

## Desmatamento em reservas extrativistas no nordeste de Rondônia: projeções para projetos REDD

Rogério Ribeiro Marinho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Departamento de Geografia

Av. General Rodrigo Octávio, 6200, Coroado I - 69077-000 - Manaus - AM, Brasil

<sup>1</sup> rogeo@ufam.edu.br

**Abstract.** Carbon emissions from tropical forest biomass can contribute to global changes due to the increased concentration of greenhouse gases (GHG) in the atmosphere, and contributing to the global climate change. Deforestation of large forest areas in the Amazon is the main source of GHG emissions in Brazil, but the development of REDD projects is already considered a mechanism that contributes to reducing emissions from deforestation in the Amazon. This paper aims to simulate changes in forest cover and the carbon emissions associated with unplanned deforestation on extractive reserves areas in the northeast region of the state of Rondônia, Brazil. The results indicate that there may be a reduction of approximately 44% of the forest cover on the analyzed areas, which corresponds to the emission of  $33.64 \times 10^6$  tonnes of CO<sub>2</sub>e into the atmosphere over a 30-year period. These findings indicate that the region has high deforestation pressure, so we recommend directed actions on these protected areas to reduce GHG emissions and maintain the traditional local population livelihoods.

**Palavras-chave:** land use modelling, REDD, Rondônia, modelagem do uso da terra, REDD, Rondônia.

### 1. Introdução

O estoque de carbono na biomassa florestal é fundamental para o ciclo do carbono em todo o planeta, pois estimativas apontam que a quantidade armazenada de carbono nas florestas é maior do que a contida na atmosfera (Bombelli *et al.*, 2009). Avaliações apontam que as florestas correspondem cerca de 600 Gt de biomassa, estocando cerca de 289 Gt de carbono (FRA, 2010). Emissões de carbono oriundo de biomassa de florestas tropicais para a atmosfera podem contribuir para mudanças globais devido ao aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, causando o aquecimento global (Houghton, 1990; Houghton, 2007; Fearnside, 1997).

Desde a COP 11, realizada em 2005 na cidade de Montreal, a comunidade internacional têm discutido a criação e implantação de mecanismos para reduzir emissões de GEE oriundos do desmatamento de florestas tropicais. O mecanismo mais discutido desde então é a Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), que consiste em proteger o estoque de carbono da floresta que pode ser substituído por outros usos da terra (Higuchi *et al.*, 2009). Recentemente o Acordo de Paris sobre Mudança do Clima, celebrado em dezembro de 2015, propõe a definição de novas metas de redução de emissões, incluindo as contribuições por desmatamento de florestas tropicais.

Cerca de 77% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no Brasil estão ligadas mudanças no uso e cobertura da terra. Esta situação torna o país um dos maiores emissores de GEE para a atmosfera, principalmente devido ao desmatamento da floresta Amazônica. O estado de Rondônia originalmente apresentava cerca de 200.000 km<sup>2</sup> de cobertura florestal, mas devido a grandes projetos a partir da década de 1970 o estado apresenta elevados índices de desmatamento.

Cerca de um terço da cobertura florestal original de Rondônia foi desmatado como consequência de grandes projetos, como a abertura da BR-364 e o programa POLONOROESTE financiado pelo Banco Mundial na década de 1980. Devido aos grandes impactos deste programa, na década de 1990 foram criadas diversas áreas protegidas em Rondônia com recursos do Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia (PLANAFLORO).

Das 84 unidades de conservação decretadas entre 1993 e 2002, cerca de 60% são unidades de conservação de uso sustentável, categoria em que se enquadram as reservas extrativistas. Neste contexto, um conjunto de 24 reservas extrativistas foram criadas na região dos municípios de Machadinho D'Oeste e Vale do Anari, alocando população de seringueiros e ribeirinhos do rio Machado.

Assim, este trabalho tem como objetivo simular o desmatamento futuro sobre a região de entorno do mosaico de reservas extrativistas da região de Machadinho D'Oeste e Vale do Anari, estado de Rondônia.

## 2. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido sobre a zona de amortecimento (entorno de 10 km) do conjunto de reservas extrativistas (Resex) dos municípios de Machadinho D'Oeste e Vale do Anari, na região nordeste de Rondônia (Figura 01). Esta região limita-se a leste pelo Rio Machado (também conhecido como rio Ji-paraná) e com o estado do Mato Grosso. A oeste e a sul esta região limita-se com as rodovias RO-205, RO-257 e RO-133. A vegetação predominante sobre a região de referência é do tipo Floresta Ombrófila Aberta, com presença de manchas de Floresta Ombrófila Densa e de formações pioneiras (IBGE, 2008).

Por se localizar sobre o Arco do Desmatamento os remanescentes florestais desta região encontra-se sobre forte pressão de atividades antrópicas como a pecuária, a construção da hidrelétrica de Tabajara e agricultura mecanizada. Além disto, as reservas extrativistas analisadas ficam nas proximidades de quatro dos 35 municípios que mais desmatam na Amazônia Legal conforme lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007).

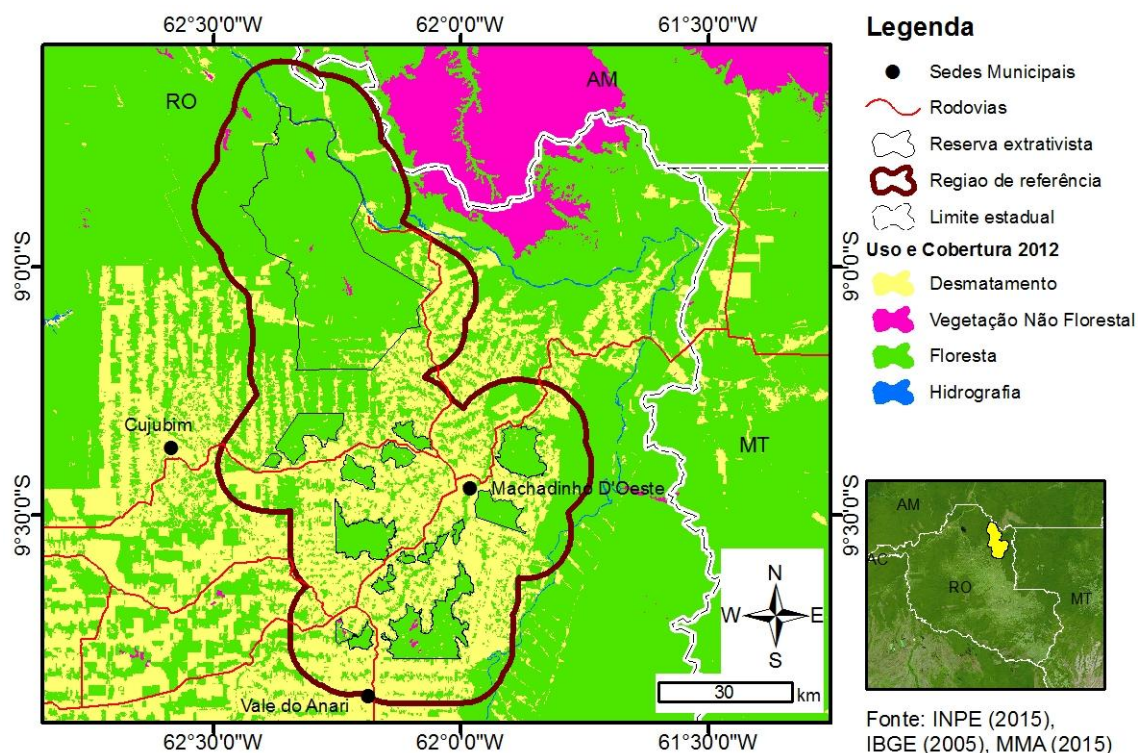


Figura 1. Localização da região de referência para a simulação espacial do desmatamento.

## 3. Metodologia de trabalho

O presente estudo realizou uma análise das mudanças de uso e cobertura da terra ocorrida entre os anos de 2000 e 2012, com base nos dados do projeto Prodes Digital (Prodes, 2016). Dados temáticos como estradas e vias de acesso, limites de assentamentos, tipo de vegetação, tipos de solo e de terreno foram derivados de cartas topográficas, mapas temáticos e de

imagens de alta resolução espacial (RapidEye). Estudos sobre o desmatamento na Amazônia mostram que mapas de distâncias e de atributos espaciais da paisagem (estradas, borda da floresta, tipo de vegetação, etc.) apresentam elevada correlação com a localização de novos desmatamentos (Imazon, 2011).

Neste contexto, foram utilizadas seis variáveis espaciais para identificar qual a relação destas com a ocorrência do desmatamento no período analisado. Esse conjunto de dados foi trabalhado no formato *raster* com tamanho de pixel de 100 x 100 metros, no sistema de coordenadas planas UTM, utilizando a zona 20S e Datum WGS 1984. A simulação do desmatamento futuro foi realizada utilizando o Dinamica EGO, versão 3.0 (Soares-Filho et al. 2006).

### 3.1 Pressupostos do modelo

Neste trabalho o cenário avaliado para a projeção do desmatamento futuro levou em consideração a taxa média de desmatamento histórico observada no intervalo de doze anos (2000-2012) e uma maior atração do desmatamento futuro para a Resex Rio Preto-Jacundá, que corresponde ao maior bloco de floresta remanescente e que sofre maior pressão dos agentes e vetores do desmatamento na área em estudo.

### 3.2 Calibração

O processo de calibração da modelagem espacial foi realizado por meio do método de pesos de evidências (Bonham-Carter, 1994), disponível no Dinamica EGO. Este método calcula a probabilidade de haver transição de floresta para área desmatada em cada pixel da região de referência. Essa probabilidade é calculada com base na soma de todos os pesos de evidências que se sobrepõem em um determinado pixel, e são dependentes das combinações dos mapas estáticos e dinâmicos (Soares-Filho et al. 2006).

Foi considerado o período de 2000 a 2007 para simular o cenário observado de 2012. Pesos de evidências foram analisados entre o mapa de áreas desmatadas do ano 2000 e 2007 em conjunto com as variáveis estáticas: distância de estradas, situação fundiária, tipo de vegetação, solo, relevo e distância de desmatamento antigo. Combinou-se o mapa de uso e cobertura da terra de 2007, a taxa de desmatamento, mapas de variáveis estáticas, coeficientes dos pesos de evidência e as funções de criação e expansão de machas para projetar um mapa de uso e cobertura da terra para o ano 2012.

### 3.3 Validação

Para avaliar a qualidade do mapa simulado pelo modelo, foi utilizado o mapa de desmatamento observado até 2012 como referência no processo de validação. A técnica disponível no Dinamica EGO para validação é o teste de similaridade fuzzy, que avalia a porcentagem de semelhança entre um mapa simulado e um mapa de referência em diferentes tamanhos de janelas, ou seja, leva em contexto a vizinhança ou proximidade das mudanças. Por fim, foi realizada a projeção do desmatamento na região de referência, em intervalos anuais no período de 30 anos (2013 até 2042).

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Mudanças de uso e cobertura da terra no período de 2000 a 2012

Através da subtração de mapas de uso e cobertura da terra foi observado 134.444 hectares de área desmatada entre 2000 e 2012, o que correspondia 23% da área florestal existente no ano 2000. O maior desmatamento ocorreu no período de 2001 a 2007. A taxa média de desmatamento na região de referência foi de 11.204 ha/ano, com valor mínimo de 2.333 ha em 2010 e o valor máximo de 19.730 ha no ano de 2003. A figura 2 apresenta os mapas de uso e cobertura da terra no período analisado. Na região do estudo a atividade de pecuária

constitui o principal uso da terra, ocorrendo sobre extensas áreas com baixa produtividade, mas que historicamente caracterizam a formação de pastos como benfeitoria na terra.

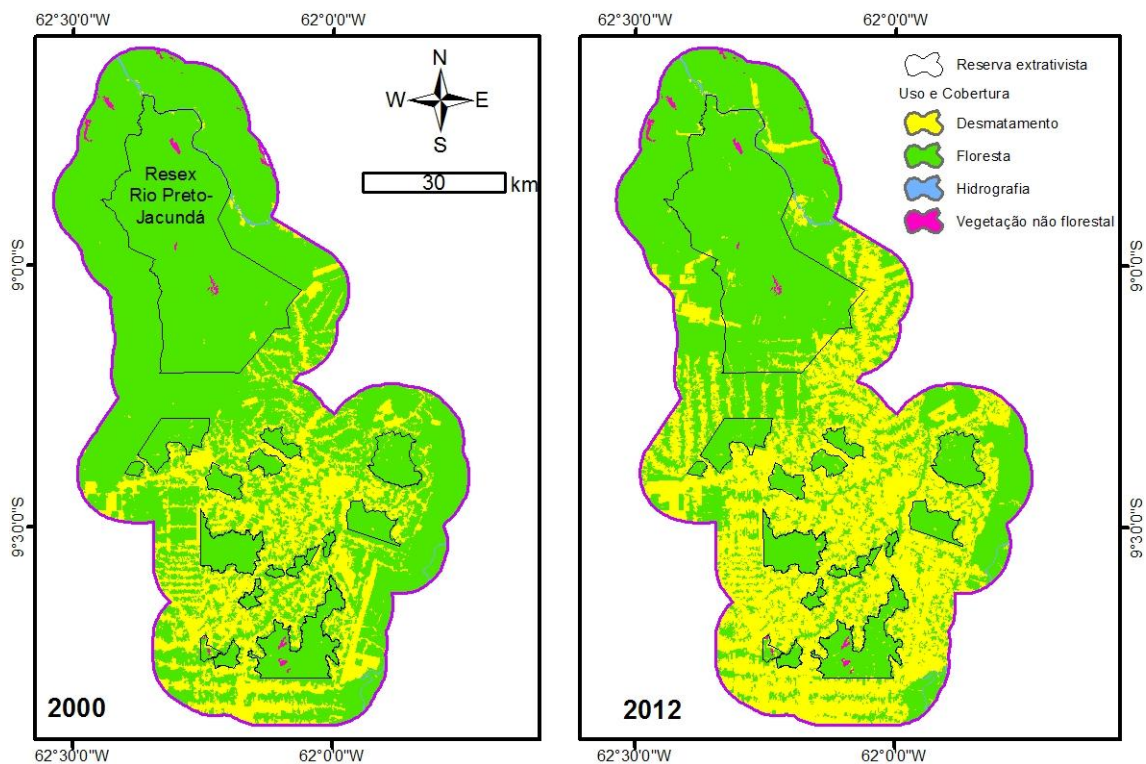


Figura 2. Mapas de uso e cobertura da terra para o período analisado na região de referência.

Na Figura 02 é possível observar que das 17 Reservas Extrativistas analisadas, a Resex Rio Preto-Jacundá foi a que teve mais área desmatada, principalmente em sua área sul e oeste, lado de acesso pelo município de Cujubim, onde se origina grande parte dos ramais e carregadores de acesso ilegal a esta reserva extrativista.

#### 4.2 Calibração e validação do modelo

O resultado do cálculo dos pesos de evidência para o período de calibração do modelo é apresentado nos gráficos da Figura 03. Valores positivos e negativos representam alta e baixa influência, respectivamente, de cada variável ambiental na localização do desmatamento. Foi possível verificar que o desmatamento na região pode ser mais associado com a proximidade de desmatamento antigo, próximo de estradas e de assentamentos. Tipos de floresta, de solos e características do terreno não apresentaram elevada influência na localização do desmatamento. Além dos valores de pesos de evidência o Dinamica-EGO também apresenta o mapa de probabilidade, ou de risco de desmatamento, que é apresentado na Figura 03.

Conforme observado anteriormente, a validação do modelo por meio do método de similaridade fuzzy considera a localização do desmatamento projetado nas proximidades do pixel central. Assim, de acordo o tamanho da janela considerada, haverá semelhança entre os mapas projetado e observado variando de 0% a 100%, em que menores e maiores valores correspondem a maiores e menores similaridades, respectivamente. O resultado obtido de similaridade foi de 71,76% para o tamanho de janela 5 x 5 pixels, considerado como de elevada acurácia, uma vez que trabalhos anteriores na Amazônia indicaram valores inferiores a 55% usando o mesmo tamanho de janela (Barni et al., 2009; Vitel, 2009). Desta forma, o modelo desenvolvido apresentou acurácia aceitável para projetar a alocação do desmatamento até 2042.

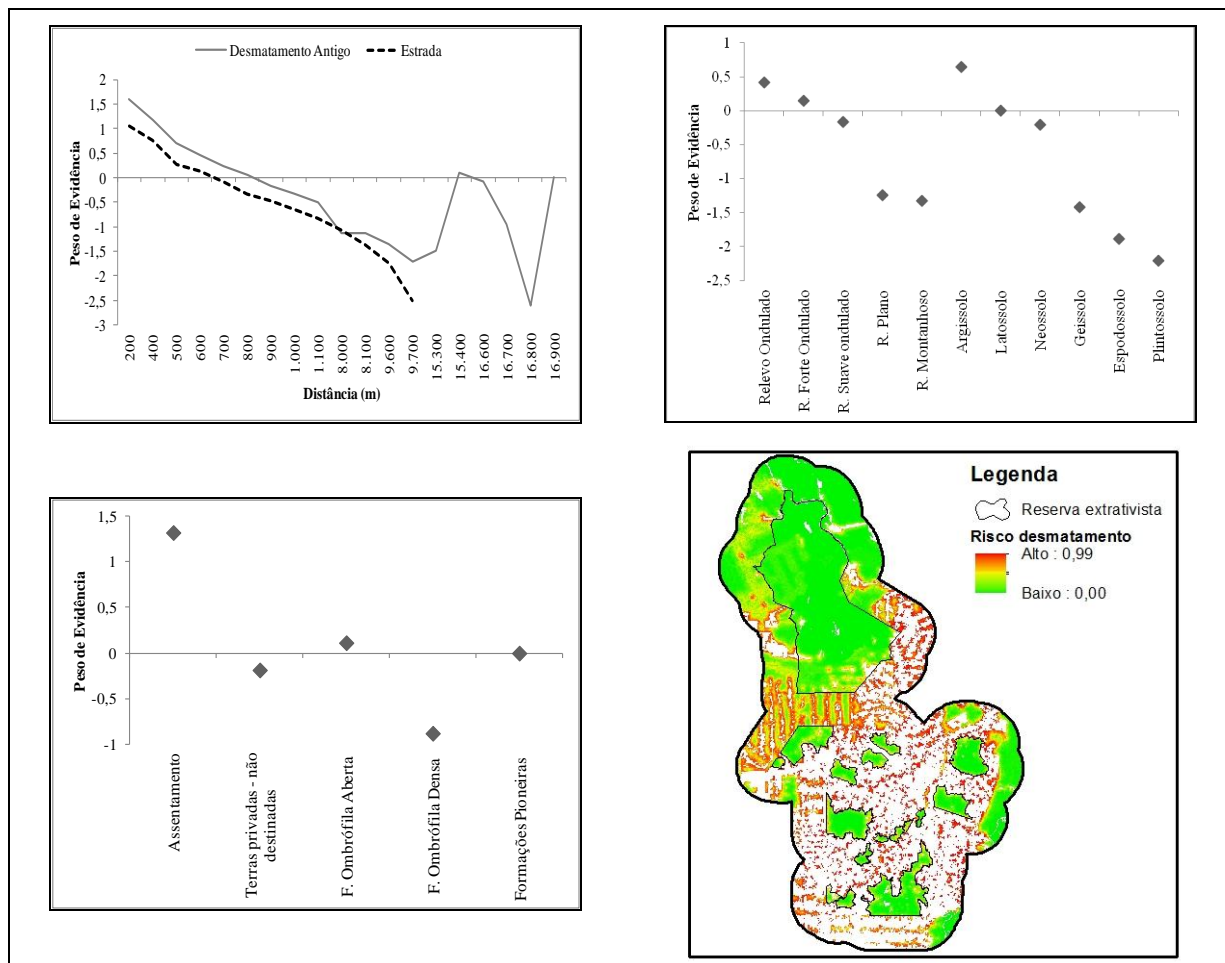


Figura 3: Coeficientes de peso de evidências e o mapa de risco de desmatamento.

#### 4.3 Simulação do cenário futuro de uso e cobertura da terra

As projeções de desmatamento para a região de referência indica que pode haver uma redução de aproximadamente 214 mil hectares de cobertura florestal ao longo do período de 30 anos. Este valor projetado representa uma diminuição de 48% da floresta em relação ao ano de 2012. A taxa de desmatamento projetado durante o período de 2013-2042 foi de 2,19% ao ano. A Figura 4 apresenta mapas de uso e cobertura da terra projetados para os períodos de 10 e 30 anos. Dos 214 mil hectares de desmatamento previsto para ocorrer em 30 anos na região de referência, foi estimado um desmatamento de 78 mil hectares em áreas de reservas extrativistas.

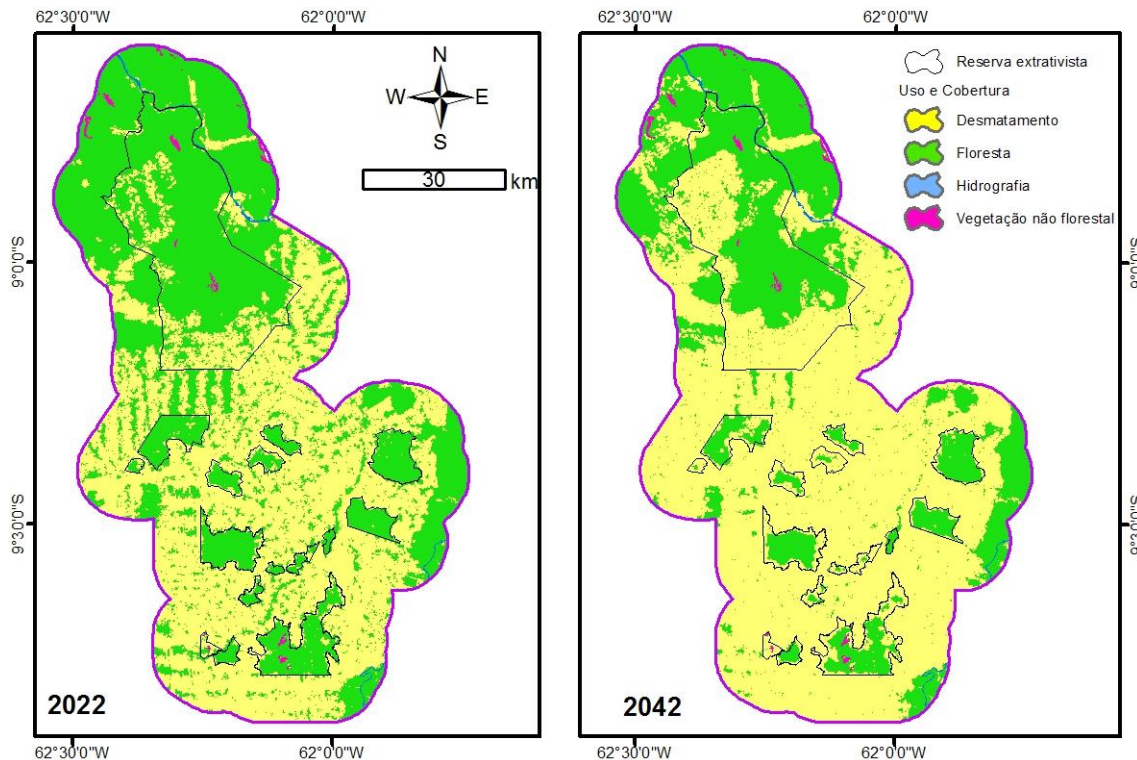


Figura 4. Mapa do uso e cobertura da terra projetado para os anos de 2022 e 2042.

Considerando um valor de estoque de carbono florestal médio de 476,80 tCO<sub>2e</sub>/ha (Biofílica, 2016) nas áreas com floresta e de 47,01 tCO<sub>2e</sub>/ha nas áreas desmatadas (Fearnside, 1996), foi estimado um fator de emissão de 429,79 tCO<sub>2e</sub>/ha. Assim, em trinta anos pode ocorrer emissões de até 92,15 milhões de tCO<sub>2e</sub>/ha na área em estudo, sendo 36% das emissões oriundas do desmatamento de áreas florestais das reservas extrativistas da região dos municípios de Machadinho D'Oeste e Vale do Anari.

## 5. Conclusões

Os resultados da modelagem espacial do desmatamento na região de referência evidenciou a elevada pressão do desmatamento sobre as unidades de conservação analisadas, o que torna essas áreas prioritárias para o desenvolvimento de atividades de conservação com a finalidade de reduzir as emissões oriundas de desmatamento não planejado e ilegal.

Atualmente dispõe-se de diversas opções modelagem espacial para definir linha de base de projetos REDD. Deve-se selecionar a plataforma que possui processo transparente para entrada e saída dos dados e dos parâmetros, interface gráfica de fácil compreensão, que incorpore o uso de dados apropriados para explicar a localização do desmatamento além de ter ferramentas apropriadas para avaliação de incertezas. Neste sentido, a plataforma de Dinamica EGO apresenta-se condições apropriadas para modelagem ambiental de linha de base de projetos REDD.

A abordagem empregada neste estudo pode orientar gestores, sociedade organizada e os comunitários destas áreas protegidas na proposta de projetos REDD a ser certificados em padrões internacionais como o Verified Carbon Standard (VCS) e o Climate, Community and Biodiversity Standards (CCB), em que se é necessário quantificar o desmatamento futuro e estimar as emissões de GEE associadas às mudanças na cobertura florestal em médio e longo prazo.

## Agradecimentos

O autor agradece à Biofílica Investimentos Ambientais pelo apoio na execução e cessão dos dados da área em estudo e ao Ministério do Meio Ambiente pela disponibilidade das imagens RapidEye.

## Referências Bibliográficas

- Biofílica Investimentos Ambientais. **Projeto REDD+ Resex Rio Preto – Jacundá**. Disponível em: [http://www.v-c-s.org/wp-content/uploads/2016/06/CCB\\_PROJ\\_DESC\\_POR\\_1503\\_16JUNE2016.pdf](http://www.v-c-s.org/wp-content/uploads/2016/06/CCB_PROJ_DESC_POR_1503_16JUNE2016.pdf)  
Acesso em: 13 nov. 2016
- Barni, P. E.; Fearnside, P. M. ; Graca, P. M. L. A. Deforestation and Carbon Emissions in Amazonia: Simulating the Impact of Connecting Brazil's State of Roraima to the Arc of Deforestation by Reconstructing the BR-319 (Manaus-Porto Velho) Highway. In: Congresso Forestal Mundial, XIII, 2009, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires - Argentina. XIII Congresso Forestal Mundial, 2009.
- Bombelli, A.; Avitabile, V.; Marchesini, B.; Balzter, H.; Bernoux, M.; Hall, R.; Henry, M.; Law, B. E.; Manlay, R.; Marklund, L. G.; Shimabukuro, Y. E. **Assessment of the status of the development of the standards for the Terrestrial Essential Climate Variables: Biomass**. Roma: Food and Agriculture Organization – Global Terrestrial Observation System. 2009. 30 p.
- Fearnside, P. M. **Amazonian deforestation and global warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest**. Forest Ecology and Management, v. 80, p. 21-34, 1996.
- Fearnside, P. M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. **Climatic Change**. v. 35, p.321-360, 1997.
- FRA – Forest Resources Assessment. **Global Forest Resources Assessment 2010**. Roma: Food and Agriculture Organization. 2010. 378 p.
- Higuchi, N.; Pereira, H. S.; Santos, J.; Lima, A. J. N.; Higuchi, M. I. G.; Higuchi, F. G.; Ayres, I. G. S. **Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais**. 1. ed. Manaus: S/Ed. 2009, 103p .
- Houghton, R. A. The global effects of tropical deforestation. **Environmental Science and Technology**. v. 24, n. 4, p. 414 – 422, 1990.
- Houghton, R. A. Balancing the global carbon budget. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**. v. 35, p.313-347, 2007.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Mapa de Vegetação da Amazônia Legal**. Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, RJ. 2008.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA. Portaria Nº 28, de 24 de janeiro de 2007. **Dispõe sobre os Municípios situados no Bioma Amazônia onde incidirão ações prioritárias de prevenção, monitoramento e controle o desmatamento ilegal**. Brasília, DF. 2007
- PRODES – **Projeto Prodes: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. Disponível em < [www.obt.inpe.br/prodes/](http://www.obt.inpe.br/prodes/)> Acesso em 08 de jan. 2016.
- Vitel, Claudia Suzanne Marie Nathalie. **Modelagem da dinâmica do desmatamento de uma fronteira em expansão, Lábrea, Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais). Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia, Manaus. 2009