

**Relatório do Produto nº 6 do Contrato nº 2015/000191 –
BRA/11/001: Mapas do impacto potencial sobre a cobertura
vegetal nativa**

Renata Dias Françoso.

BRASÍLIA, 2016

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	3
LISTA DE TABELAS.....	4
1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. OBJETIVO GERAL.....	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. MÉTODOS.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. O círculo externo representa a área (em milhões de hectares) que cada bima ocupa no território brasileiro. O gráfico interno ilustra as proporções dos biomas cobertas por remanescentes naturais + corpos d'água na cor sólida e a proporção da área desmatada no padrão hachurado [dados do PMDBBS (MMA/IBAMA 2011) e PRODES (INPE 2016)].	6
Figura 2. Componentes da AIP: (A) exposição no cenário climático tendencial (RCP 8,5); sensibilidade (percentual de vegetação remanescente) no ano 2050 nos cenários de desmatamento BAU (B) e FC (C). Projeção para 2050 da área de impacto potencial (AIP) nos biomas brasileiros nos cenários BAU (D) e FC (E).	12
Figura 3. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 na Amazônia nos cenários <i>Business As Usual</i> (BAU) e Código Florestal (CF).	13
Figura 4. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 na Caatinga nos cenários <i>Business As Usual</i> (BAU) e Código Florestal (CF).	14
Figura 5. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 no Cerrado nos cenários <i>Business As Usual</i> (BAU) e Código Florestal (CF).	15
Figura 6. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 na Mata Atlântica nos cenários <i>Business As Usual</i> (BAU) e Código Florestal (CF).	16
Figura 7. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 no Pampa nos cenários <i>Business As Usual</i> (BAU) e Código Florestal (CF).	16
Figura 8. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 no Pantanal nos cenários <i>Business As Usual</i> (BAU) e Código Florestal (CF).	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área da classe de remanescente (em Mha) e percentual que ela ocupa da Área do Impacto Potencial (AIP) sobre a vegetação (exposição + sensibilidade) nos biomas brasileiros. Área e proporção dos biomas ocupada pelas AIP (abaixo). As áreas em exposição climática foram baseadas na trajetória representativa de concentração de gases de efeito estufa tendencial (RCP 8,5) do modelos Hadgem2-ES. O percentual de desmatamento entre 2000 e 2050, baseado no modelo Globiom, representa as classes de sensibilidade nos cenários Business As Usual (BAU) e com a implantação de medidas do Código Florestal (CF).	11
---	-----------

1. INTRODUÇÃO

O impacto potencial da mudança do clima sobre a vegetação nativa é resultado da ocorrência de dois tipos de influência: a exposição e a sensibilidade. As áreas de exposição são aquelas em que são previstas alterações climáticas em decorrência da mudança do clima. Neste estudo, foram consideradas como áreas de sensibilidade aquelas com baixo percentual de remanescentes. Tanto a exposição quanto a sensibilidade trazem consequências importantes para a biodiversidade.

As principais consequências da fragmentação dos ecossistemas naturais são alterações na diversidade e composição de espécies, nas interações interespecíficas, nos processos biológicos e nas características do microclima e solo (Silva 2016). As consequências da fragmentação são dependentes da estrutura da vegetação natural, mas em geral, a colonização por espécies invasoras nos fragmentos remanescentes ocorre pelo aumento da radiação nos ambientes florestais (Saunders et al. 1991) ou é ocasionada por vetores antrópicos, como estradas e animais exóticos (Ruiz & Carlton 2003). A entrada de espécies invasoras pode propiciar a ocorrência de incêndios, a alteração das relações interespecíficas e o desaparecimento das espécies nativas (Bauer 2012). No entanto, a maior consequência do desmatamento é a diminuição de habitats, o que tem um efeito direto na capacidade de suporte do ambiente (MacArthur & Wilson 1967).

De acordo com dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS) (MMA/IBAMA 2011) e PRODES (INPE 2016), cerca de 67% do território brasileiro encontra-se sob algum tipo de alteração, causada principalmente pela pecuária e a agricultura extensivas (Domingues & Bermann 2012; Almeida et al. 2014; Alves et al. 2009; Da Silva et al. 1998), entretanto há especificidades dos diferentes biomas. Dos 418 Mha da Amazônia, 86% correspondem a vegetação natural (Figura 1). O processo característico do desmatamento se dá pela ocupação irregular de terras devolutas, seguido de exploração madeireira irregular, queima da madeira sem valor comercial, implantação de pasto e especulação imobiliária (Almeida et al. 2014; Fearnside 2010), pois o preço de uma área com floresta em pé na Amazônia é cerca de quatro vezes menor do que da mesma área com pastagem (Reydon 2006).

Grandes empreendimentos rodoviários também prenunciam a expansão do desmatamento nesse bioma (Fearnside 2010).

Na Caatinga, 54% dos 82 Mha são cobertos por remanescentes naturais. Os principais processos de alteração do uso do solo nesse bioma são a implantação de culturas irrigadas, precedida de queimadas para retirada da vegetação nativa, promovendo salinização do solo e posteriormente a desertificação (Evangelista 2011). A retirada de lenha (MMA 2010) e uma ampla rede de rodovias (Castelletti et al. 2003) também causam o desmatamento no bioma.

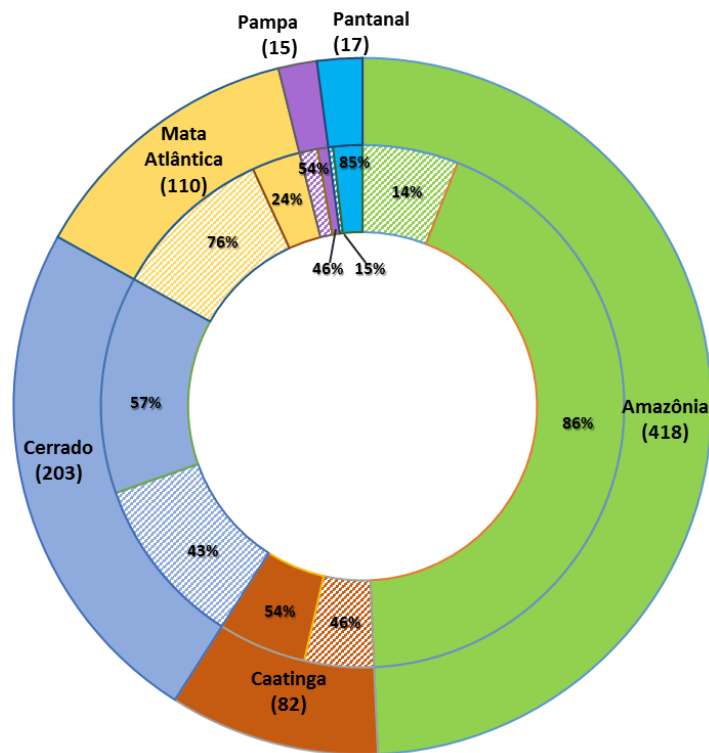


Figura 1. O círculo externo representa a área (em milhões de hectares) que cada bioma ocupa no território brasileiro. O gráfico interno ilustra as proporções dos biomas cobertos por remanescentes naturais + corpos d'água na cor sólida e a proporção da área desmatada no padrão hachurado [dados do PMDBBS (MMA/IBAMA 2011) e PRODES (INPE 2016)].

No Pampa restam 46% da vegetação natural, onde os campos sulinos sofrem com o intenso pastoreio de animais de criação (Roesch et al. 2009). O desmatamento de 76% da Mata Atlântica é decorrente da antiga ocupação humana da região que resultou no adensamento urbano da região, que abriga 13% da população brasileira. No entanto, o desmatamento recentemente da Mata Atlântica está relacionado à mecanização agrícola (Neves 2006) e exploração irregular de madeira (Tabarelli et al. 2005). O Pantanal constitui uma grande planície de inundação, onde há 75% de cobertura de vegetação

nativa. Os campos, que são as fisionomias predominantes, são extensivamente usadas como pastagem (Da Silva et al. 1998). O Cerrado, por sua vez, teve a ocupação intensificada a partir da década de 1970 e hoje a área coberta por pastagens e culturas agrícolas é colossal (MMA 2011), restando 57% da vegetação remanescente.

O desmatamento e a queima de combustíveis fósseis são as maiores causas do aumento nas concentrações de gases de efeito estufa (IPCC 2007b). O efeito estufa, potencializado pelas ações humanas, é o maior responsável pelas alterações do clima. As principais consequências são o aumento da temperatura média e alterações nos níveis de precipitação (IPCC 2007a). No Brasil estão previstos aumentos de temperatura em todos os biomas, alteração nos padrões de sazonalidade da Amazônia, diminuição das chuvas em regiões áridas da Caatinga e aumento das chuvas em partes da Amazônia, como observado no Relatório do Produto nº 2 do Contrato nº 2015/000191 – BRA/11/001: “Mapas do Clima em 2050” (Françoso 2016a).

Alterações nos padrões climáticos são uma ameaça à biodiversidade (Thomas et al. 2004), pois os organismos são adaptados às condições climáticas locais (Jeffree & Jeffree 1994) e podem não tolerar mudanças significativas. A ameaça às espécies endêmicas de distribuição restrita é especialmente grave devido à adaptação a condições tão específicas (Malcolm et al. 2006; Thomas et al. 2004). O desmatamento estabelece a perda imediata do habitat dos organismos, e por isso é considerado o agente direto de perda de biodiversidade, tanto pela supressão da vegetação quanto pelo aumento do processo de fragmentação de habitats (Silva 2016).

Identificar as principais ameaças à biodiversidade é condição chave para intervir nos processos depredatórios e proteger espécies e os habitats que elas ocupam. Assim, os objetivos desse estudo são identificar as áreas de impacto potencial da vegetação nativa nos seis biomas brasileiros.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Identificar as áreas da vegetação nativa sob impacto potencial em 2050 nos seis biomas brasileiros.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Quantificar a área sob impacto potencial (sobreposição de exposição e sensibilidade) da vegetação nativa em 2050 de cada bioma brasileiro usando o cenário climático tendencial (RCP 8.5) e os cenários de desmatamento *Business As Usual* (BAU) e Códio Florestal (CF) que prevê a adoção de medidas de prevenção de perda e recuperação de florestas.
- II. Elaborar mapas representando as áreas de vegetação nativa sob impacto potencial em 2050.

3. MÉTODOS

Para identificar as áreas em exposição, foram elaborados modelos de nicho climático dos biomas brasileiros para o presente (ano 2000) e para o futuro (ano 2050) no cenário tendencial (RCP 8,5). As áreas com alteração no nicho climático foram consideradas áreas de exposição, identificadas previamente no relatório do Produto nº 4 do Contrato nº 2015/000191 – BRA/11/001: “Mapa das Áreas Sob Estresse Climático (Exposição)” (Françoso 2016b). As áreas de sensibilidade foram identificadas previamente utilizando o modelo Globiom adaptado para o Brasil nos cenários *Business As Usual* (BAU) e Código Florestal (CF) (Câmara et al. 2016) identificadas no relatório do Produto nº 5 do Contrato nº 2015/000191 – BRA/11/001: “Mapas da cobertura vegetal nativa remanescente em 2050 (sensibilidade)” (Françoso 2016c). Foram consideradas áreas de sensibilidade as células que apresentaram desmatamento acumulado maior que 50%.

Para identificar a Área sob Impacto Potencial (AIP), foram sobrepostas e quantificadas as informações sobre exposição e sensibilidade. O *grid* do Globiom para os dois cenários foi recortado pela área de exposição para cada bioma. As células que onde o remanescente percentual é menor que 50% nas projeções de 2050 foram desprezadas, e as demais foram classificadas quanto ao percentual de remanescentes em 2050.

A área de cada classe foi quantificada para todos os biomas. Foi apresentado o percentual correspondente à AIP e às classes, de modo a permitir comparações entre os biomas. Foram apresentados todos os mapas usados para identificar as áreas mencionadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as áreas em milhares de hectares das diferentes classes de AIP, bem como o percentual a que essa área corresponde dentro do total de AIP. A tabela também traz o percentual que a AIP ocupa do bioma em questão, em cada cenário.

As previsões para o ano 2050 indicam que há uma extensa área de exposição climática na Amazônia, na Mata Atlântica e no Pantanal (Figura 2A). As áreas em exposição na Caatinga são menores e espaçadas, e praticamente inexistentes no Pampa e no Cerrado. Contudo, as previsões aqui ilustradas são baseadas apenas em um modelo climático, e necessitam ser validadas com o uso de outros modelos e com dados meteorológicos a serem adquiridos ao longo dos anos. As projeções são baseadas em envelopes climáticos que podem incluir grande variabilidade dos parâmetros do clima dentro de um mesmo bioma, onde podem ocorrer alterações menores não detectadas nos modelos, mas ainda assim importantes para as comunidades de fauna e flora.

As áreas de sensibilidade no ano 2050 são aquelas células que apresentam projeção de cobertura vegetal remanescente menor do que 50%, representadas na graduação de amarelo a vermelho (Figuras 2B e 2C). No cenário BAU, é observada intensa degradação dos habitats naturais em todos os biomas, com menor intensidade em áreas isoladas na Amazônia. Nesse cenário, a maior concentração de desmatamento está no sul do Cerrado, no Pampa e na Mata Atlântica. No norte do Cerrado e na Caatinga ocorrem células com alto percentual de remanescentes em meio a células com maior alteração. A principal diferença observada na projeção do desmatamento no cenário CF em relação ao BAU é o aumento na proporção de remanescentes na Amazônia (Figura 2C).

Como consequência da sobreposição das áreas de exposição e sensibilidade, as Áreas de Impacto Potencial sobre a vegetação nativa (Figuras 2D e 2E) ocorrem especialmente na Mata Atlântica e no Pantanal nos dois cenários, e no cenário BAU também ocorre na Amazônia. Na Caatinga e no Pampa as AIP representam menor proporção dos biomas, e no Cerrado as AIP são praticamente inexistentes.

Tabela 1. Área da classe de remanescente (em Mha) e percentual que ela ocupa da Área do Impacto Potencial (AIP) sobre a vegetação (exposição + sensibilidade) nos biomas brasileiros. Área e proporção dos biomas ocupada pelas AIP (abaixo). As áreas em exposição climática foram baseadas na trajetória representativa de concentração de gases de efeito estufa tendencial (RCP 8,5) do modelos Hadgem2-ES. O percentual de desmatamento entre 2000 e 2050, baseado no modelo Globiom, representa as classes de sensibilidade nos cenários Business As Usual (BAU) e com a implantação de medidas do Código Florestal (CF).

Classe de remanescente (%) em 2050	Amazônia				Caatinga				Cerrado			
	BAU		FC		BAU		FC		BAU		FC	
0 a 10%	7.355	11,7%	1.966	3,1%	1.472	12,8%	1.437	12,5%	1.531	31,5%	911	18,8%
10 a 20%	12.947	20,5%	2.329	3,7%	646	5,6%	1.296	11,3%	784	16,1%	912	18,8%
20 a 30%	10.852	17,2%	1.603	2,5%	3.717	32,3%	6.045	52,6%	696	14,3%	693	14,3%
30 a 40%	17.243	27,3%	6.628	10,5%	3.085	26,8%	3.740	32,5%	732	15,1%	577	11,9%
40 a 50%	14.717	23,3%	9.826	15,6%	2.574	22,4%	2.841	24,7%	1.117	23,0%	1.018	20,9%
Área e proporção do bioma ocupado pela AIP	63.114	(15%)	22.353	(5%)	11.494	(14%)	15.360	(19%)	4.860	(2%)	4.111	(2%)
Classe de remanescente (%) em 2050	Mata Atlântica				Pampa				Pantanal			
	BAU		FC		BAU		FC		BAU		FC	
0 a 10%	17.767	32,9%	17.619	32,7%	2.360	69,1%	1.881	55,1%	1.358	19,5%	545	8,5%
10 a 20%	16.380	30,4%	16.463	30,6%	809	23,7%	1.287	37,7%	886	12,7%	647	10,1%
20 a 30%	11.788	21,8%	11.780	21,9%	246	7,2%	246	7,2%	822	11,8%	1.474	23,0%
30 a 40%	4.678	8,7%	4.752	8,8%					2.370	34,0%	2.508	39,2%
40 a 50%	3.337	6,2%	3.252	6,0%					1.524	21,9%	1.230	19,2%
Área e proporção do bioma ocupado pela AIP	53.952	(49%)	53.867	(49%)	3.415	(23%)	3.415	(23%)	6.960	(39%)	6.403	(36%)

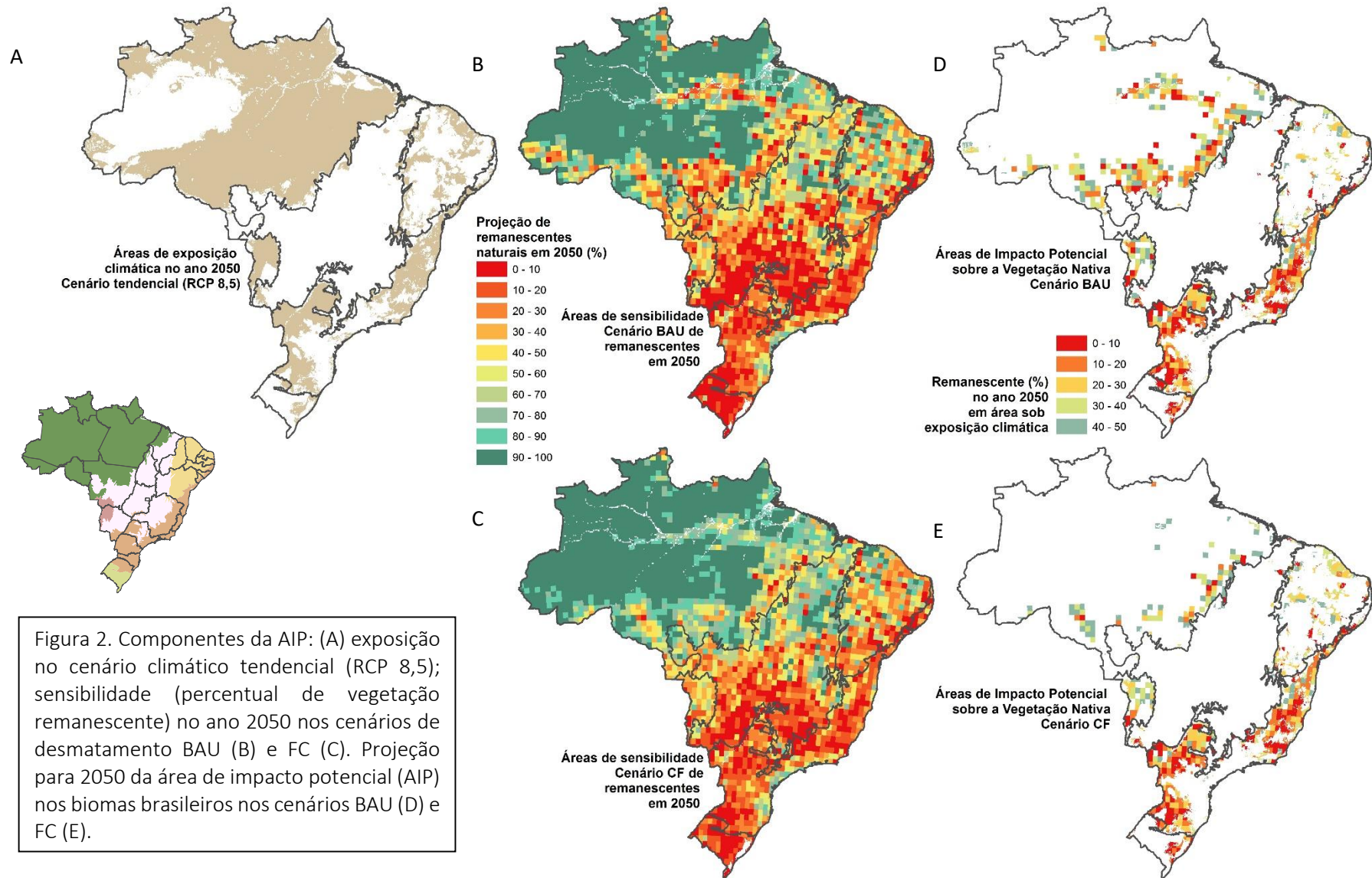


Figura 2. Componentes da AIP: (A) exposição no cenário climático tendencial (RCP 8,5); sensibilidade (percentual de vegetação remanescente) no ano 2050 nos cenários de desmatamento BAU (B) e FC (C). Projeção para 2050 da área de impacto potencial (AIP) nos biomas brasileiros nos cenários BAU (D) e FC (E).

A AIP variou entre 2% e 49% para os biomas tanto no cenário BAU quanto no cenário CF. Na Amazônia e no Pantanal, a proporção de AIP foi maior no cenário BAU do que no CF, o que é esperado devido à série de medidas de controle do desmatamento ilegal e de restauração de habitats previstas no cenário CF, que reduzem a degradação ambiental. No entanto, para a Caatinga as AIP representaram proporção menor no cenário BAU, e no Cerrado, na Mata Atlântica e no Pampa a proporção é semelhante nos dois cenários.

Quinze por cento da Amazônia são AIP no cenário BAU, caindo para 5% no cenário CF (Tabela 1; Figura 3). No cenário BAU, as AIP se encontram no Arco do Desmatamento, onde se concentram 75% do desmatamento da Amazônia (Almeida et al. 2014), e ao longo da calha do Rio Amazonas, seguindo o observado no mapa da projeção dos remanescentes naturais no ano 2050 (Figura 2B). Porém, algumas células com projeção de perdas de cobertura da vegetação natural para 2050, como no Acre, não são consideradas AIP porque não há sobreposição do mapa exposição climática nessa região (Figura 2A). No cenário FC, além da reduzida Área de Impacto Potencial, aproximadamente 75% das células possuem mais de 30% de cobertura de vegetação natural (Tabela 1). Por se tratar da Amazônia, onde o percentual de Reserva Legal (RL) deve ser 80%, as células com 50% de remanescentes não são satisfatórias, sendo necessária a restauração de maior proporção das propriedades rurais. A região da Amazônia onde não estão previstas alterações climáticas está preservada, com mais de 90% da cobertura vegetal remanescente, podendo proteger parte da diversidade desse bioma, caso a região não sofra desmatamento no futuro.

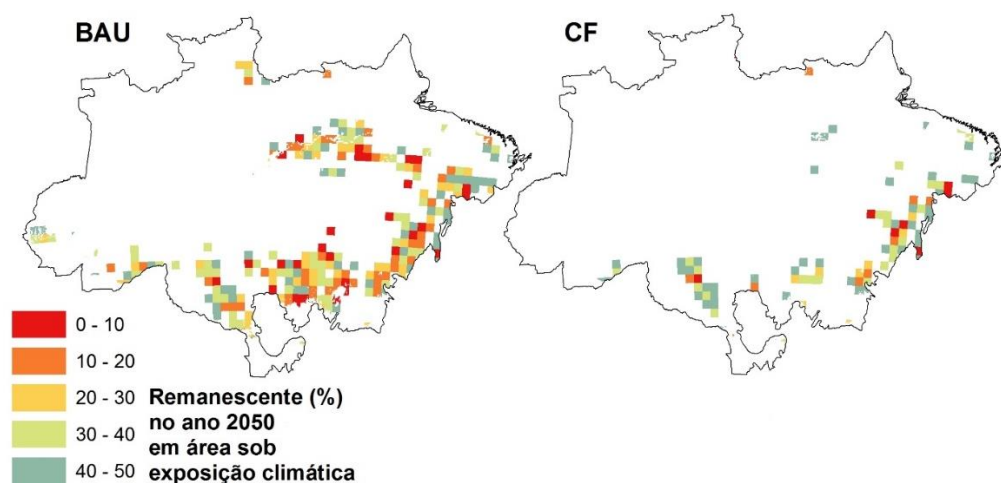


Figura 3. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 na Amazônia nos cenários *Business As Usual* (BAU) e *Código Florestal* (CF).

Na Caatinga, o impacto potencial sobre a vegetação nativa corresponde a 14% do bioma no cenário BAU, aumentando para 19% no cenário CF. No entanto, as proporções das classes de remanescentes permanecem aproximadamente constantes nos dois cenários (Tabela 1; Figura 4). Essa diferença inesperada entre os cenários é em decorrência da menor projeção de desmatamento no cenário BAU para a Caatinga, conforme explorado no relatório do Produto nº 5 do Contrato nº 2015/000191 – BRA/11/001: “Mapas da cobertura vegetal nativa remanescente em 2050 (sensibilidade)” (Françoso 2016c), que se dá pelo excedente de vegetação nativa no ano 2000 em relação à proporção de Reserva Legal prevista no Código Florestal.

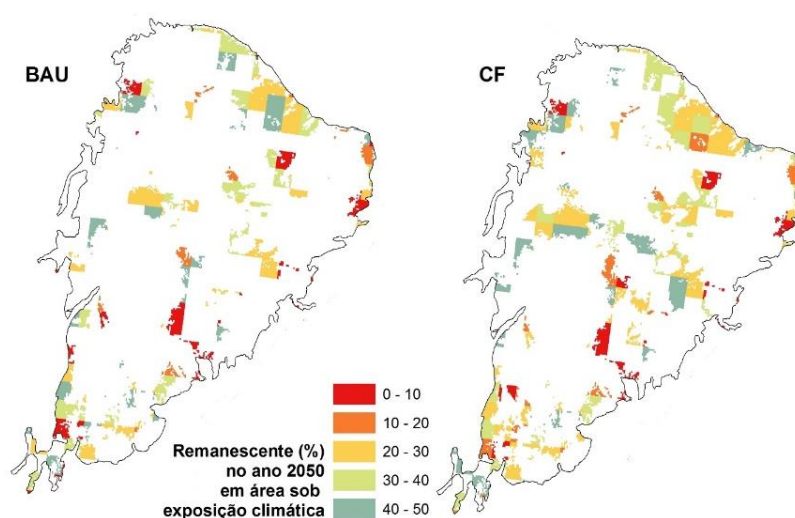


Figura 4. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 na Caatinga nos cenários *Business As Usual* (BAU) e Código Florestal (CF).

No Cerrado, apenas 2% são AIP (Tabela 1; Figura 5), devido à baixa exposição desse bioma à mudança do clima (Figura 2A). No entanto, o Cerrado possui grande amplitude climática, que está incorporada no modelo de nicho climático desse bioma, conforme apresentado no Relatório do Produto nº 4 do Contrato nº 2015/000191 – BRA/11/001: Mapa das Áreas Sob Estresse Climático (Exposição) (Françoso 2016b). Essas diferenças climáticas observadas dentro do bioma são suficientes para produzirem diferentes comunidades de plantas (Ratter et al. 2011; Castro 1994; Françoso 2014) e animais (Nogueira et al. 2011). Dentre as AIP, as classes de remanescentes naturais ocorrem em proporções semelhantes nos dois cenários, com exceção da maior ocorrência de células com menos de 10% de remanescentes no cenário BAU. As AIP estão localizadas no sudoeste do bioma, no estado de Mato Grosso do Sul, e no norte, nos cerrados do Maranhão (Figura 5).

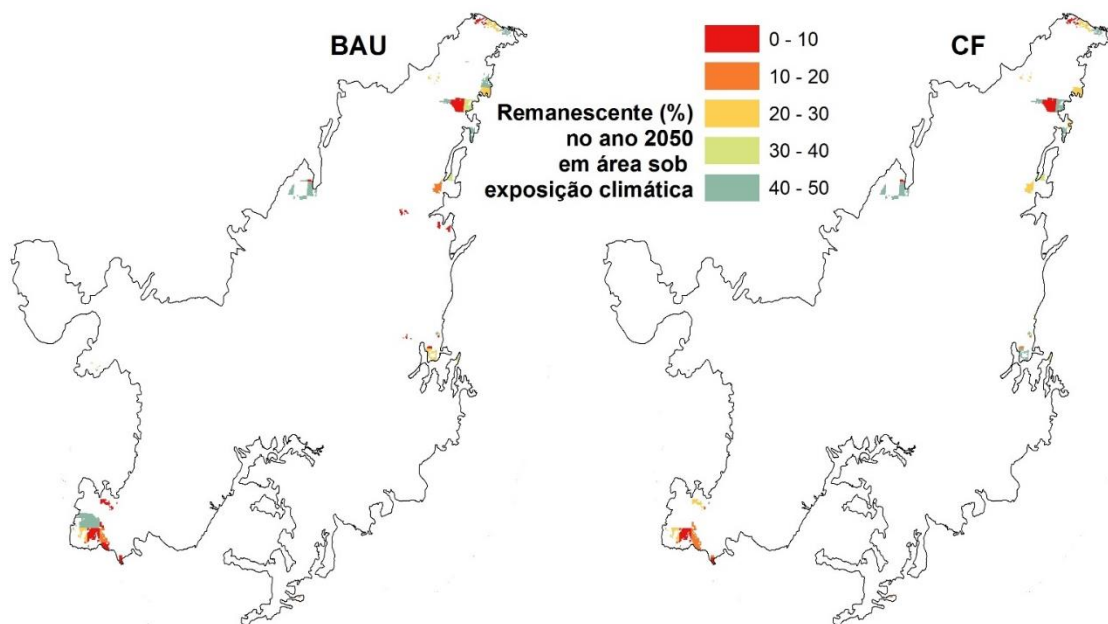


Figura 5. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 no Cerrado nos cenários *Business As Usual* (BAU) e Código Florestal (CF).

Na Mata Atlântica, 49% da sua extensão são AIP nos dois cenários. A maioria das células tem menos de 10% de cobertura vegetal remanescente, seguidas de células com remanescentes naturais entre 10% e 20% e assim sucessivamente, até a classe com remanescentes entre 40% e 50%, que é a de menor frequência (Tabela 1; Figura 6). Toda a Mata Atlântica está bastante alterada, exceto o litoral de São Paulo, do Paraná e de Santa Catarina, como pode ser observado nas Figuras 2B e 2C, mas apenas metade da sua extensão são áreas em exposição climática (Figura 2A). A diferença esperada entre os cenários BAU e CF não ocorre nesse bioma devido à anistia de recomposição das Reservas Legais das pequenas propriedades rurais prevista no Código Florestal (Brasil 2012), já que a maioria das propriedades da Mata Atlântica possui menos de quatro módulos fiscais (Câmara et al. 2016). Além disso, o modelo Globiom não prevê desmatamento ilegal da Mata Atlântica em nenhum dos cenários, devido à aplicação da Lei da Mata Atlântica (Brasil 2006).

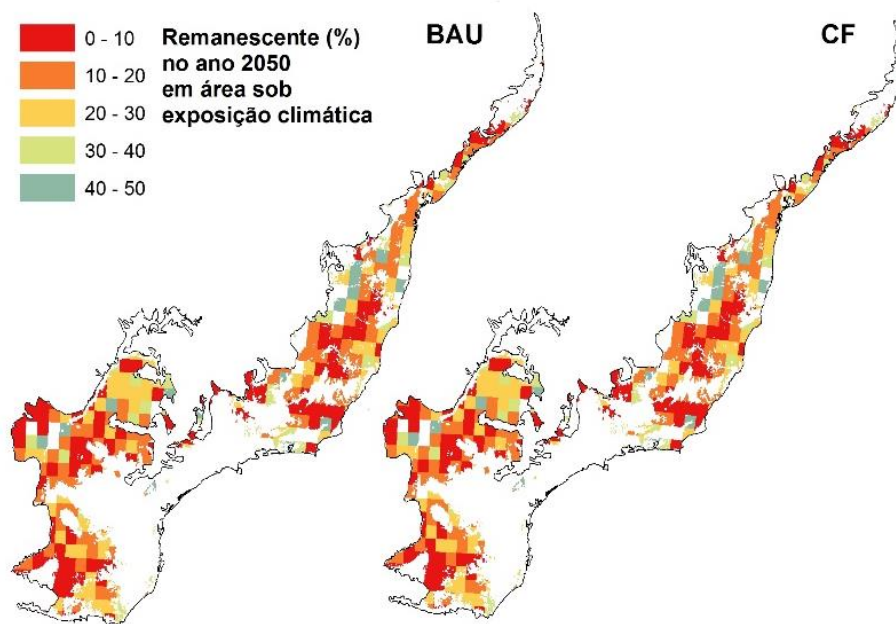


Figura 6. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 na Mata Atlântica nos cenários *Business As Usual* (BAU) e Código Florestal (CF).

A proporção do Pampa ocupada por AIP é a mesma nos cenários BAU e CF, mas a frequência de remanescentes abaixo de 10% é maior no cenário BAU (Tabela 1; Figura 7). Assim como a Mata Atlântica, o Pampa possui cobertura de vegetação remanescente baixa em toda sua extensão, de acordo com os dados do Globiom (Câmara et al. 2016, mas ver CSR/IBAMA 2011 e França 2016c). No entanto, apenas 23% estão sob estresse climático. A AIP está concentrada na costa do Rio Grande do Sul e no entorno da Lagoa dos Patos.

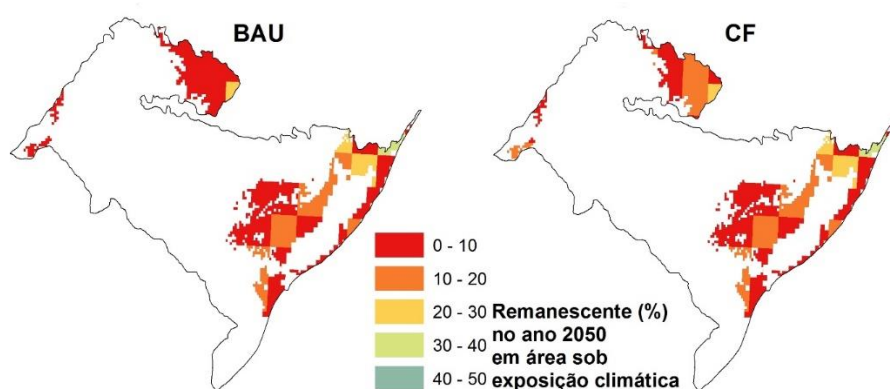


Figura 7. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 no Pampa nos cenários *Business As Usual* (BAU) e Código Florestal (CF).

No Pantanal, 39% do bioma são AIP no cenário BAU, onde a classe de remanescentes predominante é de 30% a 40%, seguida da classe de 40% a 50% (Tabela

1; Figura 8). Esse mesmo padrão é observado no cenário CF, onde 36% do bioma são considerados AIP. No cenário CF, apenas 8,5% da AIP possuem menos de 10% de cobertura vegetal, em contraste com os 19,5% observados no cenário BAU para essa classe.

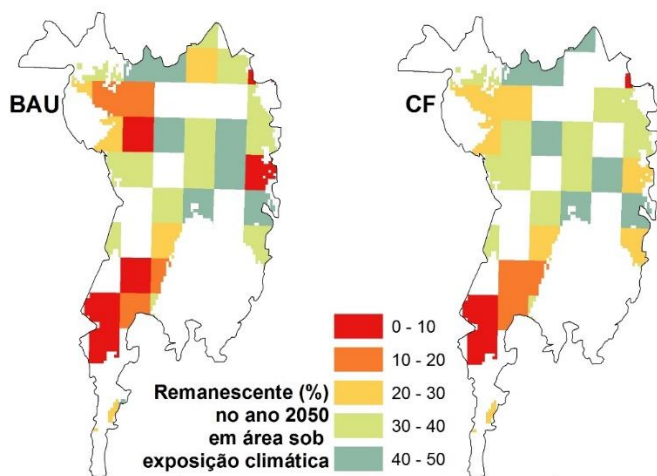


Figura 8. Área de Impacto Potencial sobre a Vegetação Nativa no ano 2050 no Pantanal nos cenários *Business As Usual* (BAU) e Código Florestal (CF).

As Áreas de Impacto Potencial sobre a vegetação nativa levam em conta dois componentes: a exposição às mudanças do clima e a sensibilidade ao desmatamento, representado pelos remanescentes da vegetação nativa. Os dois componentes ameaçam os ecossistemas naturais de maneira independente, e suas consequências sobre a biodiversidade são graves. Assim, não é possível ignorar um dos dois componentes, e devem ser adotadas medidas que protejam a biodiversidade de todas as adversidades, independente da ocorrência concomitante dos dois fenômenos.

As AIP negligenciam regiões importantes, tanto se usadas para indicação de medidas de conservação ou restauração quanto de adaptação às mudanças do clima. Focar a conservação e a restauração de ecossistemas apenas em áreas sob exposição climática não favorece as áreas de estabilidade climática, onde não são previstas alterações significativas dos parâmetros do clima. Essas áreas são importantes refúgios para a biodiversidade (Morelli et al. 2016). Além disso, a cobertura vegetal como um todo tem efeito de tamponamento das alterações climáticas, e seu descuido pode provocar alterações além daquelas já previstas (Jackson et al. 2008).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi registrado impacto potencial significativo em todos os biomas, seja pela extensa área em exposição, seja pela extensão e intensidade da sensibilidade. No entanto, foram observadas AIP muito reduzidas no Cerrado e no Pampa, em decorrência da reduzida área de um dos componentes das AIP (exposição ou sensibilidade) ou ainda pela baixa sobreposição entre esses componentes.

A Área de Impacto Potencial sobre a vegetação nativa é resultado da ocorrência tanto de exposição climática quanto de sensibilidade ao desmatamento. Apesar da importância da identificação das AIP, o uso dessa informação deve ser feito com cautela, pois os seus componentes são importantes isoladamente, e os processos que os determinam e sua intensidade individual não devem ser desprezados.

Assim, pela alta complexidade dos componentes da Área de Impacto Potencial, e pelo também complexo histórico de ocupação e aptidão dos biomas brasileiros, recomenda-se não ignorar as áreas de sensibilidade e de exposição na formulação de políticas voltadas para conservação da biodiversidade no Brasil.

Devido à amplitude climática reduzida no nicho climático do Cerrado, a área de sensibilidade desse bioma é pequena. No entanto, suas diferenças climáticas internas produzem diferentes comunidades de fauna e flora. Assim, especificamente para o Cerrado, as análises de exposição climática devem ser refinadas, visando retratar as diferenças climáticas mais sutis, mas ainda assim importantes dentro desse bioma. Isso é necessário para identificar alterações climáticas que podem implicar em alterações nas comunidades da fauna e flora, apesar de não diferenciarem a estrutura savânica predominante da vegetação do Cerrado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida A et al. 2014. Cenários para a Amazônia; Área de Endemismo Belém. Mus. Para. Emílio Goeldi. Sumário Ex.
- Alves JJA, Araújo MA de, Nascimento SS do. 2009. Degradação da Caatinga: uma Investigação Ecogeográfica. *Rev. Caatinga*. 22:126–135. doi: 237117837020.
- Bauer JT. 2012. Invasive species: ‘back-seat drivers’ of ecosystem change? *Biol. Invasions*. 14:1295–1304. doi: 10.1007/s10530-011-0165-x.
- Brasil. 2012. *Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012. Dispões sobre a proteção da vegetação nativa*. Brasília, DF, Brasil
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm.
- Brasil. 2006. *Lei Nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica*. Brasil doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.
- Câmara G et al. 2016. *Modelling land use changes in Brazil: 2000-2050*. 1st ed. REDD-PAC: São José dos Campos, Brasília, Laxenburg, Cambridge.
- Castelletti CHM, Santos AMM, Tabarelli M, Silva JMC da. 2003. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: *Ecologia e conservação da Caatinga*. Leal, IR, Tabarelli, M, & Silva, JMC Da, editors. Recife, PE pp. 719–734.
- Castro AAJF. 1994. Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociologia (Piauí - São Paulo) de amostras de cerrado. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, SP.
- CSR/IBAMA. 2011. Monitoramento do bioma Pampa. Proj. Monit. do Desmatamento dos Biomas Bras. por Satélite. 1–29.
http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatrio_tcnico_monitoramento_pampa_2008_2009_72.pdf.
- Domingues MS, Bermann C. 2012. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. *Ambient. Soc.* 15:1–22. doi: 10.1590/S1414-753X2012000200002.
- Evangelista ARS. 2011. O processo de desmatamento do bioma Caatinga: riscos e vulnerabilidades socioambientais no território de identidade do sisal, Bahia. *Rev. Geográfica Am. Cent.* 47E:1–13.
- Fearnside PM. 2010. Consequências do Desmatamento da Amazônia. *Sci. Am. Bras.*

6:54–59.

Françoso RD. 2014. Padrões biogeográficos e composição das comunidades arbóreas do Cerrado brasileiro. Tese de doutorado. PPG Ecologia. Universidade de Brasília: Brasília, DF.

Françoso RD. 2016a. *Produto 2 - Mapas do Clima em 2050*. MMA: Brasília, DF.

Françoso RD. 2016b. *Produto 4 - Mapa das Áreas Sob Estresse Climático (Exposição)*. MMA: Brasília, DF.

Françoso RD. 2016c. *Produto 5 - Mapas da Cobertura Vegetal Nativa Remanescente em 2050*. MMA: Brasília, DF.

INPE. 2016. Dados de entrada: 2000-2015. Proj. Prodes Monit. da Amaz. Bras. por Satélite. <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php> (Accessed November 23, 2016).

IPCC. 2007a. Climate change 2007: the physical science basis. In: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S et al., editors. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York, USA p. 996.
<http://www.worldcat.org/oclc/603555098> TS - WorldCat.

IPCC. 2007b. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Tech. reports Publ. data. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains2-2.html (Accessed October 24, 2016).

Jackson RB et al. 2008. Protecting climate with forests. *Environ. Res. Lett.* 3:44006. doi: 10.1088/1748-9326/3/4/044006.

Jeffree EP, Jeffree CE. 1994. Temperature and the biogeographical distributions of species. *Funct. Ecol.* 8:640–650. doi: 10.2307/2389927.

MacArthur RH, Wilson EO. 1967. *The theory of island biogeography*. doi: 10.2307/1796430.

Malcolm JR, Liu C, Neilson RP, Hansen L, Hannah L. 2006. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conserv. Biol.* 20:538–548. doi: 10.1111/j.1523-1739.2006.00364.x.

MMA. 2011. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmamatamento e das Queimadas: Cerrado. Ministério do Meio Ambient. 200.
<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/>.

- MMA. 2010. Subsídios para a Elaboração do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Caatinga. Ministério do Meio Ambient. 128.
- MMA/IBAMA. 2011. *Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: monitoramento do bioma Cerrado 2009-2010*. Brasília, DF.
- Morelli TL et al. 2016. Managing climate change refugia for climate adaptation. *PLoS One*. 11:1–17. doi: 10.1371/journal.pone.0159909.
- Neves ACM. 2006. Determinantes do desmatamento na mata atlântica: uma análise econômica. Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, RJ.
- Nogueira CC, Ribeiro S, Costa GC, Colli GR. 2011. Vicariance and endemism in a Neotropical savanna hotspot: distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. *J. Biogeogr.* 38:1907–1922.
- Ratter JA et al. 2011. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation IV: Presentation of a Revised Data-Base of 367 Areas. *Conserv. Manag. Biodivers. Cerrado Biome*. 1–85.
<http://cerrado.rbge.org.uk/cerrado/download/download.php>.
- Reydon BP. 2006. O desmatamento da floresta amazônica: causas e soluções. *Política Ambient.* 8:143–155.
- Roesch LFW et al. 2009. The Brazilian Pampa: A fragile biome. *Diversity*. 1:182–198. doi: 10.3390/d1020182.
- Ruiz GM, Carlton JT. 2003. Invasion vectors: a conceptual framework for management. In: *Invasive species: vectors and management strategies*. pp. 459–504.
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation - a Review. *Conserv. Biol.* 5:18–32. doi: 10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384.x.
- Da Silva JDSV, De Moura Abdon M, Da Silva MP, Romero HR. 1998. Levantamento do desmatamento no pantanal Brasileiro até 1990/91. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 33:1739–1745.
- Silva PL de A. 2016. *Resposta da biodiversidade aos impactos da fragmentação da vegetação nativa*. MMA: Brasília, DF.
- Tabarelli M, Pinto LP, Silva JMC, Hirota MM, Bedê LC. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira.

Megadiversidade. 1:132–138. doi: 10.1590/S0102-05362005000400034.

Thomas CD et al. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*. 427:145–148.

<http://eprints.whiterose.ac.uk/83/>.