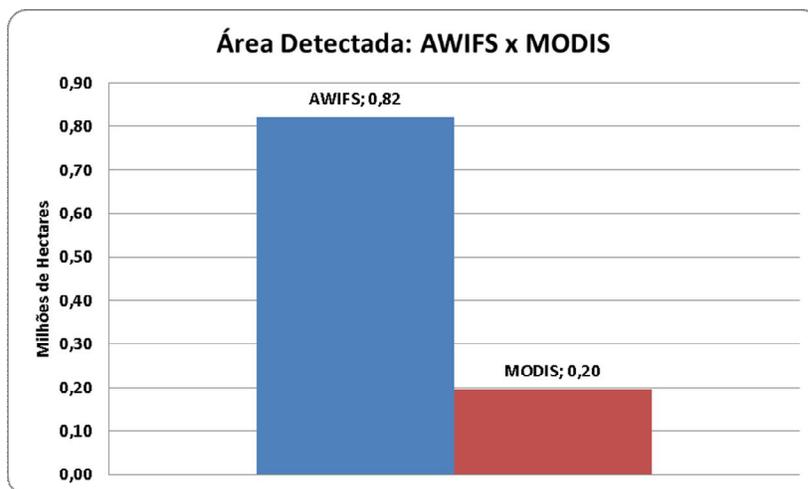


Figura 1- Área total detectada por ambos os sistemas. Em azul, sistema Awifs, em vermelho, sistema MODIS

A figura 1 aponta uma detecção total 1,57 vezes maior no sistema DETER AWIFS em comparação ao sistema DETER MODIS. Este fato está dentro do comportamento esperado para os dois sistemas e está atrelado as melhores resoluções espaciais e espectrais do sistema AWIFS (56m e 10 bits x 250m e 8bits). Para melhor compreender esta diferença no total de detecções, as tabelas 1 e 2 qualificam e quantificam as detecções de ambos os sistemas agrupando-os por faixas de tamanho.

Tabela 1 – Qualificação e quantificação das detecções AWIFS por faixas de tamanho.

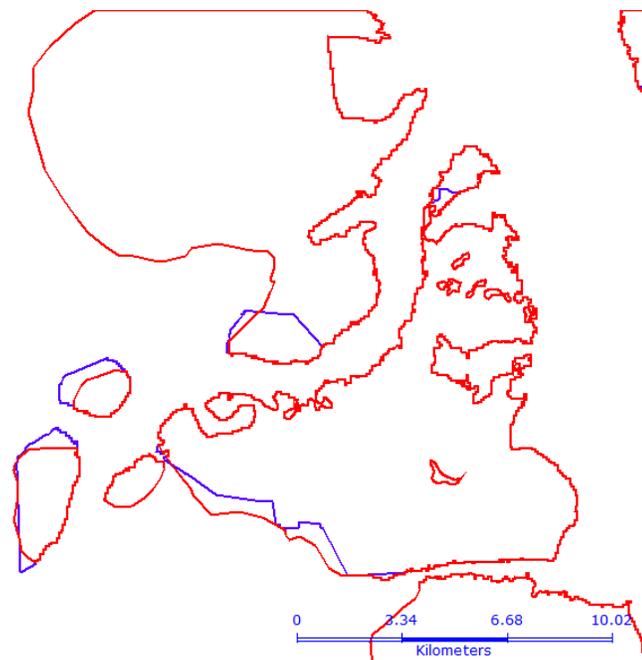
Faixas AWIFS (ha)	Area Awifs (ha)	Num. Pol (und.)	Num. Pol (%)	Area Awifs (%)
<10	2186,39	715	33,90	0,27
>=10 ; <20	4581,04	316	14,98	0,56
>=20 ; <50	12117,69	373	17,69	1,47
>=50 ; <100	14762,88	210	9,96	1,80
>=100 ; <200	20644,50	145	6,88	2,51
>=200 ; <500	39739,58	124	5,88	4,84
>=500	727540,13	226	10,72	88,55
<b>TOTAL</b>	<b>821572,21</b>	<b>2109</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabela 2 - Qualificação e quantificação das detecções MODIS por faixas de tamanho.**

Faixas MODIS (ha)	Area MODIS (ha)	Num. Pol (und.)	Num.Pol (%)	AreaMODIS (%)
<10	5,78	3	0,79	0,00
>=10 ; <20	0,00	0	0,00	0,00
>=20 ; <50	2248,39	59	15,49	1,15
>=50 ; <100	7130,41	101	26,51	3,64
>=100 ; <200	10422,72	76	19,95	5,32
>=200 ; <500	21431,15	67	17,59	10,93
>=500	154773,02	75	19,69	78,96
<b>TOTAL</b>	<b>196011,47</b>	<b>381</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Na tabela 1 estão agrupadas por faixa de tamanho as detecções AWIFS. Na última década às séries históricas do PRODES apontam uma redução do tamanho dos polígonos de desmatamento. Em 2010 os polígonos menores que 25 ha representavam aproximadamente 60% dos polígonos PRODES. (PRODES 2010). Esta redução está presente no padrão detectado pelo sistema AWIFS, onde por volta de 76 % das detecções pertencem à faixa  $\leq 100$  ha, sendo 49% menor que 20 ha. Na tabela 2, referente ao sistema MODIS, não há detecção nenhuma na faixa  $\leq 20$  ha e apenas 40% das detecções MODIS pertencem à faixa  $\leq 100$  ha. Em números absolutos, 1614 polígonos pertencem à faixa AWIFS  $\leq 100$  ha. No sistema MODIS esta mesma faixa apresenta 163 polígonos.

É natural e esperada a maior capacidade do sistema AWIFS em detectar polígonos pequenos ou muito pequenos. Entretanto as tabelas 1 e 2 também apontam maiores somatórios de área e de polígonos detectados na faixa  $\geq 500$ , tabelas 1, 2 e figura 2.



**Figura 2 – Em vermelho polígonos de Cicatrizes de Queimada, DETER AWIFS. Em azul, Indícios, DETER-B.**

Esta diferença pode estar relacionada às melhores resoluções espacial e espectral AWIFS. Postas juntas estas características espaciais e espectrais do sensor aderem ao sistema AWIFS maior sensibilidade na detecção algumas feições particulares como, por exemplo, cicatrizes de queimada em regeneração, degradações antigas e cortes-seletivos, todos estes não são detectados pelo sistema DETER MODIS, como mostrado na figura 2.

Até este paragrafo nenhuma das análises fez distinção ao tipo de desmatamento mapeado pelos sistemas. Na tabela 3, são consideradas apenas as classes CORTE RASO e ALERTA.

**Tabela 3 - Qualificação e quantificação de CORTES RASOS AWIFS por faixas de tamanho.**

AWIFS				
Faixas (ha)	Area Awifs (ha)	Num. Pol Awifs	Num Pol (%)	Area AWIFS
<10	90,88	26	16,56	0,42
>=10 ; <20	215,70	14	8,92	1,00
>=20 ; <50	1104,69	34	21,66	5,14
>=50 ; <100	2025,33	28	17,83	9,43
>=100 ; <200	3248,03	25	15,92	15,12
>=200 ; <500	6050,83	21	13,38	28,17
>=500	8741,41	9	5,73	40,70
TOTAL	21476,85701	157	100	100

**Tabela 4 - Qualificação e quantificação de ALERTAS MODIS por faixas de tamanho.**

MODIS				
Faixas (ha)	Area MODIS (ha)	Num. Pol	Num. Pol (%)	Area MODIS (%)
<10	1,46	2	2,27	0,01
>=10 ; <20	0,00	0	0,00	0,00
>=20 ; <50	683,09	17	19,32	3,23
>=50 ; <100	2196,51	31	35,23	10,39
>=100 ; <200	2790,14	23	26,14	13,20
>=200 ; <500	1982,68	7	7,95	9,38
>=500	13481,72	8	9,09	63,79
TOTAL	21135,61	88	100,00	100,00

Ná análise exclusiva de CORTES RASOS e ALERTAS, tabelas 3 e 4, o sistema AWIFS corrobora com o padrão PRODES de desmatamento. Por volta de 50% das detecções de CORTE RASO estão agrupadas na faixa  $\leq 50$ , ao passo que esta mesma faixa representa 20% dos ALERTAS MODIS. Para a faixa  $\geq 500$ , o sistema MODIS detectou em torno de 1,5 vezes mais áreas desmatadas que o sistema AWIFS. Isto pode ser explicado pelo caráter generalista do sistema MODIS, resultado de uma resolução espacial de 250 metros, esta característica impede o melhor detalhamento da área de polígonos grandes ou muito grandes.

Em uma ultima análise, a coerência espacial entre os dois sistemas foi avaliada. Como há diferenças na resolução espacial dos sensores utilizados nos dois sistemas, o primeiro com 250 m e o segundo com 56 m, presume-se existirem diferenças entre a geometria e a localização espacial dos polígonos gerados nesses sistemas. Assim, após a inspeção

condicional dos dois conjuntos de dados simultaneamente, considerou-se que uma sobreposição de pelo menos 15% entre as áreas dos polígonos dos dois sistemas seria suficiente para considerar como acerto o polígono apontado pelo DETER AWFIS.

**Tabela 5 – Inspeção condicional, sobreposição  $\geq 15\%$ , considerada como acerto do Sistema AWFIS, tendo como referencia o sistema MODIS.**

Contagem VERDADEIRO/FALSO	Numero de Pligonos	Taxa de Acerto
VERDADEIRO	319	81,17048346
FALSO	74	18,82951654
Total	393	

#### 4. Conclusão

A tendência de redução do tamanho dos polígonos de desmatamento apontada pela série histórica do PRODES 2002 a 2010 indica que é necessário agregar imagens de resolução espacial mais fina no sistema de detecção de desmatamento em tempo real operado pelo INPE.

O desempenho desta versão do DETER AWFIS de 2012 se mostrou bastante satisfatória, principalmente na detecção de desmatamentos nas faixas de tamanho menor tamanho ( $< 100$  ha) atingindo um ganho substancial deste sistema em relação ao DETER MODIS. Entretanto para confirmar este desempenho uma comparação com o sistema PRODES deve ser considerado.

#### 5. Referências

ESCADA, M. I. S.; MAURANO, L. E; RENNÓ, C. Dom; AMARAL, S.; VALERIANO, D. M. Avaliação de dados dos Sistemas de Alerta da Amazônia: DETER e SAD. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. P. 2934-2943. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/39UG5JH>>. Acesso em: 09 nov. 2012.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Relatório Técnico Científico contendo avaliação detalhada do DETER 2006/2007. 2008. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/deter/avaliacao/RelatorioMonitoramento.pdf>> Acesso em: 10.nov.2012

Shannon, C. E. Communication in the Presence of Noise. Proceedings of the IEEE, vol 86, no 2. 1998. 4447 a 457 pp .