

# TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA COMO SUBSÍDIO AO MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO NA FAIXA DE FRONTEIRA DA AMAZÔNIA LEGAL

*A. R. Gomes<sup>1</sup>; A. S. Coelho; L. F. M. Santos<sup>2</sup>; M. Adami<sup>1</sup>; R. S. Santos<sup>3</sup>; J. F. K. Pinto<sup>3</sup>; C. E. C. Mesia<sup>3</sup>; M. N. R. Barros<sup>2</sup>; L. W. R. Sadeck<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

<sup>2</sup>Fundação de Apoio para Projetos de Pesquisa de Ciência e Tecnologia Espacial (FUNCATE)

<sup>3</sup>Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA)

Formação Profissional, Ensino e Pesquisa

## RESUMO

A aceleração do uso da terra amazônica tem acarretado em transformações da paisagem que se traduzem em altas taxas de desflorestamento e consequente perda de biodiversidade. Conter este processo se torna um desafio ainda maior em função do seu caráter transnacional, o que obriga os países da Faixa de Fronteira a assumirem o compromisso de agirem de forma compartilhada e sincronizada. O Brasil, pioneiro no monitoramento de florestas tropicais, a partir de 2010, através do Centro Regional da Amazônia do INPE, com o apoio de Agências e Organizações Internacionais, criou o Projeto de Capacitação em Monitoramento de Florestas Tropicais por Satélite (Capacitree), que tem por objetivo transferir tecnologia e conhecimento à países da Ásia, América Latina e África. Este artigo tem como objetivo expor a experiência do INPE na capacitação realizada para técnicos de países que fazem fronteira com a Amazônia Legal.

**Palavras chave:** Capacitação, TerraAmazon, Monitoramento de Florestas

## ABSTRACT

The Amazon's land use acceleration has caused landscapes transformations that are associated with the high rates of deforestation and consequent biodiversity loss. Avoiding this process becomes even more challenging because of its transnational character, which obligates the Border countries to assume a commitment to act in a shared and synchronized way. Brazil, a pioneer in tropical forests monitoring, since 2010, through the INPE Regional Amazon Center, with the support of International Agencies and Organizations, has created the Capacity Building in Tropical Rainforest Monitoring Project (Capacitree). Wich aims to transfer technology and knowledge to countries in Asia, Latin America and Africa. This paper aims to expose INPE 's experience in technicians training from countries bordering the Brazilian Legal Amazon.

**Keywords:** Capacity Building, TerraAmazon, Forest Monitoring

### 1- INTRODUÇÃO

A biodiversidade amazônica estende-se por toda a bacia do Rio Amazonas, que atravessa nove países, num total de, aproximadamente, 6.100.000 km<sup>2</sup>, distribuídos entre: Brasil, cuja área representa cerca de 60%, Peru, com aproximadamente 13%, seguido da Colômbia, com cerca de 10% e Bolívia, Equador, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa e Suriname, que juntos detém cerca de 17% da floresta Amazônica (PANAMAZÔNIA II).

Composta por uma grande variedade de espécies de flora e fauna, a Amazônia é, também, uma importante área de endemismos, que faz da região uma

reserva genética de importância mundial para o desenvolvimento da humanidade (GEO AMAZÔNIA, 2008).

Entretanto, em decorrência da aceleração das mudanças ocorridas no uso da terra, implantação de infraestruturas, geração de energia e expansão dos assentamentos humanos, o ecossistema amazônico tem sofrido profundas transformações que se traduzem em altas taxas de desflorestamento e consequente perda de biodiversidade (GEO AMAZÔNIA, 2008).

Conter a degradação ambiental que ameaça a maior floresta tropical do mundo se torna um desafio ainda maior em função do seu caráter transnacional, o que obriga os países envolvidos a assumirem o

compromisso de agir de forma compartilhada e sincronizada para a preservação desse imenso patrimônio comum.

Neste sentido, em 1988, o Brasil foi pioneiro no monitoramento sistemático da floresta amazônica através Projeto PRODES (Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e gera taxas anuais de desflorestamento.

Em virtude da ameaça às florestas tropicais no mundo, organizações 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) firmaram acordos em parceria com o INPE, dando origem ao Projeto Capacitree, a ser executado no Centro Regional da Amazônia (CRA), com o objetivo de gerar material didático e compartilhar conhecimento na área de monitoramento florestal por imagem de satélite, realizando cursos de capacitação para técnicos de países situados na faixa tropical, para operarem no sistema TerraAmazon, desenvolvido pelo INPE e pela Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais (FUNCATE).

Considerando o desflorestamento da floresta amazônica como um problema transfronteiriço e, entendendo a relevância do monitoramento como um dos instrumentos de combate a esse processo, este artigo tem como objetivo expor a experiência do INPE na capacitação realizada para técnicos de países que fazem fronteira com a Amazônia Legal, usando parâmetros como o número de técnicos capacitados e o alcance territorial na Faixa de Fronteira.

## 2- METODOLOGIA

A Faixa de Fronteira (FF) da Amazônia Legal abrange o denominado Arco Norte, que compreende integralmente os estados de Roraima e Acre e a FF dos estados do Amapá, Pará e Amazonas, que fazem fronteira com Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Peru; além de Rondônia e Mato Grosso – pertencentes ao Arco Central, que fazem fronteira com a Bolívia (PPFF, 2005). Recobre uma área de 1.883.570 km<sup>2</sup> distribuídos por 126 municípios. Apenas a Guiana Francesa não teve equipe treinada pelo projeto Capacitree (Figura 1).

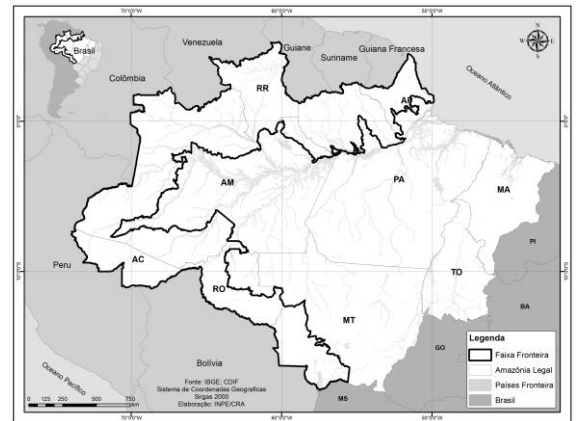


Figura 1: Localização da Faixa de Fronteira da Amazônia Legal

Para a realização deste trabalho foi utilizado levantamentos de informações referentes ao número de capacitações realizadas pelo Projeto Capacitree para os países supracitados, seu conteúdo programático e público atingido.

Os cursos são voltados ao repasse da metodologia de três projetos já consolidados no sistema de monitoramento florestal realizado pelo INPE, são eles: O PRODES, que identifica e quantifica o desflorestamento por corte raso na Amazônia Legal através de técnicas de sensoriamento remoto; o TerraClass, que qualifica o desflorestamento detectado no PRODES, classificando-o em 12 classes de uso e cobertura da terra e o Projeto QUEIMADAS, que consiste no monitoramento operacional de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites, e no cálculo e previsão do risco de fogo da vegetação. O conteúdo programático também abrange tópicos introdutórios de sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica, Geoprocessamento e elaboração de Banco de Dados na plataforma TerraAmazon.

## PROJETO DE CAPACITAÇÃO EM MONITORAMENTO DE FLORESTAS TROPICAIS POR SATÉLITE - CAPACITREE

As florestas tropicais estão distribuídas pela África (bacia do rio Congo e Libéria), América Central, América do Sul (Floresta Amazônica e Mata Atlântica), Ásia (Vietnã, Laos, Camboja e Tailândia) e regiões da Oceania (Nova Guiné, Bornéu e costa norte da Austrália). Abrigam mais de 50% da diversidade biológica do mundo e são incomparáveis em prestação de serviços ambientais, como a estabilização do clima, e fonte inestimável de matérias primas, o que as tornam fundamentais para a sobrevivência humana, de acordo com a Rainforest Foundation Norway (2014).

Dados da FAO (2015) demonstram que o avanço sobre as florestas do mundo ainda é bastante significativo, e diminuem à medida que as populações aumentam e as terras são convertidas para a agricultura e outros usos. Desde 1990, aproximadamente 129 milhões de hectares de floresta foram perdidos, sendo

que a maior parte do desflorestamento ocorreu nos trópicos.

Na Amazônia esse processo se acelerou a partir dos anos de 1970, em virtude da intensificação do uso do solo voltadas para atividades agrícolas, pecuárias, expansão das áreas urbanas, extrativismo mineral e florestal. Como resultado desse processo, tem ocorrido a perda de espécies, diminuição de populações das que subsistem, restrição dos movimentos de algumas espécies, maior frequência da presença de predadores e competidores que perderam seus habitats naturais, através do desflorestamento e fragmentação (MELLO, 2006; MEFFE & CARROLL, 1994).

Com o avanço das negociações climáticas e o aumento da pressão para que países em desenvolvimento aumentem a vigilância sobre suas florestas, o monitoramento de florestas tropicais tornou-se ainda mais urgente, fatos que contribuíram para que o Brasil passasse a oferecer seu *know how* para outras partes do mundo.

O monitoramento de florestas também é de fundamental importância para que iniciativas apontadas para alcançar as metas de diminuição do desflorestamento, como o REDD+<sup>1</sup> sejam implementadas, pois este tipo de mecanismo exige a provisão contínua de pagamentos por resultados de forma adequada e previsível, em conformidade com as decisões relevantes da Conferência das Partes a fim de obter a permanência que os resultados obtidos requerem (MMA, 2015).

Assim, considerando a relevância do monitoramento como instrumento de combate ao desflorestamento; a experiência adquirida pelo Brasil, no âmbito do Projeto PRODES; e uma das missões do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que é o de difundir tecnologias através do seu núcleo internacional de difusão de tecnologia de monitoramento por satélite de florestas tropicais, é criado em 2010 o Projeto de Capacitação em Monitoramento de Florestas Tropicais por Satélite (Capacitree), que tem por objetivo transferir tecnologia e conhecimento à países da Ásia, América Latina e África, com operacionalização no seu Centro Regional da Amazônia, instalado em Belém do Pará desde 2009.

O Capacitree é uma iniciativa governamental inovadora, que contou com a parceria da JICA, FAO, CAF, Comunidade do Caribe (CARICOM) e OTCA, que permite que um número expressivo de atores seja alcançado, pois os cursos disponíveis são gratuitos e de fácil aplicação do tipo presencial, ministrados em inglês, português, espanhol e francês. Em alguns casos o CRA/INPE envia seus consultores até outros países,

<sup>1</sup> REED+ - Redução de Emissões Provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo sustentável de Florestas e Aumento dos Estoques de Carbono Florestal

como aconteceu em 2015, onde técnicos da República do Congo e da Itália receberam capacitação com suporte de instrutores brasileiros.

Visando atender a demanda por educação contínua dos países, foi disponibilizado no primeiro semestre de 2017 a versão online do curso “Monitoramento da Floresta Amazônica utilizando o software TerraAmazon”, por meio de vídeo-aulas disponibilizadas em português, inglês, francês ou espanhol. O curso objetiva mostrar as principais ferramentas do software TerraAmazon para implementar o programa de monitoramento da cobertura florestal nos países membros da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, no âmbito do Projeto de Monitoramento da Cobertura Florestal na Região Amazônica, aprovado pelo Fundo Amazônia e financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (Figura 2).



Figura 2: Página do Curso Online

Fonte: [http://www.inpe.br/cra/capacitree/curso\\_online/](http://www.inpe.br/cra/capacitree/curso_online/)

O Projeto também inova na utilização de *software* livre, o TerraAmazon, uma ferramenta projetada para ser um editor multi-usuário de dados geográficos vetoriais - desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI/INPE) em parceria com a FUNCATE, superando uma das principais dificuldades quando se atua no monitoramento de florestas com auxílio de imagens de satélites, que são os preços elevados dos softwares de Sistemas de Informações Geográficas (GIS) (Figura 3).

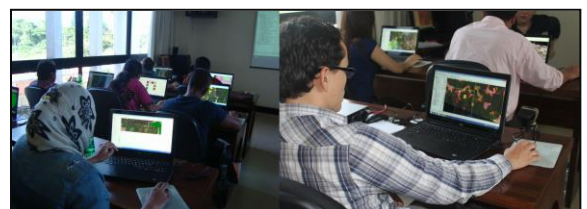


Figura 3: Utilização do Software TerraAmazon

Fonte: Banco de Fotos – INPE/CRA

Visando compartilhar a experiência de monitoramento florestal do INPE/CRA, a Equipe Capacitree embasa seus cursos, principalmente, na reprodução dos principais projetos da unidade: PRODES e TerraClass.

Utilizando como base imagens do programa Landsat da National Aeronautics and Space Administration – NASA e United States Geological Survey - USGS, os interpretes têm como principal objetivo no projeto PRODES o mapeamento da classe “Desflorestamento”, estas feições tendem a possuir formas simétricas e uma coloração magenta. As demais classes contidas neste projeto são “Área não Observada”, onde há a constatação da presença de nuvens; “Não Floresta”, em áreas de cobertura natural dentro do Bioma amazônico, mas que não apresentam feições de tipos vegetacionais florestais, como por exemplo, cerrados e savana e; por fim, a classe “Hidrografia”, referente à corpos d’água, tais como rios, lagos e lagoas.

Vale salientar que por definição metodológica, uma vez que a área é mapeada como “Desflorestamento” esta jamais tornará a ser classificada como floresta, mesmo que suas feições estejam similares às áreas onde a floresta ainda se encontra intacta.

O Projeto TerraClass, realizado bianualmente, tem como objetivo qualificar o desflorestamento mapeado pelo Projeto PRODES, usando 16 classes temáticas de uso da terra, tendo como base as mesmas imagens que foram utilizadas no Projeto PRODES. As classes de uso mapeadas são: Pasto com Solo Exposto, Pasto Limpo, Pasto Sujo, Regeneração com pasto, Mosaico de Ocupações, Agricultura Anual, Vegetação Secundária, Área Urbana, Mineração, Outros, Área Não Observada, Reflorestamento, Desflorestamento, Floresta, Hidrografia e Não Floresta.

Além de aulas expositivas sobre os métodos de interpretação dos projetos (PRODES e TerraClass) o conteúdo contempla ainda exercícios práticos, visando uma introdução e nivelamento de conceitos de Geoprocessamento/SIG, Sensoriamento Remoto/Processamento Digital de Imagens (DPI), Comportamento Espectral de Alvos, Apresentação e Funcionamento de Satélites e Sensores, Banco de dados e um treinamento objetivo do software TerraAmazon.

### 3- RESULTADOS

Desde 2010, o Projeto Capacitree já realizou cursos internacionais e nacionais, em que aproximadamente 748 alunos de 64 países foram capacitados. Os países envolvidos são da Ásia (14), África (20), América Central (16), América do Sul (12), Europa (1) e Oceania (1). Com significativa participação, os países da América do Sul se destacam por representar 69% dos técnicos capacitados (Figura 4).

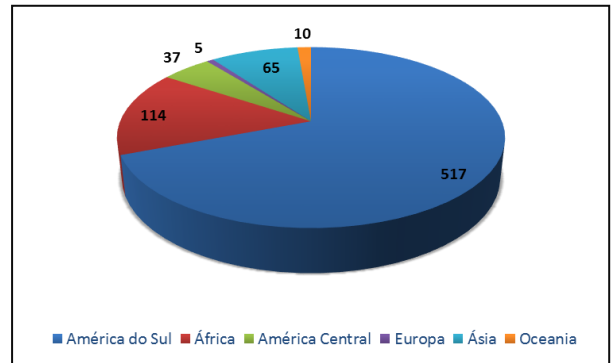


Figura 4: Percentual de Técnicos Capacitados até 2017  
Fonte: Capacitree - INPE/CRA

Do total de cursos ofertados, 20 foram direcionados para países da Faixa de Fronteira da Amazônia Legal (Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana e Suriname). No total foram capacitados 180 técnicos de instituições envolvidas na gestão ambiental de seus países, com a seguinte distribuição: Bolívia (30); Peru (39); Colômbia (31); Venezuela (19); Guiana (29) e Suriname (32) (Figura 5).

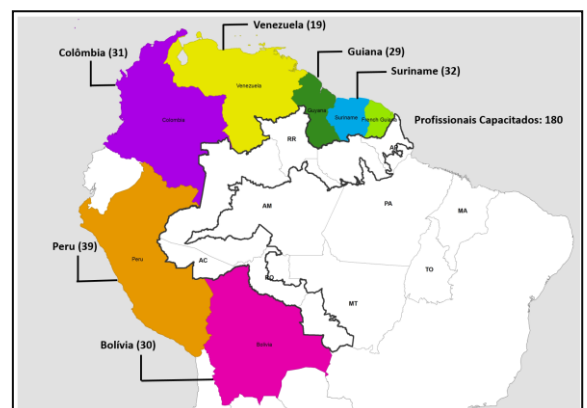


Figura 5: Número de Participantes de Países da FF  
Fonte: adaptado por Coelho, et al.

Os cursos são realizados no Centro Regional da Amazônia, instalado no Parque de Ciência e Tecnologia Guamá, e dispõe de infraestrutura para atender demandas atuais e futuras na área de análises geoespaciais voltadas para o monitoramento de florestas tropicais (Figura 6).



Figura 6: Laboratório INPE/CRA  
Fonte: Banco de Fotos – INPE/CRA

Entre os anos 2012 e 2013, foram instaladas salas de observação (SDO) nos países membros da OTCA, que objetivam o monitoramento do desflorestamento a nível nacional nas regiões amazônicas com a adaptação das metodologias transmitidas de acordo com a realidade dos países. A instalação contou com o apoio de uma Instituição Nacional Coordenadora (INC) designada por cada país membro, no qual se proveu de equipamentos informáticos, de vídeo conferência e serviços de Internet, assim como também a contratação de pessoal técnico selecionado pelos próprios países e cujas atividades se veem refletidas de modo fundamental nas atividades de elaboração dos Mapas Regionais.

Um dos resultados é que todas as salas de observação criadas pela OTCA nos países da FF já estão dotadas de equipes treinadas na utilização da plataforma TerraAmazon, bem como das metodologias dos principais projetos desenvolvidos pelo INPE. Nesse sentido, entende-se que o Capacitree pode gerar grandes impactos na forma como esses países realizam o monitoramento de suas florestas, uma vez que os técnicos capacitados funcionam como multiplicadores desse conhecimento, contribuindo para o estabelecimento de uma futura política de geração de dados de desflorestamento uniformes e de qualidade e, assim, melhorar a gestão e preservação da floresta amazônica.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento das florestas tropicais no mundo, em especial na Faixa de Fronteira da Amazônia Legal, se mostra como um dos importantes instrumentos de subsidio a ações voltadas para a contenção do avanço do desflorestamento nessa região. Portanto, é de fundamental importância que haja troca de experiências e o compartilhamento de técnicas e metodologias de monitoramento, assim como ações conjuntas de fiscalização entre os países transfronteiriços, que permitam a melhor geração e utilização de informações sobre o processo na região e, assim, identificar e estimular iniciativas de capacitação nacionais e internacionais como a do Capacitree.

A instalação de Salas de Observação, com o intuito de aplicar as metodologias aprendidas e produzir produtos regionais tal como o Mapa de Desflorestamento da Amazônia Regional e Mapa de Uso e Cobertura do Solo em países como Bolívia, Colômbia, Guiana, Suriname, Peru e Venezuela, demonstra o ganho obtido com a transferência de tecnologia no processo de formação de técnicos dos países participantes, para além disso, há a formação de profissionais aptos a atuarem como desenvolvedores de metodologias de monitoramento em seus países.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Integração Nacional; Secretaria de Programas Regionais. **Proposta de Reestruturação do Programa de Desenvolvimento da Faixa de**

**Fronteira Bases de uma Política Integrada de Desenvolvimento Regional para a Faixa de Fronteira.** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. Disponível em:

<<http://www.retis.igeo.ufrj.br/wp-content/uploads/2005-livro-PDFF.pdf>>. Acesso em: 10 jul 2017

Food and agriculture organization of the united nations (FAO). Global Forest Resources Assessments. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/forest-resources-assessment/current-assessment/en/>>. Acesso em 17 set. 2017.

MEFFE G. K; CARROLL, C. R. **Principles of conservation biology.** Sunderland, MA: Sinauer Associates Inc., 1994

MELLO, N. A. de. **Políticas territoriais na Amazônia.** 1ª Ed. São Paulo: AnnaBlume, 2006.

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA); Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA). **Perspectivas do Meio Ambiente na Amazônia – GEO Amazônia.** 2008, p.17. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/\\_arquivos/ge\\_oamazonia\\_28.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/ge_oamazonia_28.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017

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: 26 jul. 2017

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da Cobertura Vegetal da Amazônia Sul Americana: Projeto PANAMAZÔNIA II.** Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/panamazonia/>>.

Acesso em: 24 jul. 2017.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Cntreo Regional da Amazônia. Capacitree.** Disponível em: <[http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/capacitree.php](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/capacitree.php)>.

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

TerraAmazon. Disponível em: <<http://terraamazon.org/index.php/pt>>.