

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 de Riscos Socioambientais ao Mosaico do Baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil

Marcelo Augusto dos Santos Junior (FVA)*
Marcelo Paustein Moreira (FVA)
Ruan Nascimento de Souza (UEA)
Olívia Joice Mousinho da Rocha (FVA)
Artur Sgambatti Monteiro (FVA)
Débora Menezes (FVA)
Mauro Luís Ruffino (FVA)
Leticia Kirsten Fernandes (INPA)
Victor Marchezini (CEMADEN-MCT)
Ana Cristina Ramos de Oliveira (FVA)
Silvia Midori Saito (CEMADEN-MCT)
Fabiano Lopez da Silva (FVA)
Liana Oighenstein Anderson (CEMADEN-MCT)

Colaboradores Institucionais:

Fundação Vitória Amazônica (FVA)

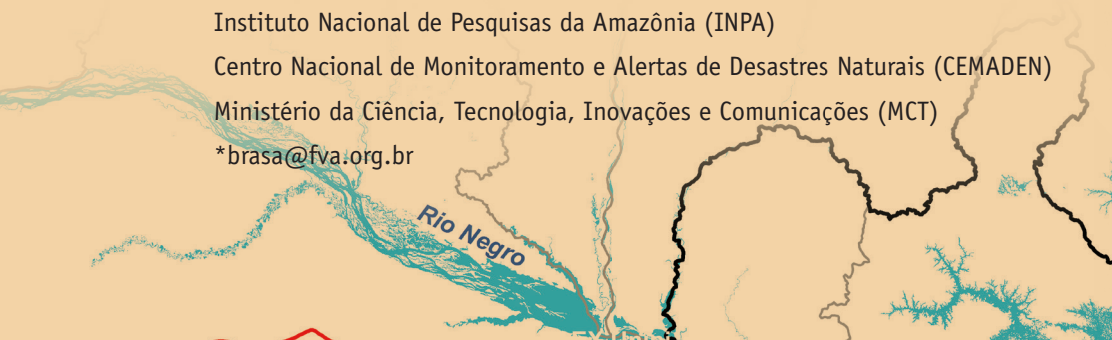
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCT)

*brasa@fva.org.br



Índice

1. Introdução	191
2. Objetivos	194
2.1. Geral.....	194
2.2. Específicos	194
3. Material e Métodos	195
3.1. Área de Estudo.....	195
3.2. Elaboração dos Índices	195
3.3. Índice de Exposição (IEX).....	196
3.3.1. Índice de Uso e Cobertura da terra (ICT)	196
3.3.1.1. Componente I: Mapa de Uso e Cobertura da terra.....	196
3.3.1.2. Componentes II: Cobertura Vegetal Nativa	197
3.3.1.3. Componente III: Desmatamento acumulado (Atual).....	197
3.3.2. Índice de Desastres Naturais (IDN)	197
3.3.2.1. Componente: Locais com ocorrência de eventos extremos	197
3.3.2.2. Componentes: Estimativa do impacto sobre a população e produção nos locais com ocorrência de eventos extremos	197
3.3.2.3. Componentes: Mapeamento e Análise dos Locais com Potencial Risco de Incêndios Florestais	197
3.3.2.4. Componentes: Mapeamento e Análise dos Locais com Potencial Risco de Secas Extremas	197
3.3.2.5. Componente: Identificação e Análise dos Locais com Suscetibilidade a Deslizamentos	198
3.3.2.6. Componente: Identificação e Análise dos Locais com Potencial Risco de Enchentes e Inundações	198
3.3.3. Índice de Fragilidade Ambiental (IFA).....	198
3.3.3.1. Componentes: Índices Morfométricos.....	198
3.3.3.2. Componentes: Áreas Protegidas	198
3.4. Índice de Sensibilidade(ISE)	199
3.4.1. Índice Epidemiológico (IEP)	199
3.4.1.1. Componentes: Análise de séries históricas de epidemiologias na região	199
3.4.2. Índice de Pobreza (IPO)	199
3.4.2.1. Componentes: Análise da expectativa de vida e renda.....	201
3.4.3. Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS).....	201
3.4.3.1. Componentes: Proporção da população vulnerável considerando a idade e sexo	201
3.5. Índice de Capacidade Adaptativa (ICA)	201
3.5.1. Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES)	201
3.5.1.1. Componentes: Mapeamento Atual.....	201
3.5.2. Índice de Instituições, Serviços e Infraestruturas para Adaptação (IIE)	201
3.5.2.1. Componentes: Mapeamento Atual de Instituições, Serviços e Infraestruturas para adaptação	201
3.5.3. Índice de Organização Sociopolítica (IOS)	202
3.5.3.1. Componentes: Existência de conselhos municipais e intermunicipais reconhecidos legalmente	202
3.5.3.2. Componentes: Existência de consórcios municipais e intermunicipais	202
3.5.3.3. Componentes: Existência de Organizações da Sociedade Civil	202
3.5.3.4. Componentes: Participação e Mobilização social ...	202
3.5.3.5. Componentes: Difusão e apropriação da Informação	202
3.6. Índice Global de Risco Socioambiental (IGRSA).....	204
4. Desenho Amostral	205
5. Cenários do Monitoramento de Riscos ao MBRN	206
6. Orçamento	207
7. Referências Bibliográficas	208
8. Referência Recomendada	202

1. Introdução

As ações para a redução de riscos de desastres no Brasil ainda estão centralizadas nos órgãos de Proteção e na Defesa Civil, que priorizam ações pós-desastres, de resposta e de recuperação, em modelos hierárquicos de gestão (CEPED 2015). Este modelo restrito de gestão é criticado desde a década de 1980, quando formas mais participativas de atuação foram exigidas, incluindo discussões sobre vulnerabilidade, desenvolvimento e resiliência comunitária (CEPED 2015).

Os riscos de desastres estão relacionados com mudanças nas condições sociais, econômicas, ambientais e no uso da terra (EIRD/ONU 2007), gerando impactos que necessitam de abordagens no planejamento e no desenvolvimento dos setores e atores envolvidos em diferentes programas nacionais e internacionais (Pozzer *et al.* 2014). O Marco de Ação de Hyogo, 2005-2015, teve como objetivo aumentar a resiliência de nações e comunidades frente a desastre até 2015 (EIRD/ONU 2005). Em 2015, o Marco de Sendai para a redução do risco de desastres, 2015-2030, avançou em relação ao Marco de Ação de Hyogo, visando alcançar nos próximos 15 anos a redução substancial dos riscos de desastres e perdas de vida, meios de subsistência e saúde, sociais, culturais e ambientais das pessoas, empresas, comunidades e países (EIRD/ONU 2007, 2015).

Na teoria da decisão, o risco pode ser representado de maneira simplificada pela equação: $Risco = P \times L$, onde “P” significa probabilidade de um desastre ocorrer e “L” representa o valor econômico do que o desastre potencialmente vai destruir (Gonçalves 2012). Na gestão para minimizar ou mitigar os impactos dos desastres naturais ou antropogênicos, as ações devem ser desenvolvidas dentro da seguinte relação:

$$\text{Risco (de desastre)} = \frac{(\text{Ameaça} \times \text{Vulnerabilidade})}{\text{Resiliência}}$$

O risco e a vulnerabilidade possuem conceitos distintos, entretanto o conceito de vulnerabilidade algumas vezes é usado erroneamente no lugar de risco (Yunes & Szymanski 2001). Suas definições são desenvolvidas dentro de eixos temáticos científicos que lidam seus objetos, a abordagem de ambos ocorre por meio de perspectivas diferenciadas, e são compreendidas dentro dos processos associados a diferentes contextos históricos, sociais e ambientais (Janczura 2012). Na relação entre vulnerabilidade e risco, a vulnerabilidade somente opera quando o risco está presente, sem ele a vulnerabilidade não tem efeito, ou seja, ela influencia a resposta e o comportamento dos sujeitos diante dos eventos de risco e situações adversas (Yunes & Szymanski 2001; Reppold *et al.* 2002; Janczura 2012).

O conceito de risco pode ser definido como a incerteza ou a probabilidade de que um futuro evento adverso ou desastre possam ocorrer, dentro de certo período de tempo e influenciados por determinadas condições, que resultam em prejuízos econômicos, sociais e ambientais para a sociedade ou um componente da mesma e dependem da existência dos fatores ameaça, vulnerabilidade e resiliência (Lavell 2000; Yunes & Szymanski 2001; Janczura 2012). Desastre é uma alteração severa das condições normais (padrão) de funcionamento de um território, que não pode ser resolvido de forma autônoma utilizando os recursos disponíveis na unidade social diretamente afetada, podendo ter alta probabilidade de ocorrência mas induzir poucas perdas, ou ter baixa probabilidade de ocorrência e causar grandes danos (Szlafsztein *et al.* 2010; Gonçalves 2012).

A ameaça denota um evento potencialmente danoso em um território em particular, de um fenômeno físico de origem natural, socionatural ou antropogênico que pode levar a efeitos adversos nas pessoas, na produção, na infraestrutura e nos bens e serviços (Szlafsztein *et al.* 2010). O termo vulnerabilidade refere-se aos indivíduos e às suas suscetibilidades ou predisposições a respostas ou consequências negativas (Yunes & Szymanski 2001; Sarewitz *et al.* 2003). A vulnerabilidade pode ser definida como condições determinadas principalmente por processos e fatores físicos, naturais, ecológicos, tecnológicos, sociais, econômicos, territoriais, culturais, educativos, funcionais, político-institucionais, administrativos e temporais (IDEA 2002; Szlafsztein *et al.* 2010). A vulnerabilidade política, por exemplo, trata do nível de autonomia que as comunidades podem ter em relação às decisões que as afetam (Wilchex-Chaux 1993).

A resiliência é referente à capacidade adaptativa de um sistema natural, comunidade ou sociedade potencialmente expostos a uma ameaça de suportar suas consequências, podendo assimilar, adaptar, resistir ou modificar-se para se recuperar dos efeitos adversos dessa ameaça, de maneira oportuna e eficiente, para alcançar, recuperar ou manter um nível aceitável de seu funcionamento e estrutura (EIRD/ONU 2004; IPCC 2014). A resiliência é baseada no conhecimento das ameaças e das vulnerabilidades físicas, sociais, econômicas e ambientais a curto e em longo prazo (EIRD/ONU 2007).

Avaliar as ameaças e vulnerabilidades permite um entendimento maior dos riscos. A análise de riscos é um processo dinâmico que é reavaliado periodicamente. Uma sociedade é mais vulnerável quando não tem consciência dos riscos que a ameaçam. Para obter uma resposta eficaz frente aos riscos são necessários a percepção e o reconhecimento do mesmo, o que está relacionado à quantidade e qualidade da informação disponível (EIRD/ONU 2004; Pozzer *et al.* 2014).

A análise de riscos trata de um conjunto de ferramentas metodológicas para determinar a natureza e a extensão do risco, independentemente de sua origem, e avaliar as condições existentes de vulnerabilidade que podem ocasionar danos ao ambiente, à sociedade, suas populações e interesses. Logo, inclui a avaliação da vulnerabilidade e a previsão do impacto causado pela ameaça (Szlafsztein *et al.* 2010; Gonçalves 2012).

Por exemplo, a pobreza é definida, geralmente, como a falta do que é necessário para o bem-estar material, especialmente alimentos, moradia, terra e outros ativos. Em outras palavras, a pobreza é a falta de recursos múltiplos que leva à fome e à privação física (Crespo & Gurovitz 2002). Na visão das pessoas que estão na linha de frente da pobreza, ela também pode ser entendida como: *“Pobreza é fome, é falta de abrigo. Pobreza é estar doente e não poder ir ao médico. Pobreza é não poder ir à escola e não saber ler. Pobreza é não ter emprego, é temer o futuro, é viver um dia de cada vez. Pobreza é perder o seu filho para uma doença trazida pela água não tratada. Pobreza é falta de poder, falta de representação e liberdade”* (Narayan 2000; Crespo & Gurovitz 2002). Um fator de alto risco para o desenvolvimento psicológico e social em famílias pobres (indivíduos vulneráveis) é o baixo nível socioeconômico, geralmente associado à remuneração parental, baixa escolaridade, famílias numerosas e ausência de um dos pais (Janczura 2012).

Assim, a avaliação da vulnerabilidade denota o processo para determinar o grau de suscetibilidade e predisposição ao dano diante de uma ameaça em particular, bem como os fatores e contextos que podem impedir ou dificultar a resiliência (recuperação, reabilitação e reconstrução) com os recursos disponíveis na paisagem afetada (Szlafsztein *et al.* 2010). A vulnerabilidade é formada pela combinação de suscetibilidade e valor social (FLOOD site-Consortium 2005) e seus efeitos podem ser diretos e indiretos, tangíveis ou intangíveis (Messner & Meyer 2005).

Contrastando o valor societal com a suscetibilidade verifica-se que o primeiro é independente do perigo, e a segunda indica o processo de geração de danos (Penning-Rowsell *et al.* 2003). A suscetibilidade depende do tipo de evento, suas características e da constituição dos elementos em risco. Embora nem todos os acidentes naturais sejam passíveis de previsão fiável, as suas consequências são altamente previsíveis e, neste sentido, podem ser minimizadas por meio de medidas preventivas efetivas e de redução de vulnerabilidade (Gonçalves 2012).

Quatro eixos temáticos de vulnerabilidade podem ser distinguidos de acordo com o princípio da sustentabilidade: vulnerabilidade social, cultural, econômica e ecológica. A vulnerabilidade social e a cultural estão relacionadas com a perda de vidas,

impactos na saúde, impactos sociais e perda de patrimônio cultural.

A vulnerabilidade econômica é referente a perdas financeiras diretas e indiretas por danos aos bens imobiliários, perda de artigos pessoais, material básico redução da produtividade e esforços de socorro. A vulnerabilidade ecológica diz respeito à antropização das águas, ar, solos e sistemas ecológicos com a sua biota (Messner & Meyer 2005).

Os fatores político-institucionais-administrativos, econômicos, sociais e culturais estão correlacionados e, com frequência, condicionam uns aos outros (IDEA 2002). Estes fatores ainda podem ser agravados diante da ocorrência de eventos extremos, que por sua vez são intensificados pelo aceleração das mudanças climáticas, representando um desafio ainda maior para a gestão de riscos na Amazônia. Embora a redução da pobreza e o desenvolvimento sustentável possam ajudar na redução das vulnerabilidades e no aumento da resiliência, é pouco provável que o crescimento econômico e industrial por si só sejam suficientemente rápidos ou igualitários para combater as ameaças de mudanças no clima, especialmente se o crescimento global continuar a fazer uso intensivo do carbono e, com isso, acelerar as mudanças climáticas (Banco Mundial 2010).

Nas iniciativas de gestão de riscos, a redução das vulnerabilidades e o aumento da resiliência são processos que necessitam do engajamento ativo entre entidades, atores, comunidades e poder público, atuando na identificação, análise, tratamento, monitoramento e avaliação dos riscos de desastres (CEPED 2015). A vulnerabilidade denota uma prática social em que uma determinada unidade (um sujeito, um grupo ou uma paisagem) é colocada no centro de uma análise complexa da lesão (Kusenbach & Christmann 2013). Assim é importante levar em consideração o contexto social, cultural e econômico das percepções e interpretações humanas locais e o desenvolvimento destas percepções pelos indivíduos que estão na linha de frente da resposta e gestão de emergência a desastres constitui estratégia fundamental para a condução de ações de preparo e resposta em situações críticas (CEPED 2015).

O Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030 delinea metas e prioridades de ação para prevenir e reduzir os riscos de desastres novos e existentes: (I) Entender o risco de desastre; (II) Fortalecimento da governança de risco de desastres para gerenciar o risco de desastres; (III) Investir na redução de desastres para resiliência; e (IV) Melhorar a preparação dos sujeitos para obterem uma resposta eficaz na recuperação, reabilitação e reconstrução após as catástrofes (EIRD/ONU 2015). Os sistemas de alerta são efetivos quando entendidos, claros, confiáveis e relevantes para as comunidades em risco. Assim, o

alerta deve ser focado nas pessoas que são diretamente afetadas pela ameaça (comunidades, sociedade civil e gestores), que devem saber como agir e como ajudar os outros ao receber a mensagem de alerta enviada. Quatro elementos básicos são essenciais para estabelecer um sistema de alertas (EIRD/ONU 2004):

1. Conhecimento sobre os Riscos: Coletar dados e realizar avaliações de risco sistematicamente

As ameaças e as vulnerabilidades são conhecidas?

Quais são os padrões e tendências destes fatores?

Os dados e os mapas de risco são avaliados?

2. Serviço de Monitoramento e Alertas: Monitoramento de ameaças e serviços de aviso prévio

Os parâmetros certos são monitorados?

Existe uma base científica para realizar as previsões?

Os avisos são gerados de forma rápida, oportuna e precisa?

3. Disseminação e Comunicação: Comunicar informações de risco e aviso prévio

Os avisos chegam a todos aqueles que estão em risco?

Os riscos e avisos são entendidos?

As informações de avisos são claras e úteis?

4. Capacidade de Resposta: Construir capacidades de resposta nos níveis comunitário e governamental

Os planos de resposta são testados e atualizados?

São usadas as capacidades e os conhecimentos locais?

As pessoas estão preparadas e prontas para agir e reagir aos alertas?

Uma agenda política que leva em consideração as questões de mudança no clima em níveis global, regional e local não pode ser concebida como a escolha entre o crescimento ou mudança climática. As políticas de crescimento inteligentes são aquelas que melhoram o desenvolvimento, reduzem a vulnerabilidade e financiam a transição para uma trajetória de baixo carbono para o crescimento de um país (Banco Mundial 2010). Em modelos de mensuração dos riscos aplicados no Brasil (Deschams 2004; 2006; Almeida 2010; Alves 2010a; 2010b), o percentual de utilização de indicadores por dimensões trabalhadas demonstra que os indicadores sociais (44%) e sociodemográficos (33%) foram os mais utilizados, e os indicadores econômicos (13%) e ambientais (10%) os menos abordados (Maior & Cândido 2014). Já não é mais indicado analisar a vulnerabilidade somente por uma única dimensão, é preferível uma metodologia multidisciplinar para avaliar as vulnerabilidades e que contenha diferentes

formas de risco para entender a conexões de causa e efeito (Moser 1998, Vignoli 2000).

Desta forma, há uma deficiência na utilização de indicadores da dimensão ambiental. Estes são importantes, pois representam fenômenos ambientais que são intensificados com as mudanças climáticas, que no caso do Brasil estão relacionados principalmente a grandes riscos de enchentes, incêndios, epidemiologias, deslizamentos, desmoronamentos e vendavais (Maior & Cândido 2014). Partindo desta deficiência são necessárias constantes adaptações às metodologias criadas, assim como a criação de novas metodologias que consigam captar a dinâmica e complexidade dos riscos e vulnerabilidades.

A região amazônica é afetada por diversas ameaças, como enchentes e inundações, poluição, desmatamento, queimadas e incêndios florestais, abertura de novos ramais, deslizamentos, vendavais, erosão, mudanças climáticas e “*blowdowns*” (Araújo *et al.* 2005; Fearnside & Graça 2006; Fearnside 2007; Guimarães 2007), sendo um desafio integrar os distintos indicadores e cenários. As ameaças às quais a floresta amazônica está sujeita podem ser naturais ou antropogênicas, internas ou externas a seus territórios, podendo ser ocasionadas tanto pelas populações residentes locais quanto como resultado de obras de infraestrutura e desenvolvimento promovidas pelo Governo Federal, iniciativa privada ou outros atores.

Os projetos rodoviários planejados na região amazônica, tais como a reconstrução das rodovias BR-163 (Cuiabá-Santarém) e a BR-319 (Manaus-Porto Velho), e a Ponte Rio Negro implicam em impactos ambientais devido a abertura de extensas áreas de floresta para a entrada de agentes de desmatamento (Fearnside 2006; Fearnside & Graça 2006; Fearnside 2007; Fearnside *et al.* 2009; Fearnside & Graça 2009; Ramos 2015). Os impactos do desmatamento atuam ainda sobre os serviços ambientais essenciais, contribuindo para o aquecimento global, a perda da biodiversidade, a redução da ciclagem de água, da precipitação e dos estoques de carbono (Fearnside 2015, 2006).

A reconstrução da rodovia Federal BR-319 (Manaus-Porto Velho) impactará diretamente a floresta na região e, consequentemente, o habitat das espécies. Segundo projeções, a perda de floresta poderá chegar a 15% em 20 anos, podendo ainda gerar um efeito dominó de impacto, com o aumento do desmatamento para além do estado do Amazonas, até o estado de Roraima (Graça *et al.* 2014; Barni *et al.* 2015; Santos Junior *et al.* 2015). A rodovia BR-319 poderia ainda facilitar a migração de populações do sul da Amazônia para a Região Metropolitana de Manaus (RMM), em busca de melhores oportunidades de vida, empregos, estudo e saúde, considerando que a oferta de empregos na cidade de Porto Velho diminuiu após o término da construção das barragens de Jirau e Santo Antônio.

Na tentativa de melhoria da qualidade de vida, se essas populações migrarem para Manaus haveria congestionamento dos sistemas de saúde, educação, emprego e geração de renda, além de aumentar desordenadamente a expansão urbana e o uso da terra.

A construção da Ponte Rio Negro, inaugurada em 2011, poderá aumentar em até 27% o desmatamento no trecho entre os municípios de Iranduba e Novo Airão até 2025. Esta ponte facilitou o acesso da população de Manaus à margem direita do rio Negro, onde obras e empreendimentos imobiliários foram intensificados nos últimos anos (Souza 2013; Ramos 2015) e onde estão localizadas diversas UCs do Mosaico de Áreas Protegidas do Baixo Rio Negro (MBRN)

Em função de altos investimentos em obras de infraestrutura pelo governo Federal e do estado do Amazonas, assim como pela criação da RMM em 2007, a Fundação Vitória Amazônica (FVA) criou o Observatório da Região Metropolitana de Manaus (ORMM) em 2013, com o objetivo de servir de veículo crítico, técnico e propositivo às iniciativas públicas e privadas que tenham impacto sobre o ambiente e comunidades da RMM. Por meio desta iniciativa, a FVA vem produzindo trabalhos de pesquisa, mapeamento e monitoramento de alterações na paisagem da RMM (FVA 2014).

Estes estudos são baseados em séries históricas de alterações da paisagem e atividades antrópicas (Alencar *et al.* 2005; DeFries *et al.* 2005; Fearnside 2007; Houghton 2005; Nepstad *et al.* 2006, 2008, 2014; Vera-Diaz *et al.* 2009) e em previsões futuras de uso da terra, adequabilidade de habitat e do clima (Soares-Filho *et al.* 2004; 2005; Fearnside & Graça 2006; 2009; Fearnside *et al.* 2009; Yanai 2012; Graça *et al.* 2014; Barni *et al.* 2015; Fonseca *et al.* 2016; Nobre *et al.* 2016; Sorribas 2016), variáveis que podem levar ao agravamento de eventos extremos, aumentando o risco de desastres naturais e antropogênicos e, consequentemente, impactando os componentes humano, social, econômico e ambiental.

Visando alcançar uma compreensão e redução substancial dos riscos de desastres e evitar ou diminuir a perda de vidas, dos meios de subsistência e saúde e de bens econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas e comunidades, e ecossistema, propomos o mapeamento, monitoramento e alerta de riscos socioambientais para o MBRN e a RMM. Nosso intuito é estabelecer uma metodologia multidisciplinar agregando as diferentes mensurações dos riscos existentes na região.

Para tanto revisaremos a literatura disponível na área da gestão de riscos, expandiremos nossa rotina de geoprocessamento e análise espacial e temporal de dados baseada em: baixar dados das variáveis de interesse, agregar e atualizar constantemente a base de dados das variáveis precursoras dos índices,

adaptar, calcular e criar índices e modelos que sirvam para representem o risco para as diferentes ameaças potenciais na região. Dessa forma pretendemos concretizar uma ferramenta cuja finalidade será monitorar riscos e ameaças socioambientais.

Este sistema será fundamentado na geração de conhecimento, divulgação, sensibilização e emissão de alertas. Esperamos assim aumentar o conhecimento sobre os riscos, as ameaças e as vulnerabilidades, produzindo alertas para promover e influenciar políticas públicas para a diminuição das vulnerabilidades social, ambiental e econômica, que por ventura venham a acometer as áreas da RMM, do MBRN, suas UCs, populações residentes, biota e ecossistemas, e para aumentar a resiliência na região.

2. Objetivos

2.1. Geral

Estabelecer um sistema de monitoramento e alertas baseados na gestão dos riscos socioambientais nas áreas do Mosaico do Baixo Rio Negro (MBRN), das Unidades de Conservação (UCs) que o compõem e da Região Metropolitana de Manaus (RMM) para entender a efetividade do Mosaico, incentivar e direcionar ações com o intuito de diminuir esses riscos e seus respectivos impactos no território, apoiando os tomadores de decisão e populações residentes para adaptarem e melhorarem essas ações.

2.2. Específicos

- Integrar diferentes bases de dados disponibilizadas por distintas instituições para mapear, combinar e derivar índices de riscos socioambientais;
- Mapear e monitorar os riscos socioambientais à luz das mudanças climáticas, obras de desenvolvimento e ocorrência de eventos extremos por meio de técnicas de geoprocessamento, estatística e modelagem (quando necessário e possível);
- Utilizar, adaptar e derivar índices de risco socioambiental de exemplos da literatura para as áreas do MBRN e RMM;
- Promover alertas sobre riscos potenciais que afetem o MBRN e a RMM, seus ecossistemas, biota e populações humanas residentes;
- Prover informações técnico-científicas para tomadas de decisão e promoção de políticas públicas no âmbito dos municípios, UCs, MBRN, RMM e estado do Amazonas para pesquisadores, gestores, moradores do MBRN, da RMM e sociedade em geral.

3. Material e Métodos

3.1. Área de Estudo

O Mosaico do Baixo Rio Negro (MBRN) é formado pela união de doze áreas protegidas adjacentes localizadas na bacia do rio Negro (Figura 1). O MBRN está inserido em nove municípios do estado do Amazonas, sendo cinco destes pertencentes à Região Metropolitana de Manaus (RMM) (Figura 2). As áreas protegidas próximas à capital do estado, Manaus, estão sobre pressão de atividades antrópicas relacionadas a expansão urbana da cidade, como ocupações irregulares para moradia sem saneamento básico, o que resulta na poluição dos rios e igarapés, em queimadas e incêndios florestais e na perda da cobertura vegetal nativa (Moreira *et al.* 2009; Sousa 2013; Rodrigues *et al.* 2014).

3.2. Elaboração dos Índices

Existem diversas propostas de modelos de mapeamento e avaliação de riscos socioambientais. Para este trabalho optamos por adotar e fundir diferentes metodologias, tendo em vista as especificidades e particularidades que a área de estudo possuiu. Inicialmente selecionamos nove índices que representam

riscos à biodiversidade e comunidades humanas, chamados de índices primários. Cada índice é obtido por meio de uma metodologia específica com a combinação de diferentes variáveis (dados). Inicialmente os dados de entrada de cada índice serão categorizados quanto ao grau de vulnerabilidade (de alta a baixa vulnerabilidade), recebendo um respectivo peso que representa o valor de risco (alto risco = 1; baixo risco = 5). As diferentes propostas existentes na área da gestão de riscos trabalham com variáveis e indicadores em suas métricas que refletem três características da vulnerabilidade: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa (Barata *et al.* 2014).

O tamanho da célula adotado para a análise será o mesmo da variável de maior resolução no estudo, a fim de preservar a variabilidade da informação. Variáveis com menor resolução serão padronizadas para o mesmo tamanho de célula para realizar as operações de álgebra de mapas. Utilizaremos o sistema de coordenadas geográficas WGS 84 UTM Zona 20S projeção *Transverse Mercator*. Todas as análises e manipulação dos dados serão realizadas no programa ArcGIS 10.5 (ESRI 2016). A área de estudo escolhida para esta análise foi definida com base nos limites dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Manaus e também aqueles abrangidos pelo Mosaico do Baixo Rio Negro (Figura

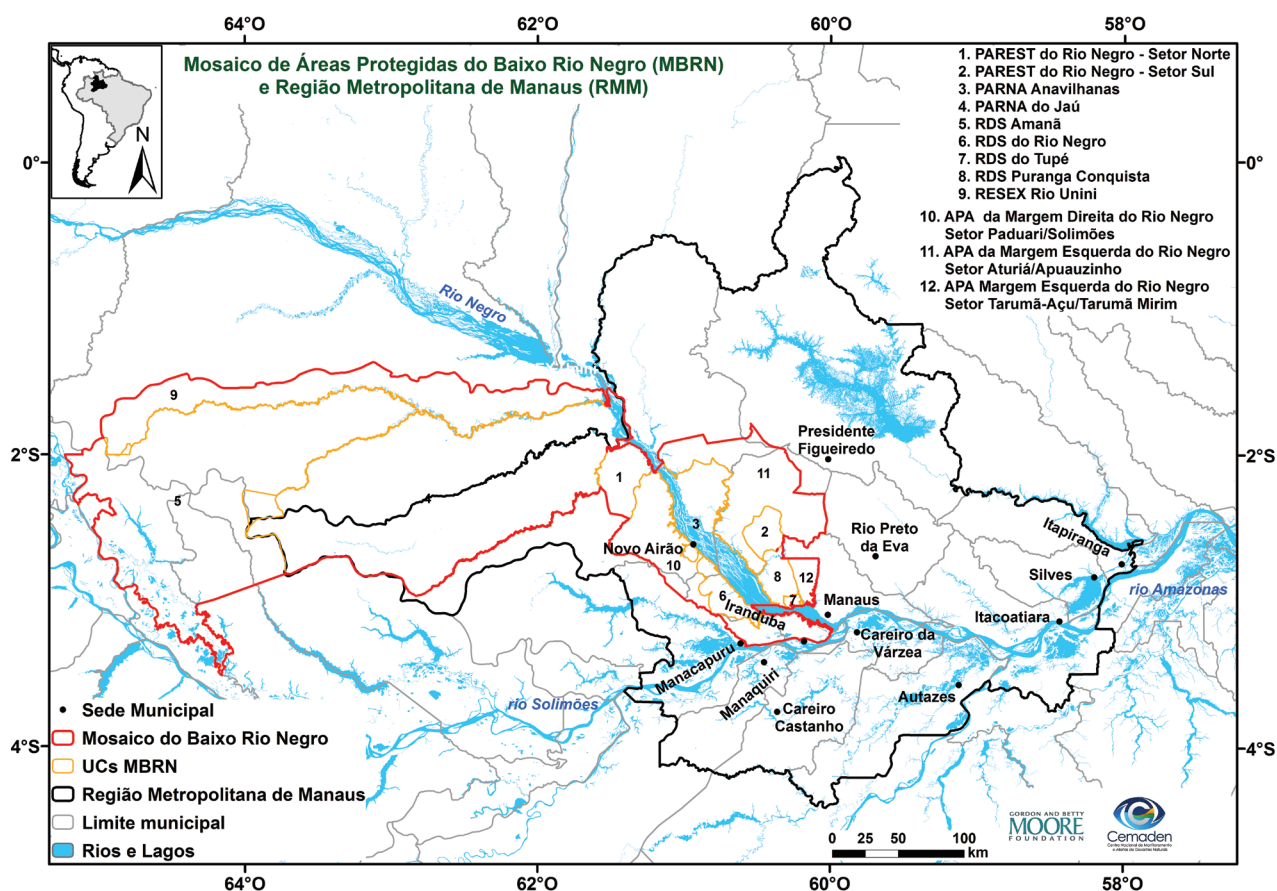


Figura 1. Mosaico do Baixo Rio Negro e Região Metropolitana de Manaus

2). Ao final, um índice global será calculado por meio de combinações algébricas e hierárquicas.

Os índices individualmente indicarão os locais mais vulneráveis ou com maior predisposição à ocorrência de um risco em específico, enquanto o índice global refletirá em um resultado geral, indicando quais localidades estão mais sujeitas ou necessitam de maior atenção devido à combinação ou acúmulo de diferentes tipos de riscos potenciais. Os índices primários (Uso e Cobertura da terra; Desastres Naturais; Fragilidade Ambiental; Epidemiológico; Pobreza; Sensibilidade Sociodemográfica; Estruturas Socioeconômicas; Instituições, Serviços e Infraestruturas para Adaptação; e Organização Sociopolítica) são divididos em três grupos distintos. A combinação dos elementos de cada grupo forma os três índices secundários (Exposição; Sensibilidade; e Capacidade Adaptativa). Todos os índices serão espacializados e representados em mapas individuais.

Para o cálculo dos índices utilizamos o método de Análise Hierárquica Ponderada (AHP) (Saaty 1977), que consiste na elaboração de uma escala de importância entre os critérios utilizados na análise, que posteriormente serão colocados em uma matriz de relacionamento para realizar uma comparação pareada para a percepção de que há uma hierarquia de importância entre os mesmos (Saaty 1977, 1990, 1994, 2008; Berger *et al.* 2007). Trata-se de uma matriz de decisão que utiliza uma escala numérica fundamental com valores de importância, onde a determinação da escala de valores para comparação não deve exceder um total de nove fatores, a fim de manter a matriz consistente (Saaty 1977).

A atribuição de valores por comparação é um processo crítico, pois os valores de importância atribuídos a um fator interferem diretamente no resultado obtido (Santos *et al.* 2010). A prioridade relativa de cada critério foi obtida normalizando os valores da matriz de comparações para igualar todos os critérios em uma mesma unidade.

Assim, cada valor da matriz é dividido pelo total da sua respectiva coluna (Saaty 1977, 1990, 1994). Para identificar a hierarquia de importância de cada critério calcularemos o vetor de prioridade (w) por meio da média aritmética dos valores de cada linha da matriz normalizada de comparações (Saaty 1977).

Para determinar se a avaliação (validação dos pesos) foi bem-sucedida, calcularemos a Razão de Consistência (RC) por meio da equação: $RC = IC / IR$, onde, IR = Índice Randômico de Consistência Médio para matrizes quadradas de ordem “ n ” (Tabela 10) e IC = Índice de Consistência. Para calcular o IC utilizaremos a equação: $IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$, onde n = número de critérios e o valor de λ_{max} é representado pelo maior autovalor da matriz, obtido pela fórmula: $Matriz\ w = \lambda_{max} * w$. O valor obtido para a RC deve ser abaixo de 0,10 (Santos *et al.* 2010), o que implica

que o ajuste é pequeno em comparação com os valores atuais das entradas.

Na elaboração dos mapas de risco finais, a escala de risco variará de 1 (baixo risco) a 5 (alto risco). Essas classes serão definidas utilizando o método de classificação de quebras naturais (Jenks). As classes de quebras naturais são baseadas em agrupamentos naturais inerentes aos dados, de forma que as quebras de classe que melhor agrupam os valores similares do grupo e que maximizam as diferenças entre classes sejam identificadas. As feições serão divididas em classes cujos limites são configurados onde existem diferenças relativamente grandes nos valores de dados.

3.3. Índice de Exposição (IEX)

A exposição diz respeito à suscetibilidade dos ecossistemas, biota e grupos sociais em relação à sua predisposição a danos frente aos eventos desastrosos e está representada nos componentes de Cobertura da Terra, Desastres Naturais e Fragilidade Ambiental (Tabela 1, Figura 5). Por exemplo, a vegetação atua como um fator de proteção para a biota e população residente (tradicional, rural ou urbana) por meio da prestação de serviços ecossistêmicos, tais como: regulação da temperatura, manutenção da ciclagem da água, absorção de CO_2 e estabilidade contra a perda de solo (Confalonieri & Quintão 2016).

- Dados de entrada: ICT (Índice de Uso e Cobertura da Terra), IDN (Índice de Desastres Naturais) e IFA (Índice de Fragilidade Ambiental).
- Cálculo: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.3.1. Índice de Uso e Cobertura da terra (ICT)

- Método de cálculo para o ICT: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.3.1.1. Componente I: Mapa de Uso e Cobertura da terra

- Indicadores para avaliação do risco: classes de vulnerabilidade e pesos do risco de acordo com o tipo da fitofisionomia e uso e cobertura do solo.
- Referências metodológicas: Crepani *et al.* 2001.
- Dados de entrada: mapa de vegetação do SIPAM atualizado com as campinas mapeadas no MBRN pelo monitoramento da paisagem e na RMM pela FVA, dados anuais de desmatamento acumulado dos projetos PRODES e DETER (INPE 2009b, 2012a, 2012b, 2016a), dados de uso da terra do projeto

TerraClass (Almeida *et al.* 2016), dados do Projeto DEGRAD (INPE 2009a, 2011).

- Resolução final da informação: célula.

3.3.1.2. Componentes II: Cobertura Vegetal Nativa

- Indicadores para avaliação do risco: percentual atual de cobertura vegetal nativa remanescente e de áreas de florestas degradadas por incêndios florestais e corte seletivo.
- Referências metodológicas: Brasil 2016; Barata & Confalonieri 2011; Confalonieri & Quintão 2016.
- Dados de entrada: mapa de vegetação do SIPAM (Veloso 1998; SIPAM *et al.* 2008) atualizado com as campinas mapeadas pelo monitoramento da paisagem do MBRN e pela FVA, dados anuais de desmatamento acumulado dos projetos PRODES e DETER (INPE 2009b, 2012a, 2012b, 2016a), dados de uso da terra do projeto TerraClass (Almeida *et al.* 2016), Dados do Projeto DEGRAD (INPE 2009a, 2011).
- Resolução final da informação: município.

3.3.1.3. Componente III: Desmatamento acumulado (Atual)

- Indicadores para avaliação do risco: percentual de floresta desmatada (desmatamento acumulado) na atualidade.
- Referências metodológicas: Brasil 2016; Szlafsztein *et al.* 2010; Barata & Confalonieri 2011; Confalonieri & Quintão 2016.
- Dados de entrada: dados anuais de desmatamento acumulado dos projetos PRODES e DETER (INPE 2009b, 2012a, 2012b, 2016a).
- Resolução final da informação: município.

3.3.2. Índice de Desastres Naturais (IDN)

- Método de cálculo para o IDN: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.3.2.1. Componente: Locais com ocorrência de eventos extremos

- Indicadores para avaliação do risco: proporção de ocorrência de eventos (deslizamentos; enchentes, enxurradas e alagamentos; seca e estiagem; e incêndios florestais) no município em relação ao estado.
- Referências metodológicas: Szlafsztein *et al.* 2010; Brasil 2016.
- Dados de entrada: CPRM, dados de precipitação (estações e satélites) e nível do rio (estações) e

derivação dos dados para obter déficit hídrico cumulativo máximo, duração da estação seca e nível crítico do rio para navegação.

- Resolução final da informação: célula e município.

3.3.2.2. Componentes: Estimativa do impacto sobre a população e produção nos locais com ocorrência de eventos extremos

- Indicadores para avaliação do risco: proporção de número de óbitos por evento (deslizamentos; enchentes, enxurradas e alagamentos; seca e estiagem; e incêndios florestais) em relação ao total de eventos no município, perda de infraestrutura e bens, perda de produção agrícola e de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros.
- Referências metodológicas: Szlafsztein *et al.* 2010; Brasil 2016.
- Dados de entrada: entrevistas (este componente do IDN especificamente é dependente de coleta de dados em campo, sendo sua realização somente possível no cenário de orçamento ideal).
- Resolução final da informação: município e localidade.

3.3.2.3. Componentes: Mapeamento e Análise dos Locais com Potencial Risco de Incêndios Florestais

- Indicadores para avaliação do risco: proporção das classes de risco determinadas pela combinação dos dados de entrada.
- Referências metodológicas: Batista 2002; Phillips *et al.* 2004, 2006; Szlafsztein *et al.* 2010; Mello *et al.* 2013; Devisscher *et al.* 2016; Fonseca *et al.* 2016.
- Dados de entrada: focos de Calor (INPE 2016b), focos de Calor (GFW 2014), precipitação, temperatura, déficit climatológico, acumulado de água, temperatura, altitude, Orientação do relevo, declividade (derivada do SRTM, Jarvis *et al.* 2008), amplitude do solo, distância de estradas, ramais e sedes municipais, mapa de uso e cobertura da terra.
- Resolução final da informação: célula.

3.3.2.4. Componentes: Mapeamento e Análise dos Locais com Potencial Risco de Secas Extremas

- Indicadores para avaliação do risco: proporção das classes de risco determinadas pela combinação dos dados de entrada.
- Referência Metodológica: Szlafsztein *et al.* 2010.
- Dados de entrada: geomorfologia, topografia, altura do nível dos principais rios (valor médio do nível máximo e mínimo dos rios).
- Resolução final da informação: célula.

3.3.2.5. Componente: Identificação e Análise dos Locais com Suscetibilidade a Deslizamentos

- Indicadores para avaliação do risco: proporção das classes de risco determinadas pela combinação dos dados de entrada
- Referências metodológicas: Ross 1994; Crepani *et al.* 2001; Embrapa 2006; Moro *et al.* 2011.
- Dados de entrada: perfil do relevo, declividade, distribuição espacial da drenagem (densidade de drenagem e amplitude interfluvial), amplitude altimétrica, pedologia, uso e cobertura da terra, precipitação.
- Resolução final da informação: célula.

3.3.2.6. Componente: Identificação e Análise dos Locais com Potencial Risco de Enchentes e Inundações

- Indicadores para avaliação do risco: proporção das classes de risco determinadas pela combinação dos dados de entrada.
- Referências metodológicas: Schanze *et al.* 2004; Szlafsztein *et al.* 2010, Meheub *et al.* 2016.
- Dados de entrada: altitude (SRTM, Jarvis *et al.* 2008), precipitação (estações), uso e cobertura da terra PRODES e DETER (INPE 2009b, 2012a, 2012b, 2016a), pedologia (SIPAM 2008), declividade.
- Resolução final da informação: célula.

3.3.3. Índice de Fragilidade Ambiental (IFA)

- Método de cálculo para o IFA: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos

(Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.3.3.1. Componentes: Índices Morfométricos

- Indicadores para avaliação do risco: proporção das classes de risco determinadas pela combinação dos dados de entrada.
- Referências metodológicas: Ross 1994; Crepani *et al.* 1996, 2001; Franco *et al.* 2002; Souza *et al.* 2011.
- Dados de entrada: tipo de solos, vulnerabilidade do uso e ocupação do solo, dissecação do relevo pela drenagem: amplitude dos interflúvios (distância entre canais de drenagem) e densidade de drenagem (número de canais/unidade de área), declividade, solos (SIPAM 2008), SoilGrids 1k (Hengl *et al.* 2014), mapa de fitofisionomias e uso e cobertura da terra, amplitude interfluvial, densidade de drenagem, declividade derivada da altitude (SRTM, Jarvis *et al.* 2008).
- Resolução final da informação: célula.

3.3.3.2. Componentes: Áreas Protegidas

- Indicadores para avaliação do risco: percentual das áreas de proteção das nascentes desmatadas; percentual de desmatamento e percentual de focos de calor dentro e fora das áreas protegidas (APs), vulnerabilidade em acordo com a categoria de proteção (pesos: Proteção Integral, Uso Sustentável, Terras Indígenas e sem proteção).
- Referências metodológicas: Código Florestal; Nepstad *et al.* 2006; Adeney *et al.* 2009; Szlafsztein *et al.* 2010; Nelson *et al.* 2011; Nunes *et al.* 2015; Pfaff *et al.* 2015; Pessoa *et al.* (no prelo).

Tabela 1. Frequência de monitoramento dos elementos de risco do Índice de Exposição (IEX).

Componente de monitoramento	Métodos / Indicadores para avaliação do Risco	Frequência de monitoramento
Índice de Uso e Cobertura da terra (ICT)	Mapa de Uso e Cobertura da terra	Mensal / Semestral / Anual
	Cobertura Vegetal Nativa	
	Desmatamento acumulado (Atual)	
Índice de Desastres Naturais (IDN)	Mapeamento dos locais com ocorrência de eventos extremos	Semestral
	Proporção de número de óbitos por evento em relação ao total de eventos no município	Semestral
	Perda de infraestrutura e bens, produção agrícola e produtos florestais madeireiros e não-madeireiros	Anual
	Mapeamento do risco atual de incêndios florestais	Mensal
	Mapeamento do risco atual de secas extremas	Mensal
	Mapeamento do risco atual de cheias e inundações	Mensal
Índice de Fragilidade Ambiental (IFA)	Geomorfologia: Índices de Dissecação do Relevo	Estático / Não necessita
	Morfometria: classes de declividade	
	Proteção: Áreas Protegidas e terras devolutas	Semestral

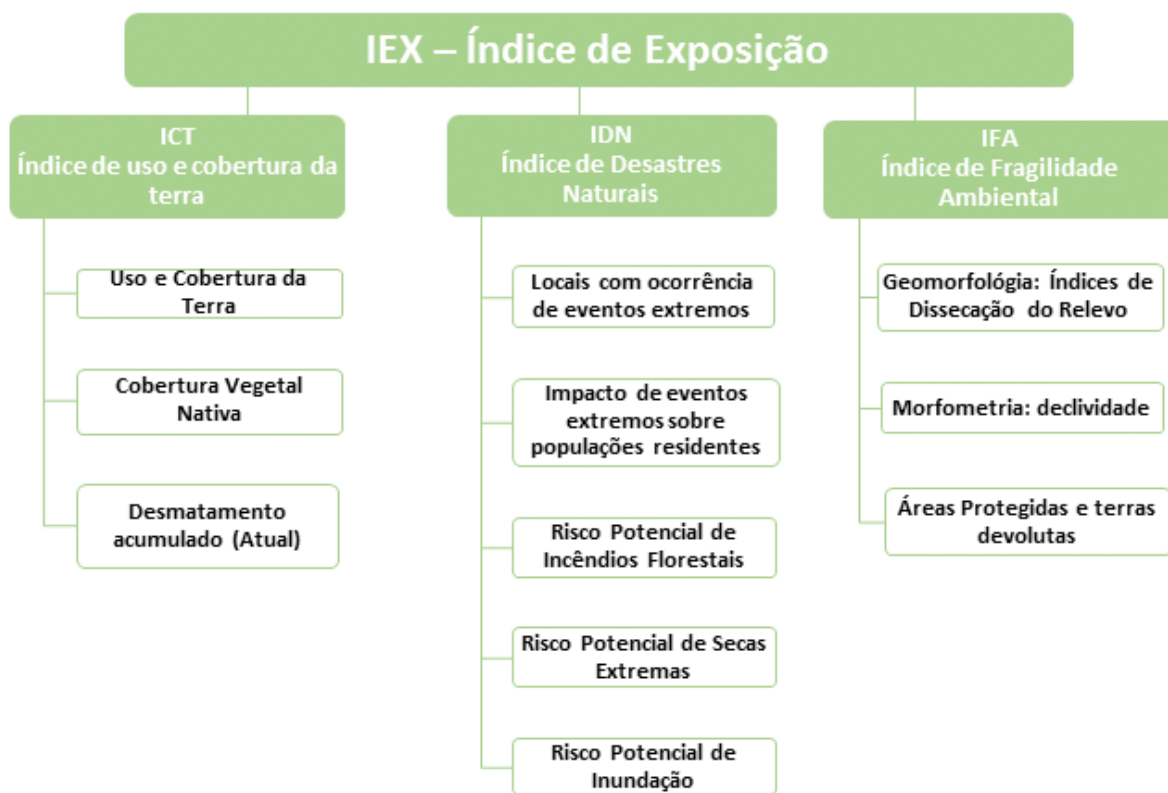


Figura 2. Diagrama dos índices primários precursores do Índice de Exposição.

- Dados de entrada: desmatamento do PRODES e DETER (INPE 2009b, 2012a, 2012b, 2016a), focos de calor dos satélites de referência (INPE 2016b; GFW 2014), limites das Áreas Protegidas (MMA 2012).
- Resolução final da informação: célula e município.

3.4. Índice de Sensibilidade (ISE)

A sensibilidade (ou fragilidade) denota uma predisposição interna em receber danos que os ecossistemas, biota e populações revelam quando afetados por um desastre natural ou antropogênico e está associada aos componentes epidemiológico, renda, expectativa de vida, e socioeconômico (Tedim 2014) (Tabela 2, Figura 6).

- Dados de entrada: IEP (Índice Epidemiológico), IPO (Índice Pobreza), ISS (Índice de Sensibilidade Sócio-demográfica).
- Cálculo: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.4.1. Índice Epidemiológico (IEP)

Método de cálculo para o IEP: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.4.1.1. Componentes: Análise de séries históricas de epidemiologias na região

- Indicadores para avaliação do risco: proporção de casos do município em relação ao estado, taxa de incidência (a cada 100 mil habitantes) e tendência (crescente acentuada, crescente moderada, estável e decrescente).
- Referências metodológicas: Brasil 2016; Lima *et al.* 2016.
- Dados de entrada: malária, dengue, leishmaniose, febre amarela e HIV provenientes da base do DataSUS, FIOCRUZ e Lima *et al.* 2016.
- Resolução final da informação: município.

3.4.2. Índice de Pobreza (IPO)

Método de cálculo para o IPO: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.4.2.1. Componentes: Análise da expectativa de vida e renda

- Indicadores para avaliação do risco: probabilidade de morrer antes dos 40 anos, % de população analfabeta acima 25 anos, % de domicílios com

Tabela 2. Frequência de monitoramento dos elementos de risco do Índice de Sensibilidade (ISE).

Índices	Métodos / Indicadores para avaliação do Risco	Frequência de monitoramento
Epidemiológico (IEP)	Malária, dengue, leishmaniose, febre amarela, HIV	Bianual
Pobreza (IPO)	Probabilidade de morrer antes dos 40 anos	Bianual
	% de população analfabeta acima 25 anos	
	% de domicílios com saneamento	
	Probabilidade de morrer até 1 ano de idade	
	Probabilidade de morrer dos 2 até 5 anos idade	
Sensibilidade Sócio-demográfica (ISS)	% de domicílios com renda abaixo da linha pobreza	Bianual
	% de mulheres chefes de família com ensino fundamental incompleto ou sem instrução	
	% de chefes de família jovens (10 a 29 anos)	
	% da população de crianças até 1 ano de idade	
	% da população de crianças de 2 até 5 anos de idade	Anual
	% de população idosa (de 60 anos ou mais)	
	% de população com necessidades especiais	
	Proporção de grupos étnicos e populações tradicionais	Bianual
	Projeções populacionais para o futuro (modelos)	

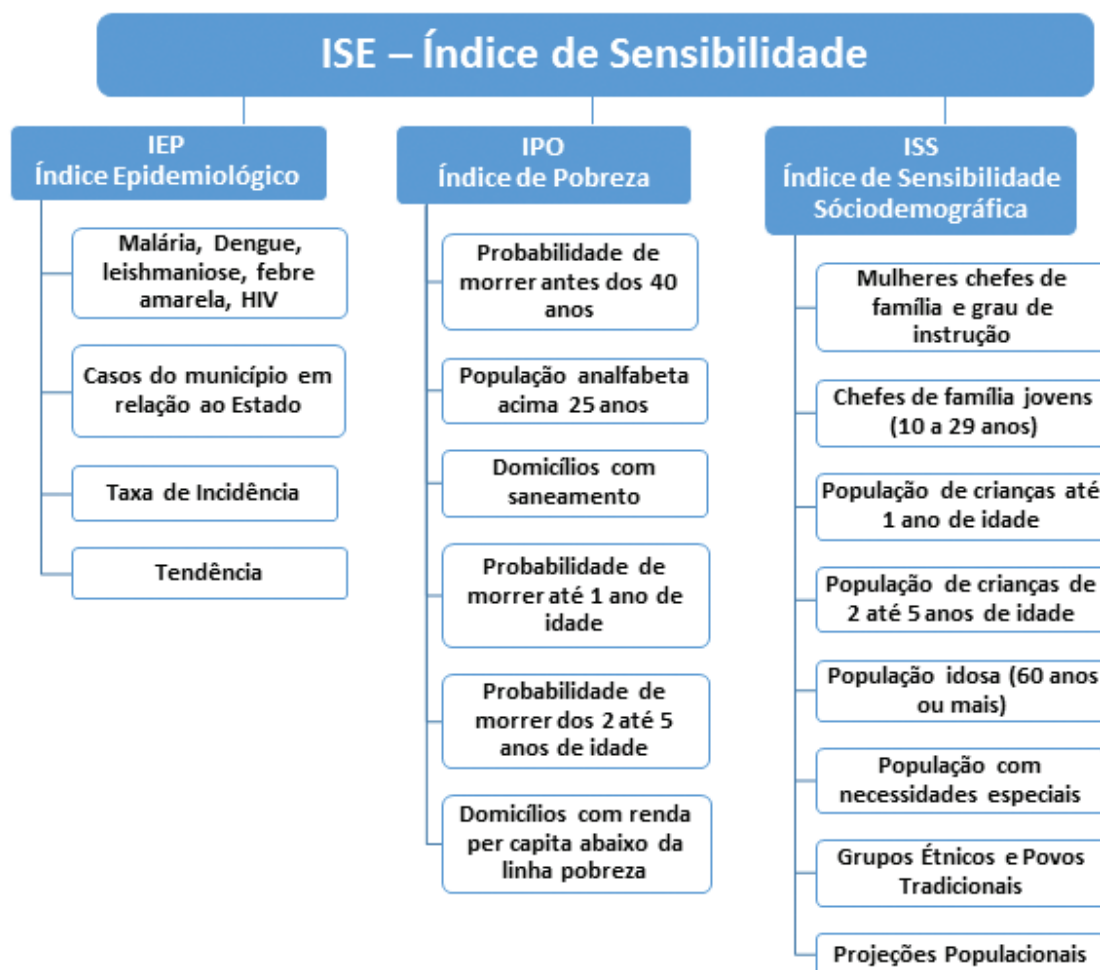


Figura 3. Diagrama dos índices primários precursores do Índice de Sensibilidade.

saneamento, probabilidade de morrer até 1 ano idade por 1000 nascidos vivos, probabilidade de morrer dos 2 até 5 anos idade por 1000 nascidos vivos, % de domicílios com renda per capita abaixo da linha pobreza, % de domicílios com renda per capita abaixo da linha pobreza.

- Referências metodológicas: IBGE; Szlafsztein *et al.* 2010 e Brasil 2016.
- Dados de entrada: Censo IBGE.
- Resolução final da informação: município.

3.4.3. Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS)

Método de cálculo para o ISS: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.4.3.1. Componentes: Proporção da população vulnerável considerando a idade e sexo

- Indicadores para avaliação do risco: % de mulheres chefes de família com ensino fundamental incompleto ou sem instrução, % de chefes de família jovens (10 a 29 anos), % da população de crianças até 1 ano de idade, % da população de crianças de 2 até 5 anos de idade, % da população idosa (60 anos ou mais), % da população com deficiência e necessidades especiais, proporção de povos tradicionais (% de população ribeirinha, % de população indígena).
- Referências metodológicas: IBGE 2016; Szlafsztein *et al.* 2010 e Brasil 2016.
- Dados de entrada: Censo IBGE e DataSUS.
- Resolução final da informação: município.

3.5. Índice de Capacidade Adaptativa (ICA)

A capacidade adaptativa está vinculada ao planejamento e desenvolvimento de ações que levem ao fortalecimento da resiliência da sociedade, da economia e do meio ambiente e que contribuam, ao mesmo tempo, para o desenvolvimento de iniciativas de redução e mitigação das causas e consequências das ameaças em questão. Pode ser representada pelos componentes estrutura socioeconômica, instituições e serviços para adaptação e organização social. As capacidades de resposta e/ou adaptação dependem das condições intrínsecas do sistema de organização social, dinâmicas econômica, social e humana, para o acesso e cobertura do serviço de saúde e níveis de organização e participação da comunidade em um determinado território (Confalonieri & Quintão 2016). Este índice inclui informações sobre governabilidade,

infraestrutura, oferta e situação dos serviços de saúde e capacidades institucionais (Tabela 3, Figura 7).

- Dados de entrada: IES (Índice de Estruturas Socioeconômicas), IIE (Índice de Instituições, Serviços e Infraestruturas para Adaptação), IOS (Índice de Organização Sociopolítica).
- Cálculo: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.5.1. Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES)

- Método de cálculo para o IES: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*) ou equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.5.1.1. Componentes: Mapeamento Atual

- Indicadores para avaliação do risco: percentual de estruturas de geração de emprego e renda, estruturas de atendimento à saúde considerando a idade e sexo, pessoas com necessidades especiais, estruturas para a educação considerando a idade e sexo e pessoas com necessidades especiais no município em relação ao estado do Amazonas.
- Referências metodológicas: Szlafsztein *et al.* 2010; adaptação do Índice FIRJAN e Brasil 2016.
- Dados de entrada: número de estruturas de geração de emprego e renda, atendimento à saúde e educação.
- Resolução final da informação: município.

3.5.2. Índice de Instituições, Serviços e Infraestruturas para Adaptação (IIE)

Método de cálculo para o IIE: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.5.2.1. Componentes: Mapeamento Atual de Instituições, Serviços e Infraestruturas para adaptação

- Indicadores para avaliação do risco: presença de instituições de segurança (Defesa Civil Municipal, Bombeiros, Guarda Municipal), existência de instrumentos de gerenciamento de risco, serviço de atendimento à saúde (número de leitos/consórcio por 1000 habitantes e Cobertura de Atenção Básica – CAB).
- Referências metodológicas: Szlafsztein *et al.* 2010; adaptação do Índice FIRJAN e Brasil 2016.
- Dados de entrada: entrevistas (este componente do IIE especificamente é dependente de coleta de dados

em campo, sendo sua realização somente possível no cenário de orçamento ideal) e DataSUS.

- Resolução final da informação: município.

3.5.3. Índice de Organização Sociopolítica (IOS)

Método de cálculo para o IIE: sobreposição com pesos (*Weighted overlay*), equação com pesos (Análise Hierárquica Ponderada – AHP) ou média dos elementos.

3.5.3.1. Componentes: Existência de conselhos municipais e intermunicipais reconhecidos legalmente

- Indicadores para avaliação do risco: existência de conselhos municipais e intermunicipais de meio ambiente, assistência e desenvolvimento social, saneamento básico, emprego e trabalho, habitação, transporte, desenvolvimento urbano, direitos humanos.
- Referências metodológicas: adaptação do Índice FIRJAN e Brasil 2016.
- Dados de entrada: entrevistas (este componente do IOS especificamente é dependente de coleta de dados em campo sendo sua realização somente possível no cenário de orçamento ideal).
- Resolução final da informação: município.

3.5.3.2. Componentes: Existência de consórcios municipais e intermunicipais

- Indicadores para avaliação do risco: existência de conselhos municipais e intermunicipais de meio ambiente, assistência e desenvolvimento social, saneamento, emprego e trabalho, habitação, transporte, desenvolvimento urbano, direitos humanos.
- Referências metodológicas: adaptação do Índice FIRJAN e Brasil 2016.
- Dados de entrada: entrevistas.

- Resolução final da informação: município.

3.5.3.3. Componentes: Existência de Organizações da Sociedade Civil

- Indicadores para avaliação do risco: percentual de organizações da sociedade civil (associações, fundações, institutos, fóruns, cooperativas).
- Referências metodológicas: adaptação do Índice FIRJAN e Brasil 2016.
- Dados de entrada: mapa das organizações da sociedade civil.
- Resolução final da informação: município.

3.5.3.4. Componentes: Participação e Mobilização social

- Indicadores para avaliação do risco: percentual de participantes em conselhos e organizações, movimentos espontâneos, controle da sociedade sobre as políticas públicas em relação a comunidade local.
- Referências metodológicas: a FVA desenvolverá o índice.
- Dados de entrada: entrevistas.
- Resolução final da informação: município.

3.5.3.5. Componentes: Difusão e apropriação da Informação

- Indicadores para avaliação do risco: percentual de informativos emitidos à população por vias de comunicação e de pessoas que conhecem ou ouviram falar dos assuntos a informação disponibilizada pela gestão.
- Referências metodológicas: a FVA desenvolverá o índice.
- Dados de entrada: entrevistas.
- Resolução final da informação: município.

Tabela 3. Frequência de monitoramento dos elementos de risco do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA).

Componente de monitoramento	Métodos / Indicadores para avaliação do Risco	Frequência de monitoramento
Índice de Estruturas Socioenômicas (IES)	Estruturas de geração de emprego e renda	Semestral
	Estruturas de atendimento à saúde para todas as idades e sexos e pessoas com necessidades especiais	
	Estruturas para a educação para todas as idades e sexos e pessoas com necessidades especiais	
Índice de Instituições, Serviços e Infraestruturas para adaptação (IIE)	Existência de instituições de segurança (Defesa Civil Municipal, Bombeiros, Guarda Municipal)	Anual
	Existência de instrumentos de gerenciamento de risco	Bianual (dependente do DataSUS)
	Serviço de atendimento à saúde (n. de leitos/consórcio por 1000 habitantes e Cobertura de Atenção Básica – CAB)	
Índice de Organização Sociopolítica (IOS)	Existência de conselhos municipais e intermunicipais reconhecidos legalmente	Anual
	Existência de consórcios municipais e intermunicipais	
	Existência de organizações da sociedade civil	
	Participação e mobilização social	
	Difusão e apropriação da Informação	



Figura 4. Diagrama dos índices primários precursores do Índice de Capacidade Adaptativa.

3.6. Índice Global de Risco Socioambiental (IGRSA)

- Cálculo: sobreposição com pesos (Weighted overlay) ou média aritmética dos elementos.
- Dados de entrada: IEX (Índice de Exposição), ISE (Índice de Sensibilidade) e ICA (Índice de Capacidade Adaptativa).
- Resolução final da informação: célula, UCs e município.

Tabela 4. Frequência de monitoramento dos elementos do Índice Global de Risco Socioambiental (IGRSA).

Componente de monitoramento	Frequência de monitoramento
Índice de Exposição (IEX)	Mensal / Semestral
Índice de Sensibilidade (ISE)	Anual / Bianual
Índice de Capacidade Adaptativa (ICA)	Anual / Bianual
Índice Global de Risco Socioambiental (IGRSA)	Mensal / Semestral / Anual

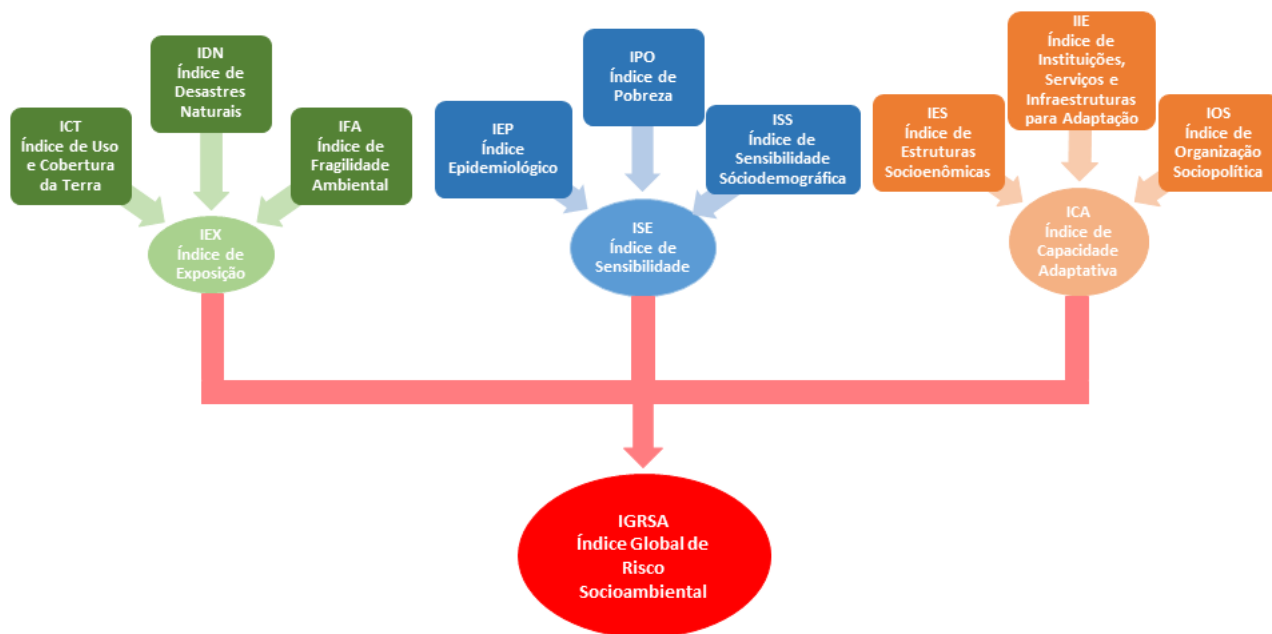


Figura 5. Diagrama dos índices primários e secundários precursores do Índice Global de Risco Socioambiental.

4. Desenho Amostral

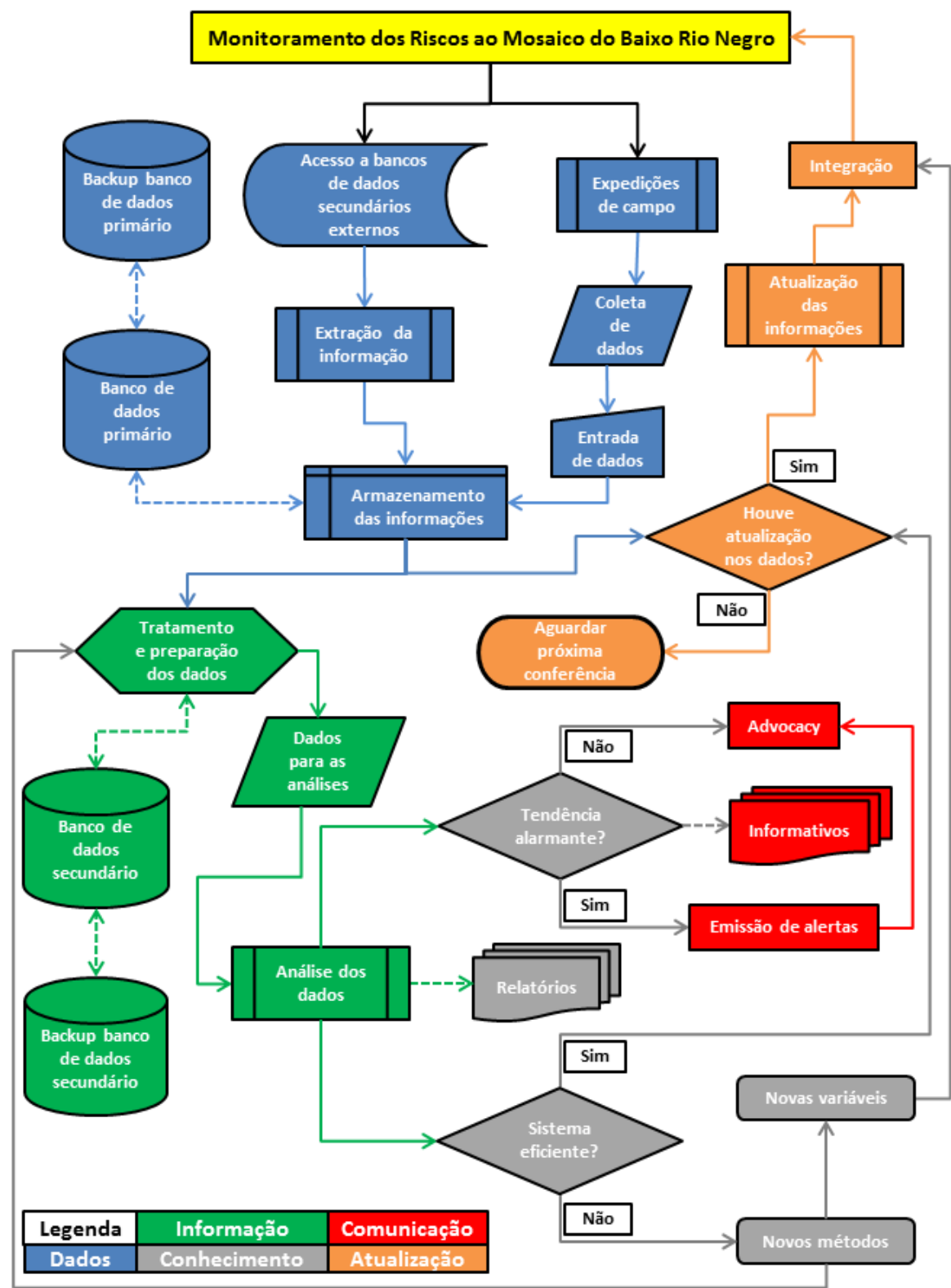


Figura 6. Fluxograma do delineamento amostral do monitoramento de riscos.

5. Cenários do Monitoramento de Riscos ao MBRN

Tabela 5. Cenários de orçamento mínimo e ideal.

Cenário Baixo Custo	Primeiro Ano	Total Três Anos
Índices	R\$ 110.800,00	R\$ 286.400,00
Uso e Cobertura da terra (ICT)		
Desastres Naturais (IDN)		
Fragilidade Ambiental (IFA)		
Epidemiológico (IEP)		
Pobreza (IPO)		
Sensibilidade Sociodemográfica (ISS)		
Estruturas Socioeconômicas (IES)		
Instituições, Serviços e Infraestruturas para Adaptação (IIE)		
Organização Sociopolítica (IOS)		
Exposição (IEX)		
Sensibilidade (ISE)		
Capacidade Adaptativa (ICA)		
Risco Socioambiental (IGRSA)		
Cenário Custo Ideal	Primeiro Ano	Total Três Anos
Índices	R\$ 165.700,00	R\$ 451.100,00
Uso e Cobertura da terra (ICT)		
Desastres Naturais (IDN)*		
Fragilidade Ambiental (IFA)		
Epidemiológico (IEP)		
Pobreza (IPO)		
Sensibilidade Sociodemográfica (ISS)		
Estruturas Socioeconômicas (IES)		
Instituições, Serviços e Infraestruturas para adaptação (IIE)*		
Organização Sociopolítica (IOS)*		
Exposição (IEX)*		
Sensibilidade (ISE)		
Capacidade Adaptativa (ICA)*		
Risco Socioambiental (IGRSA)		

*Índices cujo algum componente necessita de expedições de campo: IEX (IDN: estimativa do impacto sobre a população e produção nos locais com ocorrência de eventos extremos), ICA (IIE: mapeamento atual de instituições, serviços e infraestruturas para Adaptação; IOS: existência de conselhos municipais e intermunicipais reconhecidos legalmente).

6. Orçamento

Tabela 6. Orçamento do cenário de baixo custo.

Cenário de Baixo Custo	Quantidade	Duração	Custo do 1º ano	Custo em 3 anos
Material Permanente e Licenças				
Workstation	1		25.000,00	25.000,00
Licenças ARCGIS	2	2 anos	0,00	4.000,00
Equipe Técnica				
Índice de Uso e Cobertura da terra (ICT)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Desastres Naturais (IDN)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Fragilidade Ambiental (IFA)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice Epidemiológico (IEP)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Pobreza (IPO)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Instituições, Serviços e Infraestruturas para Adaptação (IIE)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Organização Sociopolítica (IOS)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Material de Consumo / Comunicação				
Impressão de informativos e emissão de alertas	45	3 anos	3.000,00	9.000,00
Total de Custos			R\$ 110.800,00	R\$ 286.400,00

Tabela 7. Orçamento do cenário de custo ideal.

Cenário de Custo Ideal	Quantidade	Duração	Custo do 1º ano	Custo em 3 anos
Material Permanente e Licenças				
Workstation	1		25.000,00	25.000,00
Licenças ARCGIS	2	2 anos	0,00	4.000,00
Expedições de Campo (Comunidades e Zona Rural)				
Aluguel de barco com tripulação	1	10	10.000,00	30.000,00
Gasolina (Litros)	100	30	15.000,00	45.000,00
Óleo (Litros)	500	10	20.000,00	60.000,00
Alimentação	6	30	5.400,00	16.200,00
Hospedagem (zona rural - municípios)	3	15	4.500,00	13.500,00
Equipe Técnica				
Índice de Uso e Cobertura da terra (ICT)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Desastres Naturais (IDN)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Fragilidade Ambiental (IFA)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice Epidemiológico (IEP)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Pobreza (IPO)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Instituições, Serviços e Infraestruturas para Adaptação (IIE)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Índice de Organização Sociopolítica (IOS)	120 horas	30 dias	9.200,00	27.600,00
Material de Consumo / Comunicação				
Impressão de informativos e emissão de alertas	45	3 anos	3.000,00	9.000,00
Total de Custos			R\$ 165.700,00	R\$ 451.100,00

7. Referências Bibliográficas

- Adeney JM, Christensen NL Jr, Pimm SL. 2009. Reserves Protect against Deforestation Fires in the Amazon. *PLoS ONE* 4(4): e5014.
- Alencar A, Nepstad D, Moutinho P. 2005. Carbon emissions associated with forest fires in Brazil. In Moutinho P, Schwartzman S, editors. *Tropical deforestation and climate change*. IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia; Washington DC - USA: Environmental Defense, Belém, Pará, Brazil.
- Almeida CA, Coutinho AC, Esquerdo JCDM, Adami M, Venturieri A, Diniz CG, Dessay N, Durieux L, Gomes AR. 2016. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amazonica* 46(3):291-302.
- Almeida LQ de. 2010. Vulnerabilidade socioambiental de rios urbanos: bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho na região metropolitana de Fortaleza-Ceará. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, São Paulo, Brasil.
- Alves HP, Alves CD, Pereira MN, Monteiro AMV. 2010a. Dinâmicas de urbanização na hiperperiferia da metrópole de São Paulo: análise dos processos de expansão urbana e das situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana. *Revista Brasileira de Estudos Populacionais* 7:141-159.
- Alves HP, Mello AYI de, D’Antona A de O, Carmo RL do. 2010b. Vulnerabilidade socioambiental nos municípios do litoral paulista no contexto das mudanças climáticas. In XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, Minas Gerais, Brasil.
- Araújo RF, Nelson BW, Chamberes JQ, Tavares JV, Celes CHS. 2005. Extensão e distribuição de derrubadas por vento na Amazônia, associados a uma única linha de instabilidade em janeiro de 2005. Páginas 3352–3357 In *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.
- Banco Mundial. 2010. Visão geral antecipada, a mudança do clima para o desenvolvimento. Relatório sobre desenvolvimento mundial de 2010, Desenvolvimento e Clima, Washington, DC, 50 p.
- Barata MML, Confalonieri UECC. 2011. Mapa de vulnerabilidade da população do estado do Rio de Janeiro aos impactos das mudanças climáticas nas áreas social, saúde e ambiente. Relatório 4, FIOCRUZ.
- Barata MML, Confalonieri UECC., Marinho PD, Neto CC, Luigi G, Silva HVO, Tosta FO, Pereira CAR, Marincola FCV. 2014. Mapa da vulnerabilidade da população dos municípios do estado do Rio de Janeiro frente às mudanças climáticas.
- Barni PE, Fearnside PM, Graça PMLA. 2015. Simulating deforestation and carbon loss in Amazonia: impacts in Brazil’s Roraima state from reconstructing Highway BR-319 (Manaus-Porto Velho). *Environmental Management* 55(2):259-278.
- Batista AC. 2002. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. *Revista Floresta* 30:45-54.
- Berger MVS, Silva MC da, Saldanha JCS. 2007. Análise da vulnerabilidade da RPPN Cafundó. Páginas 4—61 In *Morais AC de, Santos AR dos, organizadores. Geomática e Análise Ambiental*, EDUFES, Vitória, Espírito Santo, Brasil.
- Brasil. 2016. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. Modelagem climática e vulnerabilidades Setoriais à mudança do clima no Brasil / Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 590p.
- Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED. 2015. Mobilização comunitária para a redução de riscos de desastres. In Furtado JR, organizador. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 86 p.
- Confalonieri UECC, Quintão AF. 2016. Vulnerabilidade à mudança climática na América Latina: instrumentos regionais para a adaptação no setor saúde. CPqRR, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 136 p.
- Crepani E, Medeiros JS de, Hernandez Filho P, Florenzano TG, Duarte V, Barbosa CCF. 2001. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. SAE/INPE, São José dos Campos, São Paulo, Btasil, 80p.
- Crepani E, Medeiros JS de, Azevedo LG, Azevedo Filho PH, Florenzano TG, Duarte V. 1996b. Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico Econômico. INPE, São José dos Campos, São Paulo, Brasil.
- Crespo APA, Gurovitz E. 2002. A pobreza como um fenômeno multidimensional. *RAE-eletrônica* 1(2):1-12.
- DeFries R, Asner G, Achard F, Justice C, Laporte N, Price K, Small C, Townshend J. 2005. Monitoring tropical deforestation for emerging carbon markets. In Moutinho P, Schwartzman S, editores. *Tropical deforestation and climate change*. IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Belém, Pará, Brazil, Environmental Defense, Washington DC, USA.
- Devisscher T, Anderson LO, Aragão L, Galván L, Malhi Y. 2016. Increased wildfire risk driven by climate and development interactions in Bolivian Chiquitania, southern Amazonia. *Plos ONE* 11(9): e0161323.
- Estratégia Internacional para Redução de Desastres – EIRD/ Organização das Nações Unidas – ONU. 2015. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction, Sendai, Japan.
- Estratégia Internacional para redução de desastres – EIRD/ Organização das Nações Unidas – ONU. 2007. Marco de Ação de Hyogo 2005-2015: Aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres.
- Estratégia Internacional para redução de desastres – EIRD/ Organização das Nações Unidas – ONU 2005. Marco de Ação de Hyogo 2005-2015: Aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres. Disponível em http://www.integracao.gov.br/cidadesresilientes/pdf/mah_ptb_brochura.pdf.
- Estratégia Internacional para redução de desastres – EIRD/ Organização das Nações Unidas – ONU. 2004. Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la

- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa, Rio de Janeiro, 306 p.
- ESRI, Environmental Systems Research Institute. 2016. ArcGIS Desktop and Spatial Analyst Extension: release 10.4.
- Fearnside, P.M. 2015. Pesquisa sobre conservação na Amazônia brasileira e a sua contribuição para a manutenção da biodiversidade e uso sustentável das florestas tropicais. In: Vieira, C.G.; Jardim, M.A.G.; Rocha, E.J.P. da (Orgs.). *Amazônia em tempo: estudos climáticos e socioambientais*. Belém: Universidade Federal do Pará: Museu Paraense Emílio Goeldi: Embrapa Amazônia Oriental, 462 p. ISBN 978-85-61377-81-6
- Fearnside PM. 2008. Amazon Forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciência* 80(1):101-114.
- Fearnside PM. 2007. Brazil's Cuiabá-Santarém (BR-163) Highway: The environmental cost of paving a soybean corridor through the Amazon. *Environmental Management* 39(5): 601-614.
- Fearnside PM. 2006. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's hydroelectric development of the Xingu river basin. *Environmental Management* 38: 16-27.
- 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* 12:19-49.
- Fearnside PM, Graça PMLA. 2006. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to Central Amazonia. *Environmental Management* 38(5): 705-716.
- Fearnside PM, Graça PMLA, Keizer EWH, Maldonado FD, Barbosa RI, Nogueira EM. 2009. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319). *Revista Brasileira de Meteorologia* 24(2):208-233.
- FLOODsite-Consortium. 2005. Language of Risk. Disponível em: www.floodsite.net
- Fonseca MG, Aragão L, Lima A, Shimabukuro Y, Arai E, Anderson LO. 2016. Modelling fire probability in the Brazilian Amazon using the Maximum Entropy method. *International Journal of Wildland Fire* 25(9):955-969.
- Fundação Vitória Amazônica – FVA. 2014. Boletim do Observatório da Região Metropolitana de Manaus, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Global Forest Watch – GFW 2014. World Resources Institute. Acesso em 10 de março de 2017. www.globalforestwatch.org.
- Gonçalves CD. 2012. Desastres naturais. Algumas considerações: vulnerabilidade, risco e resiliência. *Territorium* 19:5-14.
- Graça PMLA, Dos Santos Jr MA, Rocha VM, Fearnside PM, Emilio T, Menger JS, Marciente R, Bobrowiec PED, Venticinquê EM, Antunes AP, Bastos AN, Rohe F. 2014. Cenários de desmatamento para região de influência da rodovia BR-319: perda potencial de habitats, status de proteção e ameaça para a biodiversidade. Página 1-194 In Emilio T, Luizão F, editores. *Cenários para a Amazônia: Clima, Biodiversidade e Uso da Terra*, Editora INPA, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Guimarães GP. 2007. Distúrbios decorrentes de Blowdown em uma área de floresta na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, 37p.
- Hengl T, De Jesus JM, MacMillan RA, Batjes NH, Heuvelink GBM, Ribeiro E, Samuel-Rosa A, Kempen B, Leenaars JBG, Walsh MG, Gonzalez MR. 2014. SoilGrids1km — Global Soil Information Based on Automated Mapping. *PLOS ONE* 9(8): e105992.
- Houghton RA. 2005. Tropical deforestation, fires and emissions: measurement and monitoring. In Moutinho P, Schwartzman S, editors. *Tropical deforestation and climate change*. IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Environmental Defense, Belém, Pará, Brazil, Washington DC – USA.
- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE 2016. Censo 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/> > . (Acesso em: 3 jul. 2016)
- Instituto de Estudios Ambientales – IDEA. 2002. Amenaza, vulnerabilidad, riesgo, desastre, mitigación, prevención: Primer acercamiento a conceptos, características y metodologías de análisis y evaluación. Páginas 1-38 In Chardon AC, González JL, organizadores. *Universidad Nacional de Manizales*, Colombia.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2016a. Estimativas de desmatamento para Amazônia Brasileira, INPE, São José dos Campos, São Paulo. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/> (Acesso em 10 de Agosto de 2016).
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2016b. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas> (Acesso em 15 de Janeiro de 2017).
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2012a. Projeto PRODES: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/> (Acesso em 22 de Janeiro de 2017).
- Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais – INPE. 2012b. Sistema DETER: detecção do desmatamento em tempo real. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/deter/index.html> (Acesso em 04 de Março de 2017).
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2011. DEGRAD: mapeamento da degradação florestal na Amazônia brasileira. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/degrad/> (Acesso em 22 de Fevereiro de 2017).
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2009a. Coordenação Geral de Observação da Terra - OBT. DEGRAD: mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/degrad/> (Acesso em 15 de Dezembro de 2016).
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2009b. Coordenação Geral de Observação da Terra – OBT. Projeto PRODES: monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/> (Acesso em: 15 de Janeiro de 2017).
- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. 2014. Cambio climático. Impactos, adaptación y

- vulnerabilidade. Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Páginas 1-34 in Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken, Mastrandrea PR, White LL, editores. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza.
- Janczura R. 2012. Risco ou vulnerabilidade social? Textos & Contextos 11:301 - 308.
- Jarvis A, Reuter HI, Nelson A, Guevara E. 2008. Hole-filled SRTM for the globe, version 4. Disponível na base de dados da CGIAR-CSI SRTM 90m (srtm.csi.cgiar.org).
- Kusenbach M, Christmann G. 2013. Understanding Hurricane Vulnerability: Lessons from Mobile Home Communities. In Kapucu N, Hawkins CV, Rivera FI (Eds.) Disaster Resiliency: Interdisciplinary Perspectives. Routledge, 61 - 83. ISBN: 978-0-415-62689-7, ISBN: 978-0-203-10245-9
- Lavell A. 2000. Desastres durante uma década lecciones y avances conceptuales y prácticos em América Latina (1990-1999). Anuario Social y Político de América Latina y EL Caribe, FLACSO, San José de Costa Rica.
- Lima JMT, Valle D, Moretto EM, Pulice SMP, Zuca NC, Roquetti DR, Beduschi LEC, Praia AS, Okamoto CPF, Carvalhaes VL da S, Branco EA, Barbezani B, Labandera E, Timpe K, Kaplan D. 2016. A social-ecological database to advance research on infrastructure development impacts in the Brazilian Amazon. Scientific Data 3:160071.
- Maior MMS, Cândido AC. 2014. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. Caderno Metrôpole 16:241-264.
- Mello MP, Risso J, Atzberger C, Aplin P, Pebesma E, Vieira CAO, Rudorff BFT. 2013. Bayesian Networks for Raster Data (BayNeRD): Plausible Reasoning from Observations. Remote Sensing 5(11):5999-6025
- Meheub S, Raihan A, Nuhul H, Haroon S. 2016. Assessing flood inundation extent and landscape vulnerability to flood using geospatial technology: A study of Malda district of West Bengal, India. Forum geografic. Studii si cercetări de geografie si protecția mediului, 2(8):156-163.
- Messner F, Meyer V. 2005. Flood damage, vulnerability and risk perception - challenges for flood damage research. Páginas 149-168 in Schanze J, Zeman E, Marsalek J, editors. Flood Risk Management - Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures. NATO Science Series, Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA. 2012. Áreas Protegidas. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm> (Acesso em 21 de Julho 2016).
- 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, Brasil.
- Moro GT, Souza LVMP, Almeida ES. 2011. Levantamento de susceptibilidade a deslizamento e erosão em encostas - estudo de caso: Morro da Cruz - Itajaí - SC. Páginas 4162 - 4169 In Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Curitiba, Paraná, Brasil.
- Moser C. 1998. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. World development 26(1):1-19.
- Narayan D. 2000. Voices of the poor - Can anyone hear us? The World Bank, University Press, Oxford, Washington, D.C, USA.
- Nelson A, Chomitz KM. 2011. Effectiveness of Strict vs. Multiple Use Protected Areas in Reducing Tropical Forest Fires: A Global Analysis Using Matching Methods. PLoS ONE 6(8):e22722.
- Nepstad D, McGrath D, Sticker C, Alencar A, Azevedo A, Swette B, Bezerra T, DiGiano M, Shimada J, Motta RS da, Armijo E, Castello L, Branso P, Hansen, MC, McGrath-Horn M, Carvalho O, Hess L. 2014. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. Science 344:1118-1123.
- Nepstad D, Sticker CM, Soares-Filho B, Merry F. 2008. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. Philosophical Transactions of the Royal Society B 363:1737-1746.
- Nepstad D, Schwartzman S, Bamberger B, Santilli M, Ray D, Schilesinger P, Lefebvre P, Alencar A, Prinz E, Fiske G, Rolla A. 2006. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. Conservation Biology 20(1):65-73.
- Nobre CA, Sampaio G, Borma LS, Castilla-Rubio JC, Silva JS, Cardoso M. 2016. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 113(39):10759-1076.
- Nunes, T. do S.S.; Ferreira, L.V.; Venticinque, E.M. (2015). A importância das Unidades de Conservação e Terras Indígenas na contenção do desmatamento na Amazônia Legal Brasileira. In: Vieira, C.G.; Jardim, M.A.G.; Rocha, E.J.P. da (Orgs.). Amazônia em tempo: estudos climáticos e socioambientais. Belém: Universidade Federal do Pará: Museu Paraense Emílio Goeldi: Embrapa Amazônia Oriental, 462p. ISBN 978-85-61377-81-6
- Penning-Rowsell E, Johnson C, Tunstall S, Tapsell S, Morris J, Green C. 2003. The benefits of flood and coastal defence: techniques and data for 2003, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University, UK.
- Pessoa, ACM; Siani, SMO; Harding, T; Anderson, LO (no prelo). The role of Protected Areas on active fires occurrence: an exploratory study in Acre state, Brazilian Amazon.
- Pfaff A, Robalino J, Herrera D, Sandoval C. 2015. Protected Areas' Impacts on Brazilian Amazon Deforestation: Examining Conservation - Development Interactions to Inform Planning. PLoS ONE 10(7):e0129460.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190:231-259.
- Phillips SJ, Dudík M, Schapire RE. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. Páginas 655-

- 662 in Brodley CE, editor. *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*. ACM Press, Banff, Canada.
- Pozzer CP, Cohen SC, Costa FdaS 2014. O Marco de ação de Hyogo aplicado à gestão de risco de inundação no Brasil e em Portugal. *Revista Territorium*, 21 ~ :49-70.
- 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. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Programa de Pós Graduação em Ecologia, Manaus, Amazonas, 43p.
- Reppold C, Pacheco J, Bardagi M, Hutz C. 2002. Prevenção de problemas de comportamento e o desenvolvimento de competências psicossociais em crianças e adolescentes: uma análise das práticas educativas e dos estilos parentais. In: Hultz, CS (Org.). *Situações de risco e vulnerabilidade na infância e na adolescência: aspectos teóricos e estratégias de intervenção*. p. 7 – 51. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- 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, 24p.
- Ross JLS. 1994. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia* 6:63-74.
- Saaty TL 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences* 1(1):83-98.
- Saaty TL. 1994. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces* 24(6):19-43.
- Saaty TL. 1990. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research* 48(1):9-26.
- Saaty TL 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15(3):234-281.
- Santos AR dos, Louzada FLR de O, Eugenio FC. 2010. ArcGIS 9.3 total: aplicações para dados especiais. Ciências Agrárias Universidade Federal do Espírito Santo, CAUFES, Alegre, Espírito Santo, Brasil, 184p.
- Santos Junior MA dos, Graça PML de A, Rocha VM, Silva RTM da, Bobrowiec PED, Tavares V da C, Fearnside PM. 2015. Páginas 5694-5701 in *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Cenários de desmatamento e avaliação preditiva de perda de habitat na região de influência da rodovia BR-319*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), João Pessoa, Paraíba, Brasil.
- Sarewitz D, Pielke R, Keykhah M. 2003. Vulnerability and risk: some thoughts from a political and policy perspective. *Risk Analysis* 23(4):805-810.
- Schanze J, Zeman E, Marsalek J. 2004. *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Flood Risk Management - Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures. Springer, Ostrov, Czech Republic.
- Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM. 2008. Manaus, Amazonas, Brasil. Disponível em: <http://www.sipam.gov.br/> (Acesso 3 Setembro 2016).
- Sorribas MV, Paiva RCD, Melack JM, Bravo JM, Jones C, Carvalho L, Beighley E, Forsberg B, Costa MH. 2016. Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin. *Climatic Change* 136: 555-570.
- Soares-Filho BS, Alencar A, Nepstad DC, Cerqueira GC, Diaz VM, Rivero S, Solórzano L, Voll E. 2004. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology* 10(5):745-764.
- Soares-Filho BS, Nepstad DC, Curran L, Cerqueira GC, Garcia RA, Ramos CA, McDonald A, Lefebvre P, Schlesinger P, McGrath D. 2005. Cenários de desmatamento para a Amazônia. *Estudos Avançados* 19(54):138-152.
- Souza MM, Costa LH da, Carvalho DAS de. 2011. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para mapear as fragilidades ambientais na área de influência direta da UHE de Belo Monte, no Estado do Pará. *Espaço Plural* 25:73-85.
- 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. 249p.
- Szlafsztein C, Marques O, Maia H, Prette M, Fischenich P, Altieri F. 2010. Referências Metodológicas para mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: Mapeando as vulnerabilidades. MMA/GTZ Brasília, Brasil, 60p.
- Tedim F. 2014. A conceptualização nos riscos naturais: impactos na ciência e na ação. In: Lourenço L e Tedim F (Eds.). *Realidades e desafios na gestão dos riscos: diálogo entre ciência e utilizadores*. p. 31 - 41. 97p. ISBN: 978-972-8330-22-4
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 123p.
- Vera-Díaz M del C, Kaufmann RK, Nepstad D. 2009. The environmental impacts of soybean expansion and infrastructure development in Brazil's Amazon basin. Global Development and Environment Institute – GDAE Working Paper No. 09-05. Tufts University, Melford, Massachusetts, USA.
- Vignoli JR. 2000. Vulnerabilidad demográfica: una faceta de las desventajas sociales. Santiago do Chile, Cepal, 79p.
- Wilches-Chaux G. 1993. La Vulnerabilidad Global. Páginas 11-44 in Maskrey A, compilador. *Los Desastres No son Naturales*. LA RED - ITDG, Tercer Mundo Editores, Colombia.
- Yanai AM, Fearnside PM, Graça PMLA, Nogueira EM. 2012. Avoided deforestation in Brazilian Amazonia: Simulating the effect of the Juma Sustainable Development Reserve. *Forest Ecology and Management* 282:78-91.
- Yunes MAM, Szymanski H. 2001. Resiliência: noção, conceitos afins e considerações críticas. In Tavares J, organizador. *Resiliência e educação*, Cortez, 2. Ed, São Paulo, São Paulo, Brasil.

8. Referência Recomendada

dos Santos Junior MA, Moreira MP, de Souza RN, Ferreira OJ, Monteiro AS, Menezes D., Ruffino ML, Fernandes LK, Marchezini V, de Oliveira ACR, Saito SM, da Silva FL, Anderson LO. 2017. Plano de Monitoramento de Riscos Socioambientais ao 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 (MBRN), Amazonas, Brasil. Wildlife Conservation Society (WCS Brasil) e o Conselho do MBRN, Manaus, Amazonas, Brasil.