

Plano de Monitoramento do Mosaico de Áreas Protegidas do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil

Editores

Karl Didier e Guillermo M. B. Estupiñán



EDITORES COORDENADORES

Karl Didier

Associação Conservação da Vida Silvestre
(WCS Brasil)
kdidier@wcs.org

Guillermo M. B. Estupiñán

Associação Conservação da Vida Silvestre
(WCS Brasil)
gestupinan@wcs.org

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

Satya B. L. Caldenhof

saboloca@gmail.com

DIAGRAMAÇÃO

Tito Fernandes

titofern@gmail.com

Natália Nakashima

nati.nakashima@gmail.com

REFERÊNCIA RECOMENDADA

Referências recomendadas para capítulos individuais estão incluídas no final de cada capítulo. Para o plano inteiro, sugerimos o uso da referência seguinte:

Didier K, Estupiñán GMB (editores). 2017. Plano de Monitoramento do Mosaico de Áreas Protegidas do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil. Wildlife Conservation Society (WCS Brasil) e o Conselho do Mosaico do Baixo Rio Negro, Manaus, Amazonas, Brasil.

AUTORES PARTICIPANTES

Liana Oighenstein Anderson (CEMADEN-MCT)

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (CEMADEN-MCT)
liana.anderson@cemaden.gov.br

André Pinassi Antunes

Associação Conservação da Vida Silvestre
(WCS Brasil)
aapardalis@gmail.com

Virginia Campos Diniz Bernardes

Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ)
virginiacdbernardes@gmail.com

Karl Didier

Associação Conservação da Vida Silvestre
(WCS Brasil)
kdidier@wcs.org

Guillermo M. B. Estupiñán

Associação Conservação da Vida Silvestre
(WCS Brasil)
gestupinan@wcs.org

Carlos Durigan

Associação Conservação da Vida Silvestre
(WCS Brasil)
cdurigan@wcs.org

Camila Kurzmann Fagundes

Associação Conservação da Vida Silvestre
(WCS Brasil)
cfagundes@wcs.org

Leticia Kirsten Fernandes

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)
leticia.kirstenf@gmail.com

Camila R. Ferrara

Associação Conservação da Vida Silvestre
(WCS Brasil)
cferrara@wcs.org

Rafael Luís Fonseca

SkyMarket
rafael@skymarket.com.br

Cláudia Gemaque Gualberto

Consultor (WCS Brasil)
claudiaggualbert@gmail.com

Daniel Lins da Silva

SkyMarket
daniel@skymarket.com.br

Pollyana Figueira de Lemos

Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ)
lemos@ipe.org.br

Victor Marchezini

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (CEMADEN-MCT)
victor.marchezini@cemaden.gov.br

Débora Menezes

Fundação Vitória Amazônica (FVA)
debora@fva.org

Sérgio Rodrigues Morbiolo

SkyMarket
sergio@skymarket.com.br

Artur Sgambatti Monteiro

Fundação Vitória Amazônica (FVA)
artur@fva.org.br

Marcelo Paustein Moreira

Fundação Vitória Amazônica (FVA)
pinguela.florestal@gmail.com

Ana Cristina Ramos de Oliveira

Fundação Vitória Amazônica (FVA)
ana@fva.org.br

Eduardo M. B. Prata

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)
eduardombprata@gmail.com

Alessandra Stremel Pesce Ribeiro

Consultor (WCS Brasil)
ale_stremel@yahoo.com.br

Fabio Röhe

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)
fabiorohe@gmail.com

Olívia Joice Mousinho da Rocha

Fundação Vitória Amazônica (FVA)
oliviajoicerocha@gmail.com

Mauro Luís Ruffino

Fundação Vitória Amazônica (FVA)
mauro.ruffino@fva.org.br

Silvia Midori Saito

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (CEMADEN-MCT)
silvia.sato@cemaden.gov.br

Marcelo Augusto dos Santos Junior

Fundação Vitória Amazônica (FVA)
brasa@fva.org.br

Fabiano Lopez da Silva

Fundação Vitória Amazônica (FVA)
fabiano@fva.org.br

Ruan Nascimento de Souza

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
ruan.sud@gmail.com

Alberto Vicentini

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)
vicentini.beto@gmail.com

COORDENAÇÃO DO PLANO



COLABORADORES INSTITUCIONAIS



FINANCIAMENTO



Índice

Capítulo 1. O Mosaico do Baixo Rio Negro e Seu Plano de Monitoramento.....	5
Capítulo 2. Plano de Monitoramento Socioeconômico do Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil.....	36
Capítulo 3. Plano de Monitoramento da Cobertura Vegetal do Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil.....	78
Capítulo 4. Plano de Monitoramento de Quelônios de Água Doce do Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil.....	93
Capítulo 5. Plano de Monitoramento da Pesca do Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil.....	121
Capítulo 6. Plano de Monitoramento da Onça-pintada e Espécies Cinegéticas no Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil.....	147
Capítulo 7. Plano de Monitoramento de Itaúbas do Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil.....	166
Capítulo 8. Plano de Monitoramento Populacional do Sauim-de-coleira (<i>Saguinus bicolor</i>) dentro do Mosaico do Baixo Rio Negro.....	180
Capítulo 9. Plano de Monitoramento de Riscos Socioambientais ao Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil.....	189
Capítulo 10. Proposta de Arquitetura Computacional para a Integração, Gestão e Publicação de Dados das Iniciativas de Monitoramento do Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil.....	213
Capítulo 11. Orçamento Total, Financiamento Sustentável e Próximos Passos.....	242
Anexo 1. Análise das experiências de monitoramento nas unidades de conservação do Mosaico do Baixo Rio Negro.....	254
Anexo 2. Levantamento de metadados das iniciativas de monitoramento em unidades de conservação do Mosaico Baixo Rio Negro (MBRN).....	262

Plano de Monitoramento da Cobertura Vegetal do Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil

Camila Kurzmann Fagundes (WCS Brasil)*
Marcelo Paustein Moreira (FVA)
Marcelo Augusto dos Santos Junior (FVA)

Colaboradores Institucionais:

Wildlife Conservation Society – Brazil Program (WCS Brasil)

Fundação Vitória Amazônica (FVA)

*cfagundes@wcs.org

Plano de Monitoramento
do Mosaico do Baixo Rio Negro

CAPÍTULO 3



Índice

1. Introdução	80	3.5. Validação da classificação dos elementos da paisagem e da perda vegetal/degradação	86
2. Objetivos	83	3.6. Desenho amostral	87
3. Métodos	83	4. Indicadores principais de monitoramento para medir a efetividade do Mosaico em reduzir o desmatamento	87
3.1. Classificação dos elementos da paisagem do MBRN	83	5. Protocolo de coleta de dados	87
3.1.1. Campinas	84	6. Cenários do monitoramento de elementos da paisagem	88
3.1.2. Campinaranas	84	7. Orçamento	90
3.1.3. Igapós	84	8. Ficha de campo para o cenário de orçamento ideal	90
3.1.4. Terra Firme	84	9. Referências Bibliográficas	91
3.1.5. Outros alvos	84	10. Referência Recomendada	91
3.2. Identificação do risco ecológico de cada bacia para seleção de setores prioritários ao monitoramento dos elementos da paisagem no MBRN	84		
3.3. Identificação da vulnerabilidade das campinas para seleção de manchas prioritárias para monitoramento no MBRN	85		
3.4. Variáveis de monitoramento da perda vegetal e degradação e escala temporal do monitoramento dos elementos da paisagem do MBRN	85		

1. Introdução

O desmatamento da Amazônia brasileira concentra-se na região conhecida como Arco do Desmatamento, que abrange o sul do Pará, o norte do Mato Grosso, o noroeste de Tocantins, Rondônia, o sul do Amazonas e o sudeste do Acre. As elevadas taxas de desmatamento nesses locais estão relacionadas à expansão do cultivo da soja, pecuária e aos projetos de infraestrutura, como estradas e hidrelétricas (Fearnside 2005; Souza Jr. *et al.* 2005). A quantidade de malha viária disponível no Arco do Desmatamento facilita o acesso para a implementação de empreendimentos e atividades agropecuárias. Aproximadamente 95% do desmatamento na Amazônia ocorre dentro de 5,5 km de distância das estradas (Barber *et al.* 2014). A bacia do rio Negro possui baixa densidade de malha viária, sendo uma das bacias hidrográficas da Amazônia brasileira com menor taxa de desmatamento, só perdendo para a bacia do rio Trombetas (Trancoso *et al.* 2010).

O Mosaico do Baixo Rio Negro (MBRN), região de áreas protegidas contíguas nas adjacências de Manaus, fornece proteção aos ecossistemas da região. Entretanto, as áreas com maior proximidade à Manaus estão sofrendo nos últimos anos ameaças ligadas a expansão urbana, ocupação irregular e colonização e, conseqüentemente, a perda da cobertura florestal (Moreira *et al.* 2009; Sousa 2013; Rodrigues *et al.* 2014). A exploração ilegal de madeira e areia e as queimadas são importantes fontes de impacto na região. Os focos de queimadas se concentram no trecho entre a cidade de Manaus e a cidade de Novo Airão (Figura 1), e tem aumentado bastante desde 2009 (Figura 2). A maior parte do Mosaico corresponde a Unidades de Conservação de Uso Sustentável, mas o uso de recursos naturais nessas unidades não é bem supervisionado (Peres & Terborgh 1995; Peres 2011). Na Amazônia brasileira, o desmatamento em áreas

protegidas entre 1998 e 2009 alcançou 12.204 km², e 3,7% dos territórios de Unidades de Uso Sustentável foram perdidos neste período (Veríssimo *et al.* 2011).

O tamanho da área desmatada no MBRN foi de 146,339 km² de acordo com os dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES) no período de 2001 a 2015 (INPE 2015) (Figura 3 e Figura 4). Os dados consolidados do PRODES 2015 mostram maior desmatamento no ano de 2003 no MBRN. Já para os dados do Global Forest Watch, o tamanho da área desmatada foi de 386,45 km² no período de 2001 a 2014 (Hansen *et al.* 2013; Hansen *et al.* 2016) (Figura 5 e Figura 6). O Global Land Analysis & Discovery (GLAD)/ Global Forest Watch disponibiliza somente dados de alertas de desmatamento para os anos de 2015 e 2016 (30 m resolução). Em 2015, a área de alertas confirmados do GLAD foi de 57,77 km² e em 2016 foi de 137,18 km². Assim, em 2016, segundo o GLAD, os alertas de desmatamento no MBRN tiveram um aumento de 137,46% em relação a 2015. Os resultados dos sistemas de monitoramento de desmatamento são bastante diferentes um do outro devido a metodologia empregada em cada um, mas as áreas de maior desmatamento estão sempre concentradas próximo à Manaus, principalmente nos municípios de Manacapuru e Iranduba.

O MBRN foi conectado à cidade de Manaus com a construção da Ponte Rio Negro em 2011. Assim, o acesso à margem direita do rio Negro foi simplificado e muitas obras e empreendimentos imobiliários tem sido implementados nessa área principalmente, na Área de Proteção Ambiental da Margem Direita do Rio Negro - Setor Paduari-Solimões e no município de Iranduba. Um estudo demonstrou que a construção da ponte aumentará em 27% o desmatamento no trecho de Iranduba à Novo Airão no período de 2013 a 2025 (Ramos 2015). O asfaltamento da rodovia BR-319, por sua vez,

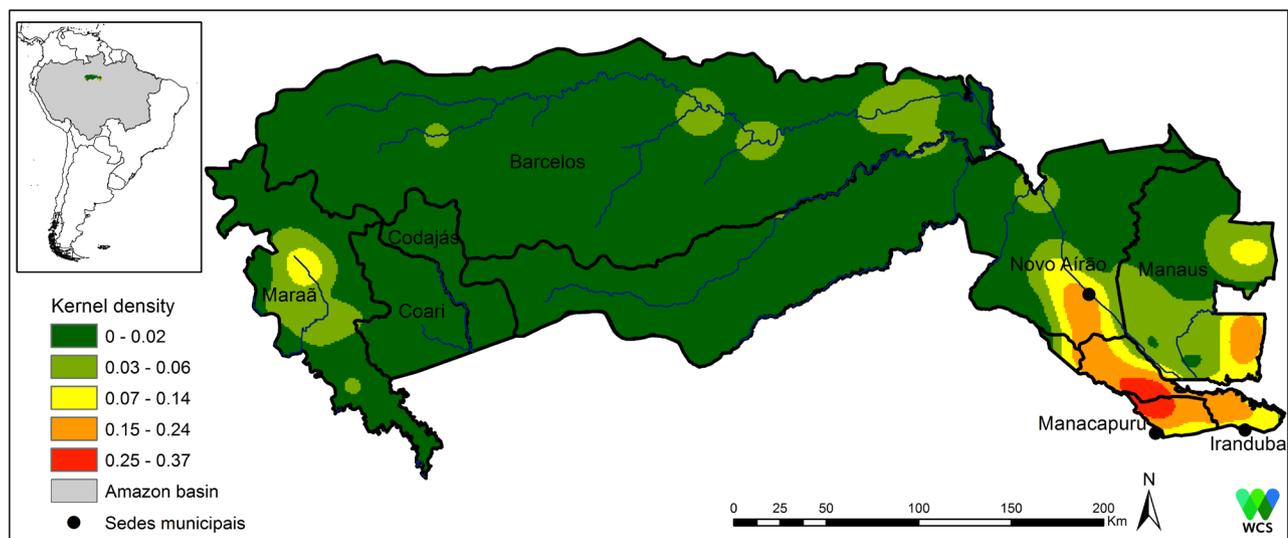


Figura 1. Densidade dos focos de queimadas (km²), gerado pelo estimador kernel, no Mosaico do Baixo Rio Negro de 1998 até 2016. Os dados de queimadas são provenientes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

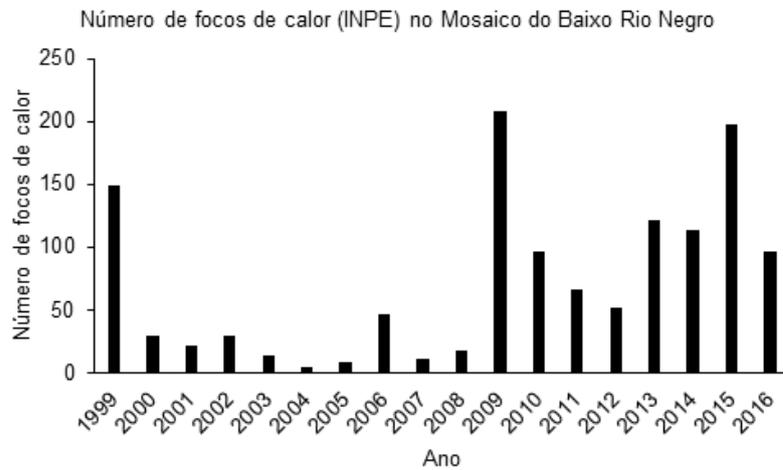


Figura 2. Série temporal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) contendo os focos de queimadas na região do Mosaico do Baixo Rio Negro.

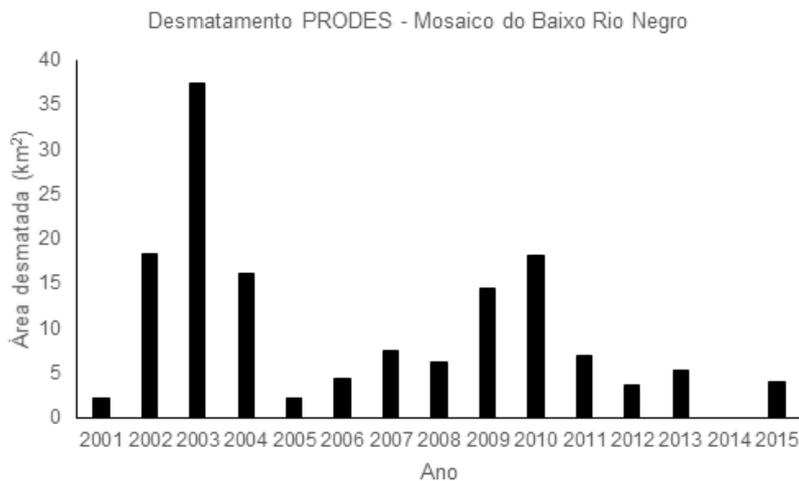


Figura 3. Série temporal do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES) para o Mosaico do Baixo Rio Negro.

pode viabilizar o acesso de migrantes para a Amazônia ocidental (Soares-Filho *et al.* 2006; Fearnside *et al.* 2009).

A cobertura da vegetação tem um papel fundamental no funcionamento ecológico e hidrológico de bacias e a sua conservação é o principal objetivo em um manejo integrado. A manutenção da cobertura vegetal em larga escala tem representado, com frequência, o sucesso de conservação de uma região (Gaston *et al.* 2008). O sensoriamento remoto é uma ferramenta muito importante para o entendimento da dinâmica do desmatamento e do uso da terra. Essa tecnologia permite a obtenção e avaliação periódica de dados em grande escala, além da divulgação de informações espaciais e temporais sobre ocorrência de queimadas e desmatamento (Phulpin *et al.*, 2002). Apesar de ser atualmente uma ferramenta muito utilizada no controle do desmatamento, os monitoramentos tem focado basicamente nos ecossistemas terrestres.

Planejamentos de conservação devem abranger também as áreas alagadas, principalmente na Amazônia, onde esses ecossistemas são diversos e bem representados

(Thieme *et al.* 2007; Castello *et al.* 2013). A Amazônia tem por volta de 35 tipos de áreas alagadas (costeiras e continentais) (Mathews 2013), mas a classificação desses ecossistemas aquáticos nas paisagens não tem grande acurácia. Apesar de Adeney *et al.* (2016) apresentarem um mapeamento da distribuição das campinas/campinaranas e Hess *et al.* (2003) classificarem as áreas alagadas na Amazônia, ambos os estudos foram desenvolvidos para uma escala ampla e não se adaptam bem em algumas regiões ou em escalas mais locais.

A bacia do rio Negro é uma área muito importante para monitoramento de áreas alagadas. Ela possui a maior quantidade de campinas e campinaranas da Amazônia (Adeney *et al.* 2016) e grande quantidade de florestas inundáveis. As manchas de campinas/campinaranas próximas a Manaus sofrem ameaças como queimadas, drenagem para atividades agropecuárias, extração de areia (Anderson 1981; Ferreira *et al.* 2013) e extração de lenha ou madeira (Álvarez Alonso & Whitney 2003). As florestas alagadas (igapós) são utilizadas principalmente para extração de madeira.

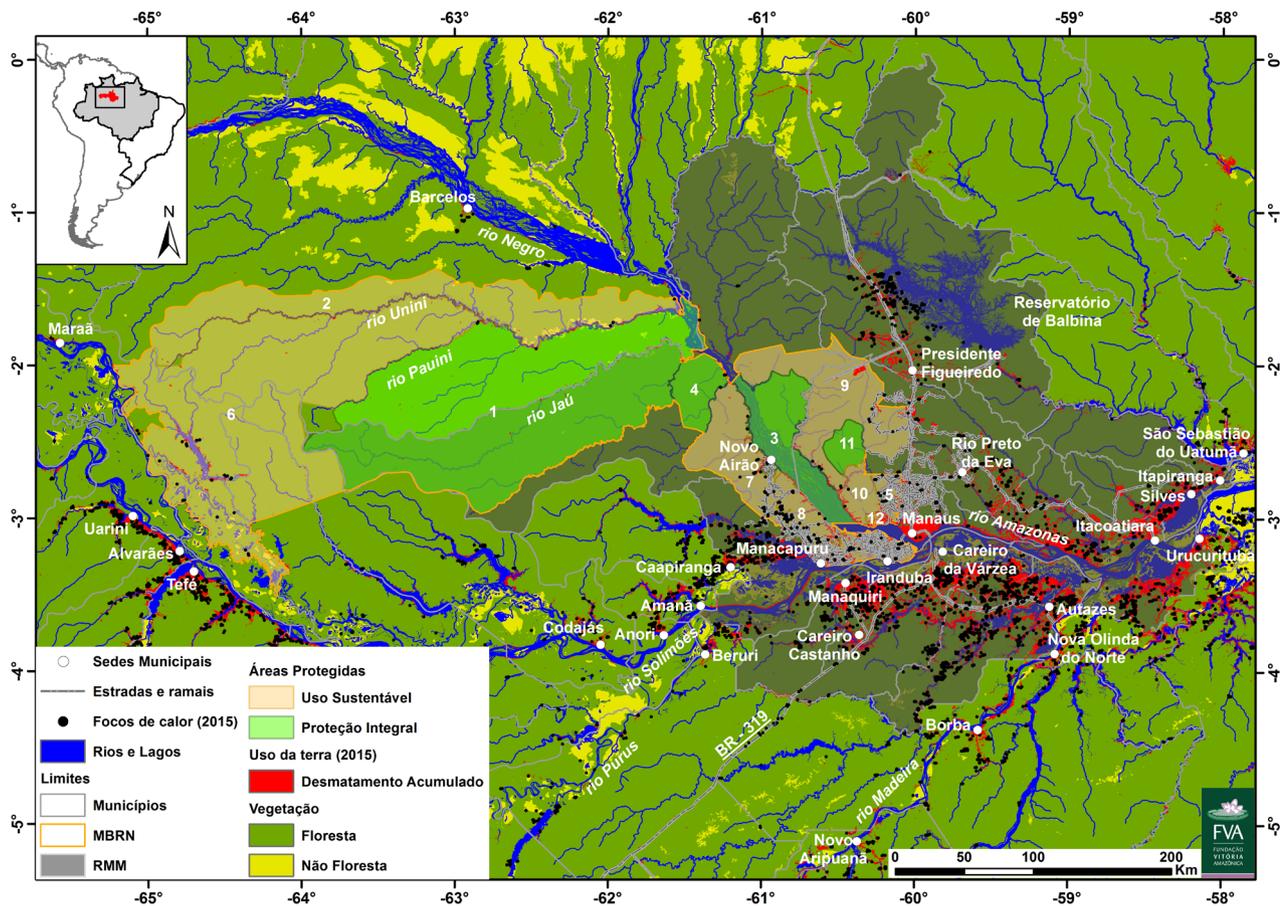


Figura 4. Locais de desmatamento e focos de calor nas áreas de floresta e não-floresta na região metropolitana de Manaus (RNM) e no Mosaico do Baixo Rio Negro (MBRN). Os dados de desmatamento acumulado (2015) são provenientes do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES) e os dados de focos de calor são provenientes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de 1999 a 2015. As Unidades de Conservação de Uso Sustentável e de Proteção Integral são representadas por números: 1 – Parque Nacional do Jaú (PARNA do Jaú); 2 – Reserva Extrativista do Rio Unini (RESEX Rio Unini); 3 – Parque Nacional de Anavilhanas (PARNA Anavilhanas); 4 – Parque Estadual do Rio Negro - Setor Norte (PAREST do Rio Negro - Setor Norte); 5 – Área de Proteção Ambiental Margem Esquerda do Rio Negro - Setor Tatumã-Açu/ Tatumã Mirim (APA Margem Esquerda do Rio Negro - Setor Tatumã-Açu / Tatumã Mirim); 6 – Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (RDS Amanã); 7 - Área de Proteção Ambiental da Margem Direita do Rio Negro - Setor Paduari / Solimões (APA da Margem Direita do Rio Negro - Setor Paduari/ Solimões); 8 - Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Negro (RDS do Rio Negro); 9 - Área de Proteção Ambiental da Margem Esquerda do Rio Negro - Setor Aturi / Apuauzinho (APA da Margem Esquerda do Rio Negro - Setor Aturi / Apuauzinho); 10 - Reserva de Desenvolvimento Sustentável Puranga Conquista (RDS Puranga Conquista); 11 - Parque Estadual do Rio Negro – Setor Sul (PAREST do Rio Negro - Setor Sul); 12 - Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (RDS do Tupé).

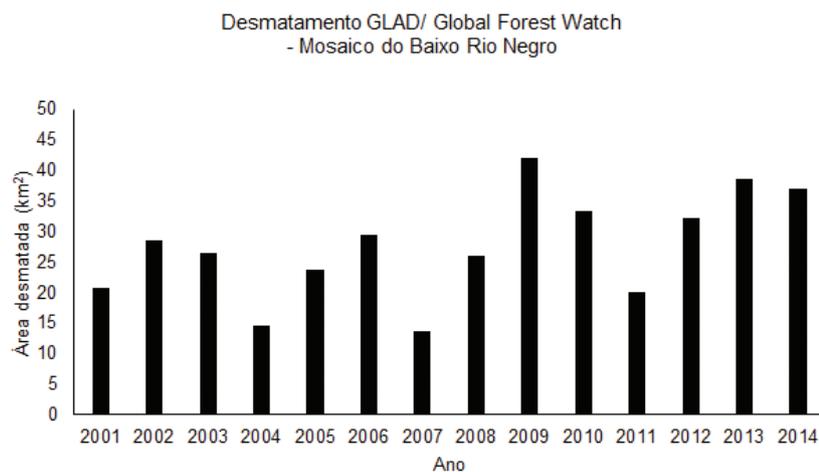


Figura 5. Série temporal do Global Forest Watch (GFW) para o Mosaico do Baixo Rio Negro.

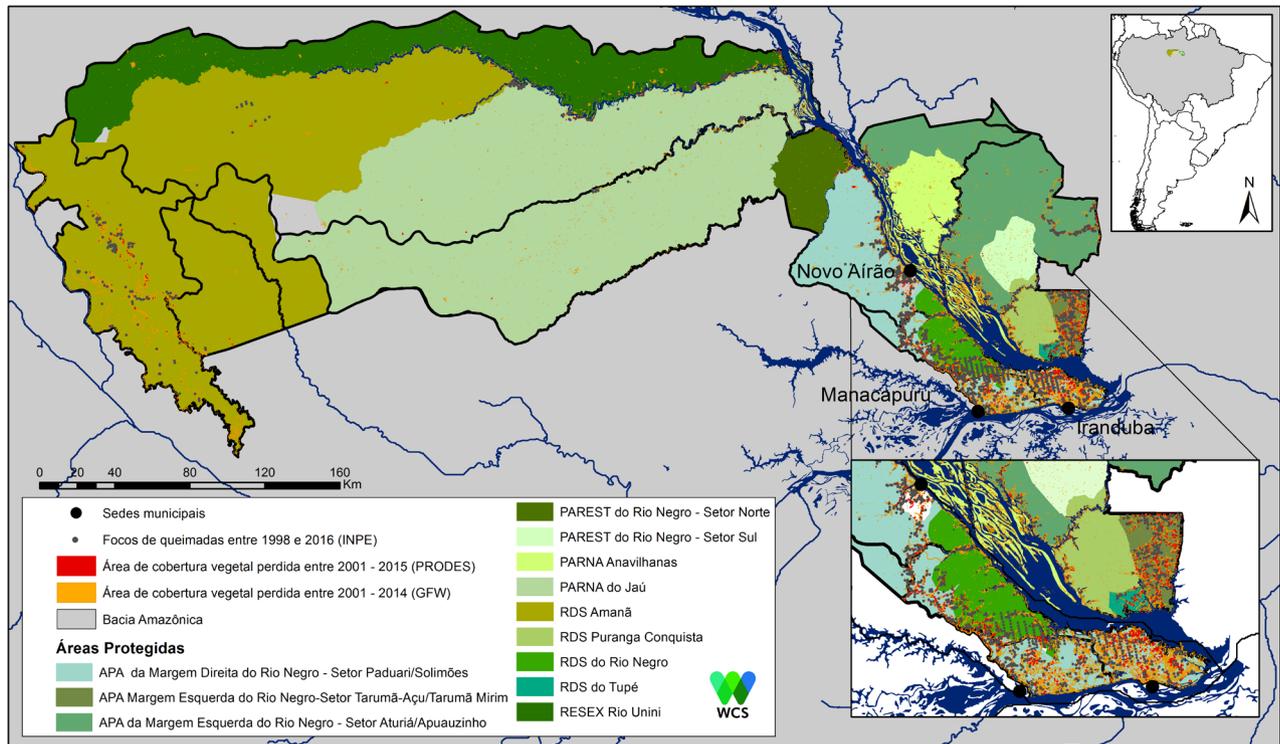


Figura 6. Locais de desmatamento e focos de calor no Mosaico do Baixo Rio Negro com base nos dados do Global Forest Watch (GFW) no período de 2001 a 2014, nos dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES) no período de 2001 a 2015 e focos de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no período de 1998 a 2016.

2. Objetivos

Objetivo geral

Monitorar a manutenção da cobertura de vegetação de florestas de terra firme, florestas de igapó, campinas e campinaranas no Mosaico do Baixo Rio Negro e, assim, o sucesso das Unidades de Conservação (UCs) do Mosaico na conservação desses ecossistemas.

Objetivos específicos

- Classificar/mapear as áreas de terra firme, campina, campinarana e igapó no MBRN e estimar a área total desses ecossistemas no MBRN;
- Classificar o MBRN em diferentes setores para monitoramento de acordo com seu grau de antropização;
- Indicar a vulnerabilidade à antropização de cada mancha de campina/campinarana no MBRN;
- Monitorar o desmatamento (ou remoção da cobertura vegetal original - corte raso) das florestas de terra firme, campinas, campinaranas e florestas de igapó no MBRN em diferentes escalas temporais;
- Monitorar a área total de florestas de terra firme, das campinas, campinaranas e das florestas de igapó no MBRN em diferentes escalas temporais, considerando áreas de regeneração;

- Monitorar a degradação das florestas de terra firme, campinas, campinaranas e florestas de igapó no MBRN em diferentes escalas temporais;
- Gerar informações sobre desmatamento para pesquisadores, gestores, moradores das UCs do MBRN e público em geral.

3. Métodos

3.1. Classificação dos elementos da paisagem do MBRN

Para classificar os diferentes alvos de conservação da paisagem do MBRN serão utilizadas imagens do satélite *Landsat 8* (30 m de resolução). As bandas 654 (RGB) serão fusionadas com a banda 8 (pancromática) para transformar as imagens para uma resolução de 15 metros. Serão selecionadas imagens dos anos de 2015 e 2016 das 8 cenas que compõem o MBRN e entorno, buscando minimizar a cobertura de nuvens. As imagens serão pré-processadas quanto a correções radiométricas e geométricas. Exclusivamente para classificar os igapós serão utilizadas imagens do radar PALSAR/PALSAR2 (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar* - 25 m de resolução) (Shimada *et al.*, 2014), atualizadas em 2015 (disponível em: http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/palsar_fnf/fnf_index.htm). Serão utilizadas

ainda imagens RapidEye (5 m de resolução) na classificação de manchas de campinas e campinaranas com área pequena e para o monitoramento daquelas que estiverem em áreas de alto e médio risco ambiental. As imagens serão disponibilizadas pelo órgão ambiental brasileiro, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), parceiro desse projeto. Os alvos serão classificados em cada cena separadamente e através de diferentes metodologias:

3.1.1. Campinas

Através das imagens fusionadas *Landsat 8* (15 m de resolução), todas as manchas de campina serão identificadas e digitalizadas manualmente, uma vez que estes alvos aparecem discretizados, ou seja, particionados, nas imagens de satélite.

3.1.2. Campinaranas

Serão caracterizadas através da composição de dados de altitude do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da NASA e imagens fusionadas *Landsat 8* (15 m de resolução). A partir desta composição será feito um trabalho de contraste das imagens para discretização das campinaranas. Posteriormente será feita uma classificação desta imagem contrastada para diferenciar as campinaranas.

3.1.3. Igapós

Será feita a composição RGB das bandas HH e HV do radar PALSAR (25 m de resolução) além de ser calculada a diferença entre essas bandas para a discretização das florestas alagáveis. Será feita uma classificação supervisionada da imagem RGB para identificar as áreas de florestas alagáveis. A primeira etapa desse método é criar amostras para treinamento do algoritmo de classificação (*Maximum likelihood*). Esse processo é realizado com a geração de amostras da imagem (ROI) para a classe. Após esta etapa, será utilizado o filtro majoritário para eliminação ou redução do ruído de classificação.

3.1.4. Terra Firme

As áreas de terra firme serão classificadas pelo método de classificação supervisionada com o algoritmo *Maximum likelihood*, utilizando as imagens fusionadas *Landsat 8*. A primeira etapa desse método é criar amostras para treinamento do algoritmo de classificação. Esse processo é realizado com a geração de amostras da imagem (ROI) para a classe. Após este processo, será utilizado o filtro majoritário para eliminação ou redução do ruído de classificação.

3.1.5. Outros alvos

Os outros alvos da paisagem menos prioritários, como capoeiras, cerrado, ilhas e praias (Anavilhanas), água e áreas antropizados (agricultura, solo exposto, área urbana, etc.), também serão classificados através do método de classificação supervisionada, utilizando as imagens fusionadas *Landsat 8* (15 m de resolução).

Ao final das classificações de todos os alvos da paisagem, os resultados serão unidos numa mesma composição resultando no mapa atual de paisagens do MBRN e entorno, e a área total (km²) de cada alvo dentro do mosaico será calculada como linha de base (2016). Para ações gerais de monitoramento do MBRN, um mapa com a classificação dos alvos da paisagem será gerado anualmente afim de detectar mudanças na paisagem.

3.2. Identificação do risco ecológico de cada bacia para seleção de setores prioritários ao monitoramento dos elementos da paisagem no MBRN

Os alvos prioritários de monitoramento estão dispersos por todo o MBRN e expostos a diferentes níveis de antropização. Neste sentido, os alvos mais próximos a áreas urbanas ou com maior densidade populacional e com maior número de empreendimentos e atividades de uso da terra necessitam de uma estratégia de monitoramento diferenciada, com análises em menor intervalo de tempo. Assim, o MBRN será dividido em setores, conforme a antropização das áreas, com base no Índice de Risco Ecológico (IRE, Mattson *et al.* 2007), que cria um mapa categórico de risco antrópico (alto, médio e baixo). Os setores com alta e média antropização terão prioridade no monitoramento, sendo monitorados a cada mês e a cada semestre, respectivamente, principalmente na estação seca (entre junho a novembro). Setores com baixa antropização serão monitorados anualmente ou quando ocorrer algum evento extremo nessas áreas (por exemplo, ocorrência de grande área queimada ou desmatada).

O protocolo do Índice de Risco Ecológico (Mattson *et al.* 2007) integra a severidade de um dado estressor e a frequência dos vários estressores em uma unidade de estudo, permitindo avaliar o estresse a que um determinado ecossistema está submetido. Resumidamente, o IRE usa um procedimento de classificação para identificar áreas de baixo, moderado e alto risco para a biota, com base no dano potencial de um conjunto de ameaças identificadas, orientando na tomada de decisões na área de conservação (Mattson *et al.* 2007). O protocolo IRE compreende cinco etapas principais:

1. Identificação dos usos da terra e água mapeáveis, denominando ameaças à integridade ecológica;
2. Atribuição de pontuações de severidade com base em potenciais impactos de cada ameaça à integridade ecológica;
3. Estimativa das frequências de cada ameaça dentro das subunidades pré-definidas;
4. Cálculo do Índice de Ameaça Específica do Risco Ecológico para cada subunidade; e
5. Cálculo do Índice Composto de Risco Ecológico sobre todas as ameaças para cada subunidade. Um índice de risco é calculado para uma série de subunidades dentro de uma região mais ampla para permitir a comparação de ameaças de subunidades específicas. Como subunidades, utilizaremos os polígonos do menor nível de bacias delineados pelo projeto *Amazon Waters* (BL7) (Venticinque *et al.* 2016).

Os fatores que influenciam as ameaças no MBRN que serão utilizados na criação do IRE são: área em km² de atividades agropecuárias (polígonos) atuais dentro do Mosaico; densidade populacional (habitantes/ km²) e de domicílios dentro do Mosaico (número de domicílios/ km²); área de mineração em km² (locais explorados, com requerimento de pesquisa e autorização de lavra) atuais dentro do Mosaico; densidade de locais com exploração de óleo e gás (ANP 2016) (número de locais/km²); densidade de focos de calor (focos/km²) (INPE 2016a); extensão da malha viária (estradas e ramais) e rios, ambas em km, dentro do Mosaico; e por último, perda de vegetação atual dentro do Mosaico em km².

Os dados de desmatamento acumulado utilizados serão provenientes do Global Forest Watch, no período de 2001 a 2014, e do Global Land Analysis & Discovery (GLAD), no período de 2015 a 2016 (Hansen *et al.* 2013; Hansen *et al.* 2016). Os dados de densidade populacional e domicílios serão oriundos do IBGE (IBGE 2010). Os dados de mineração serão obtidos do DNPN (Departamento Nacional de Produção Mineral) (DNPN 2015). Os dados de malha viária serão do DNIT (DNIT 2015) e do mapeamento de ramais realizado pela Fundação Vitória Amazônica (FVA). Os dados sobre recursos hídricos serão provenientes de Venticinque *et al.* (2016). Os locais de atividades agropecuárias serão identificados pelos dados do TERRACLASS, classificação de 2014 (INPE 2014).

3.3. Identificação da vulnerabilidade das campinas para seleção de manchas prioritárias para monitoramento no MBRN

O grau de vulnerabilidade de cada mancha de campina e campinarana será atribuído com base no mapa final de classificação das campinas/campinaranas e da localização espacial dos impactos que estão ameaçando o MBRN.

Na ferramenta *Cost distance* do programa *ArcGIS 10.3* será calculado o custo de distância de acesso às manchas de campina/campinaranas, com base nos fatores que influenciam as ameaças identificadas no Mosaico e que foram listados no item anterior (atividades agropecuárias, malha viária, recursos hídricos, etc.). Para este cálculo, a camada de campinas e de campinaranas será rasterizada, ou seja, convertida em uma imagem raster (matriz de pontos que representa geralmente uma grade retangular de pixels), assim como as camadas das variáveis. Esse cálculo será realizado para toda a área do MBRN. Para contemplar todas as variáveis que influenciam as ameaças identificadas no MBRN em uma camada de custo única, os valores das diferentes camadas serão fixados em intervalos comuns com a ferramenta de reclassificação *Reclassify*. Após esta etapa, as camadas de custo reclassificadas serão combinadas e será atribuído um peso para cada uma delas, de acordo com a influência que cada variável exerce na análise. Esse cálculo será realizado pela ferramenta *Weighted overlay*. As camadas contendo os pesos de cada variável serão somadas e o *raster* de custo final será criado. Por fim, esse *raster* de custo será utilizado na ferramenta *Cost distance* para identificar manchas de campinas/campinaranas mais vulneráveis. O mapa final da vulnerabilidade desses elementos da paisagem poderá ser validado em campo em excursões para levantamento de dados primários. As manchas mais vulneráveis serão monitoradas pela análise de imagens de alta resolução *RapidEye* (resolução de 5 m) ou emprego de veículos aéreos não tripulados (*drone*).

3.4. Variáveis de monitoramento da perda vegetal e degradação e escala temporal do monitoramento dos elementos da paisagem do MBRN

As principais variáveis de monitoramento dos elementos da paisagem que serão utilizadas são: densidade de focos de calor (dados INPE – satélites de

referência) (INPE 2016a) na área que cada elemento da paisagem ocupa no MBRN (exemplo: número de focos/km² de cobertura de igapó); área desmatada e área de degradação da cobertura vegetal na área que cada elemento da paisagem ocupa no MBRN (exemplo: cobertura de igapó/km²). A frequência do cálculo da área de cada elemento da paisagem no Mosaico dependerá do setor em que o elemento se encontra (setor de baixo, médio ou alto risco). Para calcular o desmatamento e os focos de calor em cada elemento da paisagem iremos utilizar os dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES) e do *Global Land Analysis & Discovery* (GLAD), tanto para as análises do período 2015/2016, quanto para a identificação de novas áreas nos anos seguintes. Os dados do PRODES são calculados para grandes escalas e não são atualizados com frequência. Já os dados do GLAD são atualizados semanalmente. No GLAD/Global Forest Watch, áreas (pixels de 30 m) com probabilidade acima de 50% (> 50%) de serem desmatados constituem áreas com alertas de desmatamento. Nas nossas análises só serão considerados os alertas emitidos pelo GLAD que foram confirmados. Os alertas são confirmados quando uma segunda passagem do satélite também identifica o pixel como um alerta. A maioria dos alertas que não são confirmados não tiveram outra passagem do satélite, devido ao tempo de revisita de 8 dias ou devido à cobertura de nuvens.

Para o monitoramento da degradação ambiental serão utilizados os dados de área degradada do DETER B (Detecção de Desmatamento em Tempo Real), sistema disponível desde maio de 2016. O DETER B (INPE 2016b) usa imagens dos sensores WFI, do satélite CBERS-4 (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), e AWiFS, do satélite IRS (*Indian Remote Sensing Satellite*), com 60 m e 56 m de resolução espacial, respectivamente. Os dados permitem a identificação tanto do desflorestamento quanto da degradação e qualificam desmatamentos por mineração. Como a degradação ocorre em etapa anterior ao corte raso, o DETER gera informações sobre áreas com tendência ao desmatamento. Os dados são disponibilizados com dimensão mínima de 6,25 hectares (ha), obedecendo ao critério de comparação com os dados do PRODES. A identificação do padrão de alteração da cobertura florestal é feita por interpretação visual com base em cinco elementos principais (cor, tonalidade, textura, forma e contexto) e utiliza a técnica de Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), conjuntamente com sua imagem multispectral em composição colorida para mapear as seguintes classes: desmatamento com solo exposto; desmatamento com vegetação; mineração; degradação (quando a cobertura florestal é parcialmente removida, mantendo parte de seu dossel. Há geralmente indivíduos arbóreos em estágios iniciais e intermediário inicial de sucessão

Tabela 1. Frequência de monitoramento de cada elemento da paisagem com base no risco ecológico de cada setor do Mosaico do Baixo Rio Negro (MBRN).

Elementos da paisagem	Setores		
	Alto Risco	Médio Risco	Baixo Risco
Campina	Mensal	Mensal	Semestral
Campinarana	Mensal	Mensal	Semestral
Igapó	Trimestral	Trimestral	Semestral
Floresta de Terra Firme	Trimestral	Trimestral	Semestral

em processo decorrente da intervenção antrópica); cicatriz de incêndio florestal; corte seletivo tipo I (os indivíduos de interesse comercial são removidos sem planejamento prévio, denotado pela forma desordenada de estradas e ramais no interior da floresta) e tipo II (exploração baseada em um plano de manejo, em que se percebe o planejamento prévio evidenciado pelo padrão regular entre as estradas e pátios de estocagem no interior da floresta). Os dados são disponibilizados a cada três meses.

Apesar do GLAD gerar alertas semanais de desmatamento e o DETER B gerar dados trimestrais de alteração da cobertura vegetal, ambos são calculados em larga escala (Brasil e Amazônia Legal, respectivamente), sendo pouco precisos em escala local. Dessa forma, para avaliar desmatamento (corte raso) e degradação da cobertura florestal na escala do MBRN, nós iremos classificar as mudanças na paisagem (desmatamento, degradação e cicatrizes de fogo). A classificação irá ocorrer com imagens Landsat 8 e será analisada no programa *Claslite Forest Monitoring*. A perda de vegetação poderá ser identificada pela diferença na classificação de dois períodos distintos.

Todas as campinas e campinaranas dos setores com alto e médio risco ecológico serão monitoradas mensalmente, enquanto que aquelas de setores de baixo risco ecológico serão monitoradas semestralmente. As áreas de igapó e terra firme que estão nos setores de alto risco ecológico serão monitoradas a cada três meses e as que estão em setores de médio e baixo risco serão monitoradas semestralmente.

3.5. Validação da classificação dos elementos da paisagem e da perda vegetal/degradação

Em cenário de orçamento mínimo, a validação da classificação dos elementos da paisagem será realizada por meio de mapeamentos e pontos de ocorrência já existentes em outras iniciativas (TERRACLASS; Hess *et al.* 2003; Adeney *et al.* 2006). Em cenário de orçamento ideal, a validação tanto da classificação dos elementos da paisagem quanto de algumas áreas com possíveis dúvidas da degradação ou perda florestal será realizada por meio de expedições a campo e com o uso de *drone*.

3.6. Desenho amostral

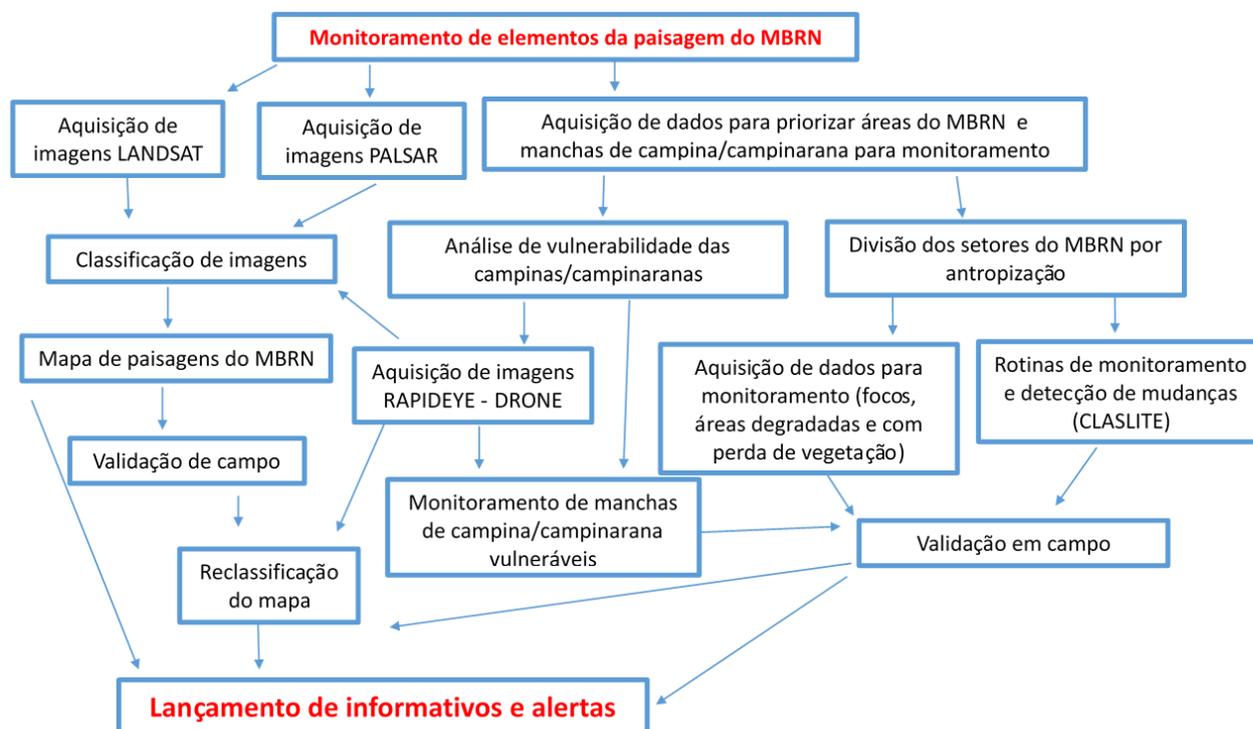


Figura 7. Diagrama do desenho amostral do plano de monitoramento de elementos da paisagem do MBRN.

4. Indicadores principais de monitoramento para medir a efetividade do Mosaico em reduzir o desmatamento

- Densidade de cicatrizes de fogo por km² em áreas de campina, campinarana, igapó e terra firme a partir da última classificação desses elementos no MBRN (feita anualmente);
- Áreas (km²) de campina, campinarana, igapó e terra firme perdidas pelo desmatamento ou fogo a partir da última classificação desses elementos no MBRN (feita anualmente);
- Áreas (km²) de campina, campinarana, igapó e terra firme degradadas a partir da última classificação desses elementos no MBRN (feita anualmente);
- Número de alertas e informativos lançados por ano.
- Área (km²) total de campina, campinarana, igapó e terra firme no Mosaico (calculado anualmente).

5. Protocolo de coleta de dados

- Baixar quinzenalmente os dados de focos de calor (INPE) e plotar sobre os alvos de monitoramento;
- Baixar quinzenalmente as imagens Landsat 8 do MBRN para análises no *Claslite Forest*, detecção visual de mudanças e atualização dos vetores de estradas e ramais;
- Baixar semanalmente os dados de desmatamento (GLAD) e plotar sobre os alvos de monitoramento;
- Baixar anualmente os dados de desmatamento (PRODES – INPE) e plotar sobre os alvos de monitoramento;
- Baixar trimestralmente os dados do DETER B e plotar sobre os alvos de monitoramento;
- Rotina de localização e identificação das áreas dos alvos prioritários sob pressão antrópica e lançamento de alertas para o poder público;
- Produzir um informativo mensal de monitoramento do MBRN;
- Em cenário com validação dos resultados em campo, realizar excursões para áreas com alto e médio risco ecológico pelo menos uma vez por ano, na seca.

6. Cenários do monitoramento de elementos da paisagem

Componente de monitoramento	Método incluído	Indicadores exemplares para avaliação de efetividade do Mosaico	Orçamento Total do primeiro Ano	Orçamento total do plano (3 anos)
Cenário com orçamento mínimo			R\$ 60.000,00	R\$ 123.000,00
Monitoramento de campinas	Classificação das manchas de campinas em imagem Landsat			
	Atribuição do grau de vulnerabilidade de cada mancha			
	Uso de imagens RapidEye para monitorar as manchas de campinas mais vulneráveis	1. Número de cicatrizes de fogo;		
	Identificação de focos de queimada e desmatamento em áreas de campina no Mosaico em outros sistemas de monitoramento	2. Área (km ²) perdida pelo desmatamento ou fogo ou área (km ²) degradada		
	Identificação e quantificação da perda de vegetação e degradação pela equipe técnica do plano	3. Número de alertas e informativos lançados		
	Validação com mapeamentos e pontos de ocorrência de campinas já existentes			
	Lançamento de alertas e informativos digitais			
Monitoramento de campinaranas	Classificação das manchas de campinarana em imagens Landsat + SRTM			
	Atribuição do grau de vulnerabilidade de cada mancha			
	Uso de imagens RapidEye para monitorar as manchas de campinarana mais vulneráveis	1. Número de cicatrizes de fogo;		
	Identificação de focos de queimada e desmatamento em áreas de campinarana no Mosaico em outros sistemas de monitoramento	2. Área (km ²) perdida pelo desmatamento ou fogo ou área (km ²) degradada		
	Identificação e quantificação da perda de vegetação e degradação pela equipe técnica do plano	3. Número de alertas e informativos lançados		
	Validação com mapeamentos e pontos de ocorrência de campinaranas já existentes			
	Lançamento de alertas e informativos digitais			
Monitoramento de igapós	Classificação das áreas de igapó com radar PALSAR	1. Número de cicatrizes de fogo;		
	Identificação de focos de queimada e desmatamento em áreas de igapó no Mosaico em outros sistemas de monitoramento	2. Área (km ²) perdida pelo desmatamento ou fogo ou área (km ²) degradada		
	Identificação e quantificação da perda de vegetação e degradação pela equipe técnica do plano	3. Número de alertas e informativos lançados		
	Validação com mapeamentos já existentes			
	Lançamento de alertas e informativos digitais			
Monitoramento de terra firme	Classificação das áreas de terra firme em imagem Landsat	1. Número de cicatrizes de fogo;		
	Identificação de focos de queimada e desmatamento em áreas de terra firme no Mosaico em outros sistemas de monitoramento	2. Área (km ²) perdida pelo desmatamento ou fogo ou área (km ²) degradada		
	Identificação e quantificação da perda de vegetação e degradação pela equipe técnica do plano	3. Número de alertas e informativos lançados		
	Lançamento de alertas e informativos digitais			

Cenário com orçamento ideal (as células em amarelo são métodos/atividades adicionais ao cenário mínimo)		R\$ 159.730,00	R\$ 229.460,00
Monitoramento de campinas	Classificação das manchas de campinas em imagem Landsat		
	Atribuição do grau de vulnerabilidade de cada mancha		
	Uso de imagens RapidEye para monitorar as manchas de campinas mais vulneráveis		1. Número de cicatrizes de fogo;
	Identificação de focos de queimada e desmatamento em áreas de campina no Mosaico em outros sistemas de monitoramento		2. Área (km2) perdida pelo desmatamento ou fogo ou área (km2) degradada
	Identificação e quantificação da perda de vegetação e degradação pela equipe técnica do plano		3. Número de alertas e informativos lançados
	Validação com excursões a campo e imagens obtidas com o uso de drone das campinas mais vulneráveis		
	Lançamento de alertas e informativos digitais		
Divulgação dos dados de monitoramento e alertas de emergência em um portal			
Monitoramento de campinaranas	Classificação das manchas de campinarana em imagens Landsat + SRTM		
	Atribuição do grau de vulnerabilidade de cada mancha		
	Uso de imagens RapidEye para monitorar as manchas de campinaranas mais vulneráveis		1. Número de cicatrizes de fogo;
	Identificação de focos de queimada e desmatamento em áreas de campinarana no Mosaico em outros sistemas de monitoramento		2. Área (km2) perdida pelo desmatamento ou fogo ou área (km2) degradada
	Identificação e quantificação da perda de vegetação e degradação pela equipe técnica do plano		3. Número de alertas e informativos lançados
	Validação com excursões a campo e imagens obtidas com o uso de drone das campinaranas mais vulneráveis		
	Lançamento de alertas e informativos digitais		
Divulgação dos dados de monitoramento e alertas de emergência em um portal			
Monitoramento de igapós	Classificação das áreas de igapó com radar PALSAR		
	Identificação de focos de queimada e desmatamento em áreas de igapó no Mosaico em outros sistemas de monitoramento		1. Número de cicatrizes de fogo;
	Identificação e quantificação da perda de vegetação e degradação pela equipe técnica do plano		2. Área (km2) perdida pelo desmatamento ou fogo ou área (km2) degradada
	Validação com excursões a campo e imagens obtidas com o uso de drone das áreas mais vulneráveis		3. Número de alertas e informativos lançados
	Lançamento de alertas e informativos digitais		
Divulgação dos dados de monitoramento e alertas de emergência em um portal			
Monitoramento de terra firme	Classificação das áreas de terra firme em imagem Landsat		
	Identificação de focos de queimada e desmatamento em áreas de terra firme no Mosaico em outros sistemas de monitoramento		1. Número de cicatrizes de fogo;
	Identificação e quantificação da perda de vegetação e degradação pela equipe técnica do plano		2. Área (km2) perdida pelo desmatamento ou fogo ou área (km2) degradada
	Validação com excursões a campo		3. Número de alertas e informativos lançados
	Lançamento de alertas e informativos digitais		
Divulgação dos dados de monitoramento e alertas de emergência em um portal			

9. Referências Bibliográficas

- Anderson AB. 1981. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica* 13:199–210.
- Adeney JM, Christensen N, Vicentini A, Cohn-haft M. 2016. White-sand ecosystems in Amazonia. *Biotropica* 48:7–23.
- Álvarez Alonso J, Whitney BM. 2003. New distributional records of birds from white-sand forests of the northern Peruvian Amazon, with implications for biogeography of northern South America. *Condor* 105:552–566.
- ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/> (Acesso em agosto de 2016).
- Barber CP, Cochrane MA, Souza Jr CM, Laurance WF. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation* 177:203–209.
- Castello L, McGrath DG, Hess LL, Coe MT, Lefebvre PA, Petry P, Macedo MN, Renó VF, Arantes CC. 2013. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters* 0:1–13.
- DNIT (Departamento Nacional de infraestrutura de transportes). 2015. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles> (Acesso em agosto de 2016).
- DNPN (Departamento Nacional de Produção Mineral). 2015. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/> (Acesso em agosto de 2016).
- Fearnside PM. 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates and consequences. *Conservation Biology* 19:680–688.
- Fearnside PM, Graça PMLA. 2009. BR-319: A rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central. *Novos Cadernos NAEA* 12(1):19–50.
- Ferreira LV, Chaves PP, Cunha DDA, Rosário, AS do, Parolin P. 2013. A extração ilegal de areia como causa do desaparecimento de campinas e campinaranas no estado do Pará, Brasil. *Pesquisas, série Botânica* 64:157–173.
- Gaston KJ, Jackson SF, Cantú-Salazar L, Cruz-Piñón G. 2008. The ecological performance of protected areas. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39:93–113.
- Hansen MC, Potapov PV, Moore R, Hancher M, Turubanova SA, Tyukavina A, Thau D, Stehman SV, Goetz SJ, Loveland TR, Kommareddy A, Egorov A, Chini L, Justice CO, Townshend JRG. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342:850–853.
- Hansen MC, Krylov A, Tyukavina A, Potapov PV, Turubanova SA, Zutta B, Suspense I, Margono B, Stolle F, Moore R. 2016. Humid tropical forest disturbance alerts using Landsat data. *Environmental Research Letters* 11:034008.
- Hess LL, Melack JM, Novo EMLM, Barbosa CCF, Gastil M. 2003. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation for the Central Amazon region. *Remote Sensing Environmental* 87:404–428.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). 2010. Censo Demográfico do Brasil. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/> (Acesso em novembro de 2015)
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2014. Projeto TERRACLASS – Qualificação do desmatamento na Amazônia legal. 2014. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2014.php (Acesso em setembro de 2016).
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2015. Projeto de desmatamento da Floresta Amazônica por Satélite – PRODES. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php> (Acesso em julho de 2016).
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2016a. Programa de monitoramento de queimadas – BDQUEIMADAS. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/> (Acessado em setembro de 2016).
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2016b. Sistema de detecção de desmatamento em tempo real – DETER. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/deterb.php (Acesso em outubro de 2016).
- Mathews GVT. 2013. The Ramsar Convention on Wetlands: Its History and Development. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- Mattson KM, Angermeier PL. 2007. Integrating human impacts and ecological integrity into a risk-based protocol for conservation planning. *Environmental Management* 39:125–138.
- Moreira MP, Santos CJ, Ferreira OJMR. 2009. Desflorestamento ao longo das estradas AM – 070 (Manaus/Iranduba/Manacapuru) e AM – 352 (Manacapuru/Novo Airão) na Amazônia Central: subsídios para o planejamento. Páginas 747-754 in *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Natal, Rio Grande do Norte.
- Peres CA, Terborgh JW. 1995. Amazonian Nature Reserves: An Analysis of the Defensibility Status of Existing Conservation Units and Design Criteria for the Future. *Conservation Biology* 9:34–46.
- Peres CA. 2011. Conservation in Sustainable-Use Tropical Forest Reserves. *Conservation Biology* 25:1124–1129.
- Phulpin T, Lavenu F, Bellan MF, Mougnot B, Blasco F. 2002. Using SPOT-4 HRVIR and VEGETATION sensors to assess impact of tropical forest fires in Roraima, Brazil. *International Journal of Remote Sensing* 23(10):1943–1966.
- Ramos CJP. 2015. Simulação da dinâmica espacial do desmatamento na área dos municípios sob influência direta da Ponte do Rio Negro, Amazonas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ecologia, Manaus, Brasil, 43p.
- Rodrigues M da S, Pedrollo CT, Borges SH, Camargo Y da R, Moreira MP, Amaral GS, Brandão DO, Iwanaga S. 2014. Iranduba: Características Socioambientais de um Município em Transformação. Documentos Técnicos, Fundação Vitória Amazônica, Manaus, Amazonas, Brasil, 24p.
- Shimada M, Itoh T, Motooka T, Watanabe M, Tomoshiro S, Thapa R, Lucas R. 2014. New Global Forest/Non-forest Maps from ALOS PALSAR Data (2007–2010). *Remote Sensing of Environment* 155:13–31.

- Soares-Filho BS, Nepstad DC, Curran LM, Cerqueira GC, Garcia RA, Ramos C A, Voll E, McDonal A, Lefebvre P, Schlesinger P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature* 440:520–523.
- Sousa IS. 2013. A ponte Rio Negro e a Região Metropolitana de Manaus: adequações do espaço urbano-regional à reprodução do capital. 2013. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana/Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil, 249p.
- Souza Jr C, Brandão Jr A, Anderson A, Veríssimo A. 2005. The Expansion of Unofficial Roads in the Brazilian Amazon. O Estado da Amazônia (Instituto do Homem e Meio Ambiente na Amazônia), Belém, Pará.
- Trancoso R, Carneiro Filho A, Tomasella J, Schiatti J, Forsberg BR, Miller RP 2010. Deforestation and conservation in major watersheds of the Brazilian Amazon. *Environmental Conservation* 1-12.
- Thieme M, Lehner B, Abell R, Hamilton SK, Kellndorfer J, Powell G, Riveros JC. 2007. Freshwater conservation planning in data-poor areas: An example from a remote Amazonian basin (Madre de Dios River, Peru and Bolivia). *Biological Conservation* 135:484–501.
- Venticinque E, Forsberg B, Barthem RB, Petry P, Hess L, Mercado A, Cañas C, Montoya M, Durigan C, Goulding M. 2016. An Explicit GIS-Based River Basin Framework for Aquatic Ecosystem Conservation in the Amazon. *Earth System Science Data*, doi:10.5194/essd-2016-17.
- Veríssimo A, Rolla A, Ribeiro MB, Salomão R. 2011. Áreas Protegidas na Amazônia Brasileira: avanços e desafios. Páginas 15–17 in Veríssimo A, Rolla A, Vedoveto M, Futada S de M, editores. Imazon, Belém e São Paulo.

10. Referência Recomendada

- Fagundes CK, Moreira MP, dos Santos Junior MA. 2017. Plano de monitoramento da cobertura vegetal do Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil. In: Didier K, Estupiñán GMB (editores). Plano de Monitoramento do Mosaico de Áreas Protegidas do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil. Wildlife Conservation Society (WCS Brasil) e o Conselho do Mosaico do Baixo Rio Negro, Manaus, Amazonas, Brasil.