

## Capacitação Monitoramento de florestas por satélite nos continentes: um projeto institucional do INPE Amazônia

Carlos Eduardo Da Costa Mesia<sup>1</sup>  
Bianca Chaves Marcuartú<sup>1</sup>  
LuisWaldyr Rodrigues Sadeck<sup>2</sup>  
César Guerreiro Diniz<sup>2</sup>  
Rodrigo dos Santos<sup>1</sup>  
Luiz Cortinhas Ferreira Neto<sup>1</sup>  
Ellen Borges<sup>2</sup>  
Marcos Adami<sup>2</sup>  
Claudio Aparecido Almeida<sup>2</sup>  
Alessandra Rodrigues Gomes<sup>2</sup>

1 Organização do Tratado de Cooperação Amazônica  
SHIS – QI 05, Conjunto 16, casa 21 - Lago Sul - Brasília – DF, Brasil - CEP: 71615-160

{carlos.mesia,bianca.marcuartu, rodrigo.santos, luiz.neto\_otca}@inpe.br

2 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Centro Regional da Amazônia - Av. Perimetral, 2651 - 66077-830 – Belém – PA, Brasil  
{cesar.diniz, marcos.adami, claudio.almeida, alessandra.gomes}@inpe.br  
{luis.sadeck, ellen.miranda}@funcate.org.br

**Abstract.** The importance of forest management in the world to be practiced in a way that is politically correct, ecologically adequate, sustainable and fair has been the focus of numerous institutions and organizations that seek to put into practice a common standard that allows decision-making when conserving its forests. The initiatives of forest monitoring along with the concepts and techniques of remote sensing have been an active way of quantification and location of deforestation areas as it grants information that contributes to policy determinations and control and command actions to identify the impacts caused. In this sense, the National Institute for Space Research (INPE) in partnership with the Japan International Cooperation Agency (JICA), the Amazon Cooperation Treaty Organization (ACTO) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) through the CAPACITREE training project, since 2010, has been training technicians from countries of (America, Africa, Europe, Asia and Oceania, in forest monitoring technologies to the performance and dissemination of knowledge based on INPE experience with its forest monitoring projects using TerraAmazon system. The purpose of this paper is to present the results achieved in the training of technical professionals from countries of the continents mentioned in the period (2010-2016) which was held with the expectations of the proposed objectives, the technicians were competent to absorb the transferred knowledge that have been proposed, using methodologies or adjusting it to the forest monitoring in their respective countries.

**Palavras Chave:** INPE, INPE/CRA, Capacitree, Sistema TerraAmazon, OTCA, FAO, JICA

### 1. Introdução

As florestas tropicais são consideradas um tópico de relevância global, incomparáveis em prestação de serviços ambientais e que abrigam mais de 50% da diversidade biológica de todo o planeta, representando um fator essencial para a sobrevivência humana. De acordo com a Rainforest Foundation Norway (2014) apesar de ocuparem apenas 6% da superfície terrestre, e estarem concentradas na faixa equatorial na América, África,

Sudeste da Ásia e Oceania, as florestas tropicais têm papel importantíssimo para a regulação do clima mundial, o equilíbrio ambiental de biomas e a sobrevivência de muitas comunidades.

No entanto ainda ocorre um avanço constante do desmatamento nessas áreas e, segundo a FAO (2015), as áreas de floresta do mundo continuam a diminuir à medida que as populações aumentam e as terras são convertidas para a agricultura e outros usos. Aproximadamente 129 milhões de hectares de floresta foram perdidos desde 1990, sendo que a maior parte do desmatamento ocorreu nos trópicos. Esses resultados corroboram com o relatório anual do World Resources Institute (2014), que indica Serra Leoa, Libéria, Guiné, Guiné Bissau e Madagascar como os países que tiveram desflorestamento mais intenso no ano 2014. O relatório cita a exploração de madeira e óleo de palma como principais fatores de expansão do desmatamento na África, em contraste com a pecuária e cultivo de soja na América Latina.

Ao longo dos últimos 25 anos, a taxa de desmatamento líquido global foi reduzida em mais de 50%, em grande parte, devido à melhoria nas estratégias de manejo dos países, como o monitoramento dos recursos florestais (FAO, 2015). É importante ressaltar que a complexidade e extensão geográfica das florestas tropicais, são contratempos no monitoramento dessas áreas. Em estudo de grandes extensões de florestas na Bacia do Congo, a segunda maior floresta contígua do mundo, foram caracterizadas debilidades como: ausência virtual da autoridade do Estado em áreas mais remotas; recursos humanos e materiais indisponíveis para toda a região; contexto de instabilidade e um ambiente sociopolítico precário (MPOYI et al 2013).

Neste contexto, o Instituto Nacional de pesquisas Espaciais (INPE) apresenta uma estratégia de cooperação internacional e disseminação de conhecimento, através de seu projeto Capacitree de capacitação em monitoramento de florestas por satélite, pois considerando a importância e impacto global do manejo dessas florestas, é fundamental a existência de uma iniciativa que proponha instrumentos, técnicas e metodologias que possam ser disseminadas e aplicadas a todos os países compreendidos nessa faixa. Dessa forma, o projeto Capacitree tem como missão a transferência de tecnologia, capacitando técnicos no monitoramento de diferentes áreas, atividades e eventos ambientais, por meio de metodologias que já são aplicadas na Amazônia Brasileira através dos projetos do Programa Amazônia.

Desde 2010, o projeto Capacitree, em parceria com organismos internacionais como a Agência de Cooperação Internacional do Japão – JICA, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, o Banco de Desenvolvimento da América Latina – CAF e a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA, vem difundindo a experiência do INPE como precursor no monitoramento de florestas tropicais, com projetos ativos desde 1988 como o PRODES (Projeto de Monitoramento do Desmatamento por Satélite).

Este trabalho, portanto, possui como objetivo apresentar alguns resultados obtidos com o Capacitree ao longo de 7 anos, de 2010 a 2016, demonstrando a abrangência do projeto através de parâmetros como número de técnicos capacitados, percentual de aproveitamento do curso e o alcance territorial a todos os continentes da faixa tropical, apresentando também as tecnologias ensinadas e algumas iniciativas geradas pós curso pelos técnicos formados em Belém, em seus respectivos países.

## 2. Metodologia

A metodologia do curso esta direcionado aos técnicos que desempenham labores no monitoramento de florestas, principalmente das instituições públicas de seus países, onde se enfatiza os conhecimentos de sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica, Geoprocessamento, Banco de Dados e as metodologias de monitoramento usadas pelo INPE. Estes conhecimentos são de extrema importância para a assimilação dos técnicos dos diferentes conteúdos do curso. A seleção dos participantes era responsabilidade das Instituições parceiras juntamente com Instituição Pública responsável pelo monitoramento de florestas dos países participantes. Sendo assim, ao finalizar o curso, o participante estará capacitado para aplicar ou adequar às metodologias aprendidas nos seus países.

### 2.1 Dinâmica do curso

O curso possui etapas para torná-lo dinâmico e acessível. Todas elas são realizadas nas dependências do Centro Regional da Amazônia, do INPE, localizado em Belém/PA, em laboratório prático, tendo cada participante acesso a um computador e o material utilizado é disponibilizado em Português, Inglês, Francês ou Espanhol, de acordo com o grupo de países que estão em treinamento.

Em uma primeira etapa é realizada uma avaliação do conhecimento dos participantes sobre o tema, bem como sugerida uma apresentação dos países sobre as atividades relacionadas ao mapeamento de florestas. Em um segundo momento é realizada a capacitação propriamente dita e finaliza com a avaliação técnica pós-curso, para medir o quanto foi aprendido. Estas etapas estão melhor descritas abaixo:

**2.1.1 Avaliação técnica dos participantes.** Com o fim de avaliar o nível que será conduzido o curso, a avaliação dos participantes consiste em uma prova pré-curso e pós-curso, com 10 perguntas objetivas sobre os temas relacionados às geotecnologias e com peso 1 para cada resposta correta. A avaliação pré-curso permite ao instrutor ter uma visão do conhecimento do participante para nivelar o conteúdo apresentado e a avaliação pós-curso permite avaliar o que foi aprendido e como foi o desenvolvimento do participante durante as duas semanas de capacitação. Na Tabela 2 observa-se a média das avaliações de 2010 a 2016, por ano para os cursos onde foi aplicada esta avaliação.

**2.1.2 Treinamento:** realizado durante duas semanas, ou carga horária referente a 80 horas, esta fase consiste em apresentar o conteúdo descrito na Tabela 1, relacionados às geotecnologias e Projetos desenvolvidos pelo INPE relacionados ao monitoramento das florestas, conforme seguem:

**2.1.2.1 Metodologia Projeto PRODES:** delimitação de desmatamento do tipo corte raso que pressupõe a perda toda da floresta, quando o solo fica exposto e é de fácil observação das imagens. São utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto e geoprocessamento as imagens de satélite que cobre a Amazônia Legal. A apresentação segue um tutorial específico para este projeto, e é baseado no Projeto PRODES que produz dados desde 1988 (INPE, 2008).

**2.1.2.2 Metodologia Projeto TERRACLASS:** Metodologia que qualifica as áreas desflorestadas que são mapeadas pelo projeto PRODES, a qualificação está baseada no uso e cobertura da terra na Amazônia Legal, permitindo a avaliação da dinâmica do uso e ocupação das áreas desmatadas. (INPE, 2012). Nesta metodologia o Capacitree a través de reuniões com os países participantes se determinou as classes de uso de solo para usar nas capacitações com intuito de uma melhor dinâmica no curso, pois o Terraclass conta com 16 classes de mapeamento e por limite de tempo no curso foi necessário reduzir o número de classes que originalmente usa o projeto, o critério de decisão das classes foram as classes más em comum que possuem os países, eles são Hidrografia, area\_nobservada, agricultura, urbano, vegetação secundária e outros.

**Tabela 1.** Temas abordados durante o curso de Monitoramento de Florestas tropicais.  
**Fuente:** INPE/CRA

SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESAMIENTO
- Conceitos Cartográficos (Figuras da Terra, Esferoide ou Elipsoide, Projeções Cartográficas e Escala)
- Sensoriamento Remoto (Definição, Espectro Eletromagnético e Sensores)
- Assinaturas Espectrais (Fontes de energía, Janelas Atmosféricas, Parámetros que Influencian a Refletânciados Solos e Comportamiento espectral).
- Tipos de Sensores (Satélites e suas Características, Órbitas dos Satélites, Resolução: Espectral, Espacial, Radiométrica e Temporal, Principais Satélites e suas características)
- Geoprocessamento (Conceitos, Representação Vetorial, Representação Espacial e Comparação entre as Representações)
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMAGENS
- Tratamento Digital de imagens (Composição Colorida, Registro de imagem, Segmentação de Imagem, Classificação de Imagem, Contraste e Realce de Imagem e Modelo Linear de Mistura Espectral)
PRATICAS TERRAAMAZON
- Definições sobre o sistema TerraAmazon.
- Instalação do programa
- Criação e conexão de Banco de Dados
- Criação de Modelo Conceptual, Controles de acesso, Controle de Fases.
- Criação de Camadas, Classes, Regras, Área de Interesse.
- Coleta de Dados, Importação de Imagens.
- Processos digitais de Imagens (Composição de imagens, segmentação, Modelo Linear de Mescla Espectral, Contraste).
- Registro, edição, cálculo de Área, Criação de Máscara.
- Sequência de passos para preparar um banco de dados depois de criar o ano base e realização de backups.



**Figura 1.** Laboratório INPE/CRA, cidade de Belém, Pará – Brasil.  
**Fonte:** Banco de fotos. INPE/CRA

**2.1.3 Avaliação do Curso.** Em todos os cursos também é aplicada uma avaliação sobre o curso, onde verificamos a satisfação dos participantes referido a: conteúdo, cumprimento do programa propostos, nível de aprendizado, qualidade do material didático, duração do curso, cumprimento das expectativas, assim como também avaliar o desempenho dos instrutores no que se refere a: comunicação e capacidade de transmitir conhecimentos, rapidez para atende as dúvidas, pontualidade, didática e incentivo de participação. Isto permite que os cursos sejam ajustados conforme avaliação dos participantes. Esta foi a maneira encontrada para melhorar a infraestrutura e logística, além de atualizar os conteúdos e adequá-los às necessidades dos participantes e realidade de seus países. A Figura 1 apresenta as dependências onde o curso e a interação entre os participantes é realizada durante as duas semanas de capacitação.

**2.1.2 Repercussão do Curso.** Com a finalização do curso, os participantes retornam aos seus países, mas a comunicação continua através de fórum de discussões, emails, visitas técnicas, e outras formas de interação que permitam diminuir as dúvidas do Sistema TerraAmazon ou metodologias apresentadas. Para esta fase, apenas o contato direto com os participantes permite avaliar se os países estão implementando ou não alguma informação obtida em curso.

Em uma pesquisa sobre os resultados pós treinamento e acompanhamento de ações relativas ao monitoramento de florestas na África central, Rodrigues et al(2015) analisou os países: República do Congo, Angola, República Democrática do Congo (RDC), República Centro-Africano (CAR), São Tomé e Príncipe, Burundi, Chade, Gabão, Camarões e Guiné Equatoriale. Os resultados preliminares mostram o uso diário de programa TerraAmazon nos Camarões, RCA e RDC, que desenvolveu um sistema

de rastreamento nacional, Terracongo, com base na metodologia PRODES como parte do programa REDD +

### 3. Resultados

No que diz respeito à avaliação dos participantes a tabela 2, mostra o desempenho médio de cada turma por ano.

**Tabela 2.** Resultados das avaliações médias dos participantes, pré-curso, pós-curso e total anual.

Fonte: INPE/CRA

ANO	MédiaPRE-CURSO	MédiaPOS-CURSO	MÉDIA Total	Diferença das Notas PRÉ/PÓS
2010	7,5	8,5	8,0	1
2011	8,0	8,8	8,4	0.8
2012	7,0	9,0	8,0	2
2013	8,2	8,7	8,5	0.5
2014	7,9	9,2	8,6	1.3
2015	8,2	9,1	8,7	0.9
2016	7,3	8,7	8,0	1.4
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>7,7</b>	<b>8,9</b>	<b>8,3</b>	<b>7.9</b>

Em todos os anos analisados, houve um aumento médio do conhecimento absorvido pelos participantes de cada curso. O máximo aumento, em média por classe, foi notado para o curso de 2016, 1.4 pontos em média por classe. A menor das diferenças, 0.5 (meio ponto), ocorrerá no ano 2013.

Segundo os resultados, na tabela 3, no período de 2010 até 2016 o INPE/CRA juntamente com as instituições parceiras, capacitou 200 profissionais do continente Americano, 132 da África, 67 da Ásia e 58 pertencentes à Europa e à Oceania foram capacitados nas metodologias mencionadas, somando um total de 473 técnicos profissionais.

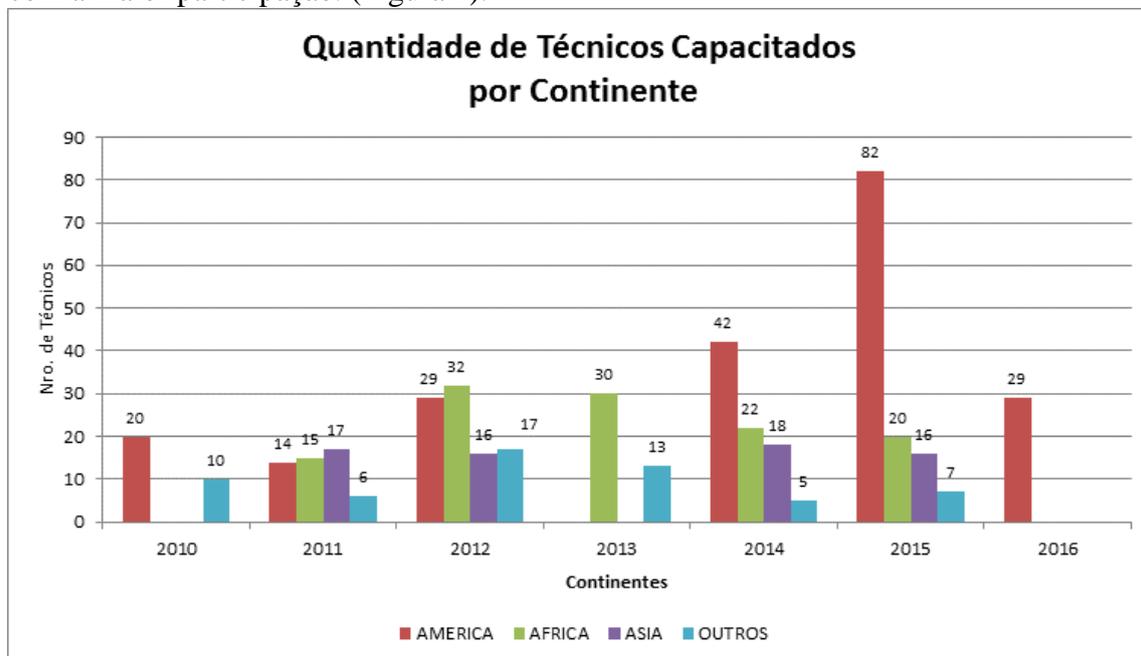
**Tabela 3.** Quantidade de participantes por continentes dos cursos de Capacitação do Capacitree e as instituições parceiras no período de 2010 até 2016.

Fonte: INPE-CRA

ANO	CURSO	AMERICA	AFRICA	ASIA	OUTROS
<b>2010</b>	PRODES	20			10
<b>2011</b>	PRODES	14	15	17	6
<b>2012</b>	PRODES	29	32	16	17
<b>2013</b>	PRODES		30		13
<b>2014</b>	PRODES	33	22	18	5
<b>2015</b>	PRODES	35	20	16	7
	TERRACLASS	40			
<b>Total</b>		<b>75</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>7</b>

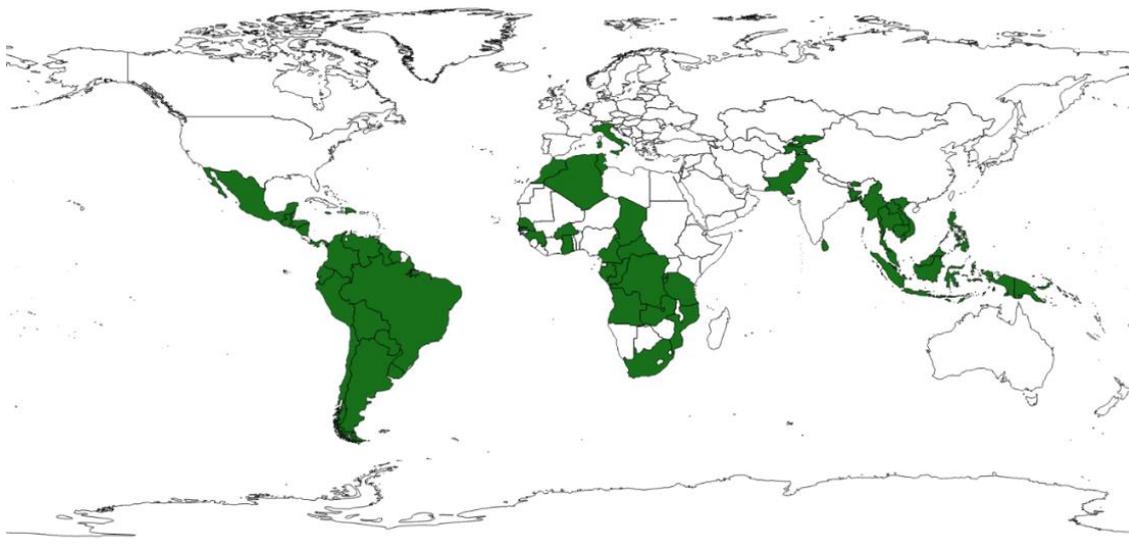
<b>2016</b>	<b>TERRAClass</b>	<b>29</b>				
<b>Total Geral</b>		<b>200</b>	<b>132</b>	<b>67</b>	<b>58</b>	

A maior demanda alcançada foi no continente Americano sendo o ano de 2015 com a maior participação. (Figura 2).



**Figura 2:** Quantidade de técnicos capacitados nos continentes no período de 2010 até 2016. **Fonte:** INPE/CRA - Capacitree

A figura 3, mostra um panorama da participação dos países treinados, ocupando, sobretudo a porção tropical do globo. Com destaque para América Latina e Centro África e Sudeste Asiático.



**Figura 3:** Em verde, distribuição dos países participantes de capacitação de metodologias no monitoramento de Florestas.  
**Fonte:** [http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/capacitacao\\_internacional.php](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/capacitacao_internacional.php)

## 4. Conclusões

Com a necessidade crescente de acompanhamento das florestas tropicais, principalmente na região amazônica, a troca de experiências entre os países através do compartilhamento de técnicas e metodologias de monitoramento permite uma melhor utilização das informações disponíveis, detectando e fomentando iniciativas de capacitação nacionais e internacionais, como a aqui descrita.

Notadamente, a vantagem da transferência de tecnologia no processo de formação dos países participantes está expressa na satisfação dos profissionais envolvidos ante a absorção de conhecimento e dos benefícios metodológicos que servem de base para adaptação do conteúdo aprendido à realidade de seus próprios países. Uma das maiores relevâncias foi dentro dos países de América Latina, a instalação de Salas de Observação com o intuito de aplicar as metodologias aprendidas e produzir produtos regionais tal como o Mapa Regional de deflorestação e Mapa de uso de solo, estes produtos estão sendo finalizados para uma apresentação futura. Os países que contam com sala de observação são: Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Suriname, Peru e Venezuela.

## 5. Referências

BRANCALION, P. H. S., R. A. G. VIANI, R. R. RODRIGUES & R. G. CÉSAR, 2012. **Estratégias para auxiliar na conservação de florestas tropicais secundárias inseridas em paisagens alteradas.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais 7(3): 219-234.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2008. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites. Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS.** Disponível em: [http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio\\_Prodes2008.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf)> Acesso em: Out 2016

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Global Forest Resources Assessment. Rome, 2015.

Rainforest Foundation Norway. State of the rainforest. Oslo, 2014

RODRIGUES, A; ARQUERO, A; SADECK. L; MESIA, C. Le renforcement des capacités sur le suivi des forêts tropicales en Afrique Centrale pour l'appui au développement de politiques publiques. In XIVe CONGRÈS FORESTIER MONDIAL Durban, Afrique du Sud, 2015

Mpoyi, A.M., Nyamwoga, F.B., Kabamba, F.M. et Assembe-Mvondo, S. **Le contexte de la REDD+ en République Démocratique du Congo: Causes, agents et institutions.** Document Occasionnel 84. CIFOR, Bogor, Indonésie. 2013.

World Resources Institute. 2014 Annual Report. Washington, 2014.