

**Relatório do Produto nº 7 do Contrato nº 2015/000191 –
BRA/11/001: Conectividade entre áreas de estabilidade
climática e antrópica**

Renata Dias Françoso.

BRASÍLIA, 2016

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	3
LISTA DE TABELAS.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVOS.....	7
2.1. Objetivo Geral.....	7
2.2. Objetivos Específicos	7
3. MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Exemplo de operação de *rasters* para a elaboração da superfície de custos (D), onde A = Inverso da adequabilidade climática; B= Inverso do percentual de remanescentes por célula no ano 2000; e C = Desmatamento percentual entre os anos 2000 e 2050..... 9
- Figura 2. Áreas de estabilidade entre os anos 2000 e 2050 em cinza, seus centroides e as conexões sugeridas entre si nos biomas brasileiros sobre superfície de custo no cenário climático tendencial (rcp 8,5) e nos cenários de desmatamento *Business As Usual* (A) e *Código Florestal* (B). 17
- Figura 3. Zonas de Conectividade em laranja entre áreas de estabilidade no período de 2000 a 2050 dos biomas brasileiros no cenário climático tendencial (rcp 8,5) e nos cenários de desmatamento *Business As Usual* (A) e *Código Florestal* (B). Terras Indígenas representadas pelos polígonos com contorno marrom. Unidades de Conservação de Uso Sustentável em bege e de Proteção Integral em verde. 18
- Figura 4. Proporção das Zonas de Conectividade ocupadas pelos diferentes grupos e categorias de Áreas Protegidas nos cenários *Business As Usual* (BAU) e *Código Florestal* (FC)..... 19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Métricas de paisagem das Áreas Especiais para a conservação (AP) dentro das zonas de conectividade (ZC) entre as áreas de estabilidade nos biomas brasileiros no cenário <i>Business As Usual</i> (BAU). Área da categoria e tamanho médio dos polígonos em milhares de hectares. TI – Terras Indígenas; UCPI – Unidade de Conservação de Proteção Integral; UCUS – Unidade de Conservação de Uso Sustentável.....	12
Tabela 2. Métricas de paisagem das Áreas Especiais para a conservação (AP) dentro das zonas de conectividade (ZC) entre as áreas de estabilidade nos biomas brasileiros no cenário <i>Código Florestal</i> (FC). Área da categoria e tamanho médio dos polígonos em milhares de hectares. TI – Terras Indígenas; UCPI – Unidade de Conservação de Proteção Integral; UCUS – Unidade de Conservação de Uso Sustentável.....	14

1. INTRODUÇÃO

A diversidade biológica é mantida pela estabilidade climática, quebrada por mudanças graduais, ou alterações parciais na paisagem. No entanto, o rompimento do frágil equilíbrio que mantem a integridade das áreas naturais é eminente e as consequências desconhecidas.

A proeminente mudança do clima tem como principal causa as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), acentuada pelas ações da sociedade hodierna, especialmente a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento (IPCC 2007b). Essa mudança terá como consequências o aumento das temperaturas médias, alterações nos níveis de precipitação e aumento da incidência de eventos extremos (IPCC 2007a). No Brasil estão previstos aumentos da temperatura em todos os biomas, alteração nos padrões de sazonalidade da Amazônia, diminuição das chuvas em regiões áridas da Caatinga e aumento em partes da Amazônia (Françoso 2016b).

As tolerâncias fisiológicas aos atributos do clima são componentes primordiais do nicho fundamental das espécies (Hutchinson 1957), e muitas vezes os organismos não adaptados são incapazes de sobreviver em situações adversas. Em decorrência da mudança climática já registrada nas últimas décadas (de cerca de 1°C), diversas consequências, como alterações em parâmetros comportamentais, reprodutivos e morfológicos, foram documentadas em todos os continentes e em diferentes níveis da biodiversidade (Scheffers et al. 2016), desde alterações genéticas até ecossistêmicas (Walther et al. 2002). A consequência extrema da mudança do clima sobre a biodiversidade é a extinção de espécies, causada tanto pelos limiares de tolerância fisiológica (Sinervo et al. 2010) quanto pela perda de interações ecológicas entre espécies (Cahill et al. 2012). Estimativas apontam que grande fração das espécies estão em risco de extinção até o ano 2050 (Thomas et al. 2004).

Apesar da seriedade da mudança do clima para a biodiversidade, a causa mais grave da perda de diversidade biológica iminente é a redução e a fragmentação de áreas naturais. Essas alterações simplificam os sistemas ecológicos, diminuem a riqueza, a abundância e diversidade de espécies, além de alterar a composição das comunidades e promoverem interações biológicas negativas em detrimento das positivas (Silva 2016). Atualmente a cobertura vegetal remanescente é muito variável entre os biomas, onde

num extremo o Pampa e a Mata Atlântica apresentam as menores proporções de áreas naturais, e a Amazônia permanece com grande parte da sua cobertura vegetal nativa nas áreas menos populosas, e longe das frentes de desmatamento (Françoso 2016f). A alteração da cobertura vegetal é promovida pela intensidade de ocupação humana (Fearnside 2010) e pela aptidão de produção (Domingues & Bermann 2012), além de fatores socioeconômicos, como valor da terra, preço de commodities entre outros (Reydon 2006).

Tanto os impactos climáticos quanto os antrópicos não ocorrem da mesma maneira em toda a superfície do globo. Certas regiões são mais propícias a alterações do que outras, seja por sua posição geográfica ou por condições de relevo, no caso do clima, ou por questões socioculturais e histórico de ocupação humana, no caso do uso do solo. Os locais onde as alterações não são percebidas são áreas mais estáveis. Do ponto de vista climático, as áreas estáveis ao longo do tempo geológico explicam alta riqueza de espécies (Werneck et al. 2012), especialmente as de distribuição restrita (Morueta-Holme et al. 2013) e as endêmicas (Jansson 2003). Na escala ecológica, de que trata a atual mudança do clima, as áreas estáveis podem manter a biodiversidade, e servir como *pool* de espécies que encontrarão aptidão sob novas condições. O mesmo efeito é observado para as áreas que não sofrem pressão de supressão ou alteração dos habitats naturais.

O estabelecimento de corredores de larga escala entre as áreas de estabilidade é importante para permitir a persistência dos padrões e processos biológicos (Rouget et al. 2006). Para isso é necessário encontrar rotas de conectividade em que os impactos climáticos e antrópicos sejam menores. Assim, o objetivo desse estudo foi identificar áreas de estabilidade climática e antrópica nos biomas brasileiros e propor zonas de conectividade entre elas, além de realizar uma avaliação das áreas protegidas dentro dessas zonas de conectividade.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Identificar as áreas de estabilidade climática e antrópica em 2050 nos seis biomas brasileiros e estabelecer uma rede de conectividade entre essas áreas.

2.2. Objetivos Específicos

- I. Identificar áreas de estabilidade climática e antrópica nos seis biomas brasileiros no período de 2000 a 2050, considerando o cenário climático tendencial (RCP 8.5) e os cenários de desmatamento *Business As Usual* (BAU) e Código Florestal (CF) que prevê a adoção de medidas de prevenção de perda e recuperação de florestas.
- II. Elaborar uma rede de conectividade entre as áreas de estabilidade e estabelecer uma Zona de Conectividade para cada bioma.
- III. Quantificar as Áreas Protegidas presentes nas Zonas de Conectividades.

3. MÉTODOS

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 (ver Françaoso 2016a). As áreas de sensibilidade foram identificadas previamente utilizando o modelo Globiom adaptado para o Brasil nos cenários *Business As Usual* (BAU) e Código Florestal (FC) (Câmara et al. 2016) (ver Françaoso 2016b). Realizando a sobreposição entre os mapas de exposição e sensibilidade, foram identificadas as Áreas de Impacto Potencial sobre a vegetação nativa (ver Françaoso 2016d), e também áreas onde não há previsão de impacto potencial antrópico ou climático entre os anos 2000 e 2050. Essas são chamadas áreas de estabilidade.

Para identificar Zonas de Conectividade (ZC) entre as áreas de estabilidade, foi gerado o caminho de menor custo entre os seus centroides. O caminho de menor custo é uma ferramenta de análise de distância utilizada em ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica) que utiliza superfícies de custo representada por um mapa, onde os valores das células são custos de transposição. Esse custo pode ser em função de tempo, dificuldade ou outro critério elencado. A ferramenta busca a rota de menor custo entre dois pontos.

Como a superfície de custo deve refletir uma escala de dificuldade na sua transposição entre dois pontos, características que dificultam essa rota devem ter valores mais elevados. O intuito de estabelecer as ZC é estabelecer regiões onde certas medidas sejam adotadas para permitir que haja conexão entre as populações da fauna e flora. Assim, os dados usados para gerar a superfície de custo procuram refletir as condições naturais mínimas para que ocorram migrações entre as áreas de estabilidade. Dessa forma, foi calculada a média de três mapas: o inverso do mapas de adequabilidade climática de cada bioma no ano 2050, o inverso do mapa do percentual de remanescentes no ano 2000 e o mapa do desmatamento percentual entre 2000 e 2050 para os cenários BAU e CF (Figura 1).

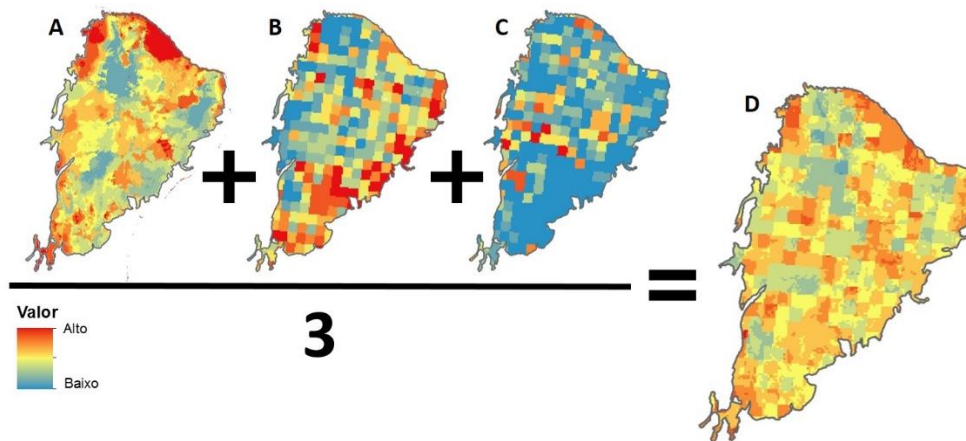


Figura 1. Exemplo de operação de *rasters* para a elaboração da superfície de custos (D), onde A = Inverso da adequabilidade climática; B= Inverso do percentual de remanescentes por célula no ano 2000; e C = Desmatamento percentual entre os anos 2000 e 2050.

No **Relatório do Produto nº 3 do Contrato nº 2015/000191 – BRA/11/001**: “Mapas da distribuição espacial futura de nichos climáticos dos biomas brasileiros” (Françoso 2016c) os mapas de adequabilidade climática do ano 2050 representam o nicho climático ocupado pelos biomas. Quanto maior a adequabilidade climática, mais apropriado para a persistência do bioma, e menor seria o custo de transposição entre dois pontos. Assim, os maiores custos de transposição estariam nos menores valores de adequabilidade climática e por isso os valores de adequabilidade devem ser invertidos. Em relação aos mapas de remanescentes no ano 2000, quanto maior a taxa de área remanescente, mais fácil é para estabelecer uma conexão entre dois pontos. Assim, os maiores custos devem estar nas menores taxas de remanescentes, por isso a necessidade de inverter também esse mapa. Já o mapa de desmatamento percentual entre 2000 e 2050 para os cenários BAU e CF foi usado com seus próprios valores, pois áreas com menores taxas de desmatamento são mais facilmente transpostas.

Uma área de estabilidade central em cada bioma foi usada como ponto de origem para as demais. As Zonas de Conectividade foram então geradas com o estabelecimento de um *buffer* de 20 Km para cada lado a partir do caminho de menor custo de cada bioma e para cada cenário. A extensão do *buffer* foi escolhida arbitrariamente de modo a ser uma área representativa no mapa, mas de maneira que ainda se concentrasse ao longo do caminho de menor custo. As ZC são peças chave para a manutenção da biodiversidade por meio do estabelecimento de políticas de conservação. Para realizar um diagnóstico da rede de Áreas Protegidas (AP) nas ZC, foram calculados o número e a área de Terras

Indígenas (TI) e Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPI) e de Uso Sustentável (UCUS) atualmente existentes. Para isso foi realizada uma análise por região na extensão para o ArcGis do Patch Analyst.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cenário BAU foram observadas mais áreas de estabilidade do que no cenário CF na Amazônia, no Cerrado e no Pantanal. Na Mata Atlântica e no Pampa foram identificadas respectivamente quinze e duas áreas de estabilidade nos dois cenários. Na Caatinga foi observada uma área de estabilidade a mais do que no cenário BAU. As superfícies de custo no cenário BAU apresentam valores mais elevados na Amazônia, no Cerrado e na Caatinga (Figura 2). Nos demais biomas as diferenças não são aparentes.

Na Amazônia, a ZC perfaz cerca de 30.000 Mha no cenário BAU, dos quais 65% estão cobertos por AP, sendo a maior parte UCUS (25%), seguido de TI (23%) e UCPI (17%). No cenário CF a ZC corresponde a mais de 34.000 Mha, e 59% são AP, sendo 23% de UCUS, 21% de TI e 16% de UCPI (Tabelas 1 e 2; Figura 3). Nos dois cenários, no grupo de UCUS, há grande contribuição de Florestas em área total (Florestas Nacionais e Florestas Estaduais), mas as Áreas de Proteção Ambiental são mais frequentes. Nesse grupo as categorias de Florestas e Reserva de Desenvolvimento sustentável apresentam polígonos de cerca de 200 Mha. Individualmente, a categoria mais representativa é TI Regularizada, que corresponde a cerca de 18% do total da ZC, com a ocorrência de mais de 60 polígono. Apesar disso, o tamanho médio dos polígonos é menor do que 100 Mha. As demais TI representam menos de 5% do total da ZC. Todas as UCPI apresentam área média dos polígonos maiores do que 150 Mha, mas o tamanho médio dos polígonos dos Parques é superior a 400 Mha. Os Parques ainda compõem a categoria mais representativa das UCPI, contribuindo com mais de 11% do total de AP.

A ZC na Caatinga possui cerca de 12.000 Mha nos dois cenários (Figura 3). No cenário BAU, 0,3% da ZC correspondem a TI, 0,6% são cobertos por UCPI e 13% por UCUS (Tabela 1). Desse último grupo, destacam-se as Áreas de Proteção Ambiental, que correspondem a 93% do total das AP presentes na ZC do cenário BAU. Os seis polígonos dessa categoria possuem área média de 255 ha. Apesar da ZC ser cerca de 500 Mha menor no cenário CF (Tabela 2), há maior proporção de AP, com as UCUS perfazendo 14% da ZC, seguida de UCPI com 2% e TI com 0,3%. Individualmente, as Áreas de Proteção Ambiental são mais representativas (85% do total das AP), mas dentro de UCPI as categorias Parques (6,6%) e Estação Ecológica (5,8%) são mais expressivas em comparação com o outro cenário.

Tabela 1. Métricas de paisagem das Áreas Especiais para a conservação (AP) dentro das zonas de conectividade (ZC) entre as áreas de estabilidade nos biomas brasileiros no cenário *Business As Usual* (BAU). Área da categoria e tamanho médio dos polígonos em milhares de hectares. TI – Terras Indígenas; UCPI – Unidade de Conservação de Proteção Integral; UCUS – Unidade de Conservação de Uso Sustentável.

Bioma	AP	Classe	Área da Classe (Mha)		Tamanho médio dos fragmentos (Mha)	Número de polígonos
Amazônia 30.520 Mha	TI 6.970 Mha 23%	TI Declarada	346,03	1,74%	49,43	7
		TI Delimitada	655,72	3,31%	131,14	5
		TI Encaminhada RI	0,60	0,00%	0,60	1
		TI Homologada	256,24	1,29%	85,41	3
		TI Regularizada	5710,94	28,80%	90,65	63
	UCPI 5.123 Mha 17%	Estação Ecológica	733,50	3,70%	183,37	4
		Parques	3555,32	17,93%	444,00	8
		Reserva Biológica	833,72	4,20%	166,74	5
	UCUS 7.737 Mha 25%	Área de Proteção Ambiental	1586,63	8,00%	25,59	62
		Florestas	3703,86	18,68%	194,94	19
Reserva de Desenvolvimento Sustentável		1674,15	8,44%	209,27	8	
Reserva Extrativista		772,70	3,90%	51,51	15	
Caatinga 12.229 Mha	TI 32 Mha 0,3%	TI Declarada	2,95	0,18%	1,47	2
		TI Delimitada	27,76	1,68%	27,76	1
		TI Regularizada	1,61	0,10%	0,80	2
	UCPI 73 Mha 0,6%	Estação Ecológica	11,76	0,71%	11,76	1
		Parques	61,11	3,71%	20,37	3
	UCUS 1.544 Mha 13%	Área de Proteção Ambiental	1527,76	92,65%	254,63	6
	Florestas	16,50	1,00%	8,25	2	
Cerrado 24.021 Mha	TI 962 Mha 4%	TI Declarada	50,69	1,21%	16,90	3
		TI Delimitada	38,83	0,93%	19,41	2
		TI Regularizada	872,74	20,79%	62,34	14
	UCPI 1.176 Mha 5%	Estação Ecológica	423,61	10,09%	84,72	5
		Monumento Natural	2,51	0,06%	1,26	2
		Parques	726,40	17,31%	42,73	17
	UCUS 2.083 Mha 9%	Área de Proteção Ambiental	2075,47	49,45%	83,02	25
		Área de Relevante Interesse Ecológico	0,19	0,00%	0,03	6
		Floresta	2,01	0,05%	2,01	1
Reserva Extrativista		4,96	0,12%	4,96	1	
Mata Atlântica 26.243 Mha	TI 151 Mha 0,6%	TI Declarada	58,62	1,52%	8,37	7
		TI Delimitada	21,68	0,56%	3,10	7
		TI Regularizada	71,02	1,84%	3,55	20

UCPI 693 Mha 2,6%	Estação Ecológica	21,69	0,56%	2,41	9	
	Monumento Natural	0,95	0,02%	0,47	2	
	Parques	618,88	16,05%	11,46	54	
	Refúgio de Vida Silvestre	3,72	0,10%	3,72	1	
	Reserva Biológica	47,94	1,24%	4,36	11	
UCUS 3.011 Mha 11,5%	Área de Proteção Ambiental	2976,93	77,22%	31,67	94	
	Área de Relevante Interesse Ecológico	5,22	0,14%	1,74	3	
	Florestas	6,58	0,17%	0,66	10	
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	11,51	0,30%	2,88	4	
	Reserva Extrativista	10,28	0,27%	3,43	3	
Pampa 1.426 Mha	TI 0,22 Mha 0,02%	TI Declarada	0,22	1,97%	0,22	1
	UCUS 11 Mha 8%	Área de Proteção Ambiental	11,13	98,03%	11,13	1
Pantanal 3.071 Mha	TI 221 Mha 7,2%	TI Regularizada	221,38	81,39%	221,38	1
	UCPI 51 Mha 1,7%	Parques	51,31	18,86%	25,66	2

No Cerrado a ZC do cenário CF é cerca de 50% maior do que no BAU (Tabelas 1 e 2; Figura 3). Entretanto, a proporção dessa área coberta por AP é mínima, alcançando apenas 18% no BAU e 14% no FC. Mais de 40% das AP presentes nas ZC correspondem a Áreas de Proteção Ambiental, cerca de 20% correspondem a TI Regularizadas, seguidas pelas categorias Parques (17%) e Estação Ecológica (cerca de 10%). No cenário BAU, as maiores áreas médias dos polígonos não passam de 43 Mha, exceto os polígonos de Estação Ecológica e Área de Proteção Ambiental, com 83 e 85 Mha respectivamente. Já no cenário FC, as Estações Ecológicas dentro da ZC possuem, em média, polígonos maiores que 200 Mha, e as demais classes possuem áreas inferiores a 70 Mha.

Na Mata Atlântica e no Pampa as áreas de estabilidade são as mesmas nos dois cenários, portanto as ZC também são idênticas. Na Mata Atlântica, apenas 14,7% dos 26.243 Mha da ZC são cobertos por AP, sendo a maior parte UCUS (11,5%). Do total de AP, 77% correspondem a Área de Proteção Ambiental e 16% correspondem a Parques.

As APA são muito numerosas, contando com 94 polígonos em toda a ZC. No entanto, a área média dos polígonos é de 31,6 Mha para essa categoria, e inferior a 12 Mha para todas as outras Terras Indígenas e de Unidades de Conservação. No Pampa a ZC possui 1.426 Mha, e apenas uma Terra Indígena (0,22 Mha) e uma APA (11,3 Mha), totalizando 8% da ZC.

No Pantanal, a ZC no cenário BAU é 44% menor do que no cenário CF (Tabelas 1 e 2; Figuras 2 e 3), onde estão presentes um polígono de TI Regularizada com 221 Mha e dois polígonos correspondentes a áreas de Parques, que somam 51 Mha. No Cenário CF duas TI Regularizadas correspondem a 5% da ZC e quatro polígonos de Parques correspondem a outros 5%.

Tabela 2. Métricas de paisagem das Áreas Especiais para a conservação (AP) dentro das zonas de conectividade (ZC) entre as áreas de estabilidade nos biomas brasileiros no cenário *Código Florestal* (FC). Área da categoria e tamanho médio dos polígonos em milhares de hectares. TI – Terras Indígenas; UCPI – Unidade de Conservação de Proteção Integral; UCUS – Unidade de Conservação de Uso Sustentável.

Bioma	AP	Classe	Área da Classe		Tamanho médio dos fragmentos (Mha)	Número de polígonos	
			(Mha)	%			
Amazônia 34.089 Mha	TI 7.066 Mha 21%	TI Declarada	291,59	1,42%	72,90	4	
		TI Delimitada	656,59	3,20%	131,32	5	
		TI Encaminhada RI	0,60	0,00%	0,60	1	
		TI Homologada	225,33	1,10%	56,33	4	
		TI Regularizada	5891,80	28,72%	92,06	64	
	UCPI 5.491 Mha 16%	Estação Ecológica	794,23	3,87%	158,85	5	
		Parques	3878,56	18,90%	430,95	9	
		Reserva Biológica	818,43	3,99%	163,69	5	
		UCUS 7.960 Mha 23%	Área de Proteção Ambiental	1723,27	8,40%	22,67	76
			Florestas	3780,56	18,43%	270,04	14
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	1592,20		7,76%	199,03	8		
Caatinga 11.591 Mha	TI 31 Mha 0,3%	TI Declarada	0,89	0,05%	0,44	2	
		TI Delimitada	18,33	0,98%	18,33	1	
		TI Regularizada	11,85	0,63%	3,95	3	
	UCPI 233 Mha 2%	Estação Ecológica	108,97	5,82%	36,32	3	
		Monumento Natural	0,04	0,00%	0,04	1	
		Parques	123,72	6,60%	41,24	3	
	UCUS 1.610	Área de Proteção Ambiental	1589,90	84,85%	227,13	7	
		Área de Relevante Interesse Ecológico	0,15	0,01%	0,15	1	

	Mha 14%	Floresta Nacional	19,86	1,06%	9,93	2
	TI 1.500	TI Declarada	229,47	4,03%	28,68	8
	Mha 4,5%	TI Delimitada	154,02	2,71%	38,51	4
		TI Regularizada	1116,20	19,62%	55,81	20
	UCPI	Estação Ecológica	628,54	11,05%	209,51	3
	1.724	Parques	970,09	17,05%	69,29	14
Cerrado	Mha	Refúgio de Vida Silvestre	122,25	2,15%	40,75	3
33.064	5%	Reserva Biológica	3,45	0,06%	3,45	1
Mha		Área de Proteção Ambiental	2366,06	41,59%	65,72	36
	UCUS	Área de Relevante Interesse	5,04	0,09%	0,39	13
	2.465	Ecológico				
	Mha	Florestas	41,57	0,73%	4,62	9
	4,6%	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	52,30	0,92%	52,30	1
	TI 151	TI Declarada	58,62	1,52%	8,37	7
	Mha	TI Delimitada	21,68	0,56%	3,10	7
	0,6%	TI Regularizada	71,02	1,84%	3,55	20
	UCPI	Estação Ecológica	21,69	0,56%	2,41	9
	693	Monumento Natural	0,95	0,02%	0,47	2
	Mha	Parques	618,88	16,05%	11,46	54
Mata Atlântica	2,6%	Refúgio de Vida Silvestre	3,72	0,10%	3,72	1
26.243		Reserva Biológica	47,94	1,24%	4,36	11
Mha		Área de Proteção Ambiental	2976,93	77,22%	31,67	94
	UCUS	Área de Relevante Interesse	5,22	0,14%	1,74	3
	3.011	Ecológico				
	Mha	Florestas	6,58	0,17%	0,66	10
	11,5%	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	11,51	0,30%	2,88	4
		Reserva Extrativista	10,28	0,27%	3,43	3
	TI 0,22	TI Declarada	0,22	1,97%	0,22	1
Pampa	Mha 0,02%					
1.426						
Mha	UCUS					
	11 Mha	Área de Proteção Ambiental	11,13	98,03%	11,13	1
	0,8%					
	TI 218	TI Regularizada	217,54	46,44%	108,77	2
Pantanal	Mha 5%					
4.433						
Mha	UCPI					
	251	Parques	250,84	53,56%	62,71	4
	Mha					
	5,6%					

Na Amazônia e no Cerrado o estado de conservação das ZC é melhor no cenário BAU, e na Caatinga e no Pantanal maior parte da ZC está sob algum tipo de proteção no cenário FC. Essa variação ocorre de maneira ocasional, pois as diferentes conexões não

são estabelecidas prevendo a existência ou não de AP, mas servem como oportunidade para o estabelecimento de novas áreas protegidas.

As UCUS somam metade das AP presentes dentro das ZC (Figura 4). Dessas, a mais representativa é Área de Proteção Ambiental, somando mais de 8.000 Mha nos dois cenários. As APA são especialmente importantes como AP dentro das ZC do Pampa, da Mata Atlântica e da Caatinga, representando respectivamente 98%, 77% e cerca de 90% das ZC nesses biomas. No Cerrado as APA perfazem 41% no cenário CF e 50% no BAU e na Amazônia apenas 8% das AP presentes na ZC são cobertos por APA, e essa categoria não aparece no Pantanal. As APA são geralmente áreas extensas que têm como finalidade disciplinar o processo de ocupação (Brasil 2000), mas a criação das APA em si não estabelece limites de uso dessas áreas. Por essa razão e pelo baixo custo de criação das APA, a extensa área ocupada por essa categoria não surpreende. Entretanto, sua efetividade para a proteção da biodiversidade é questionável (Françoso et al. 2015; Carranza et al. 2014).

As Florestas cobrem aproximadamente 3.800 Mha, sendo sua presença expressiva somente na Amazônia, devido a aptidão florestal desse bioma. As Florestas são estabelecidas em áreas públicas ou desapropriadas, com cobertura florestal predominantemente nativa, que tem como objetivo principal o uso sustentável dos recursos florestais (Brasil 2000). Assim, apesar de serem áreas protegidas, o impacto do uso dos recursos naturais depende da intensidade do manejo adotado nas Florestas, apesar de qualquer nível de retirada de madeira representar algum impacto sobre a biodiversidade (Bawa & Reinmar 1998).

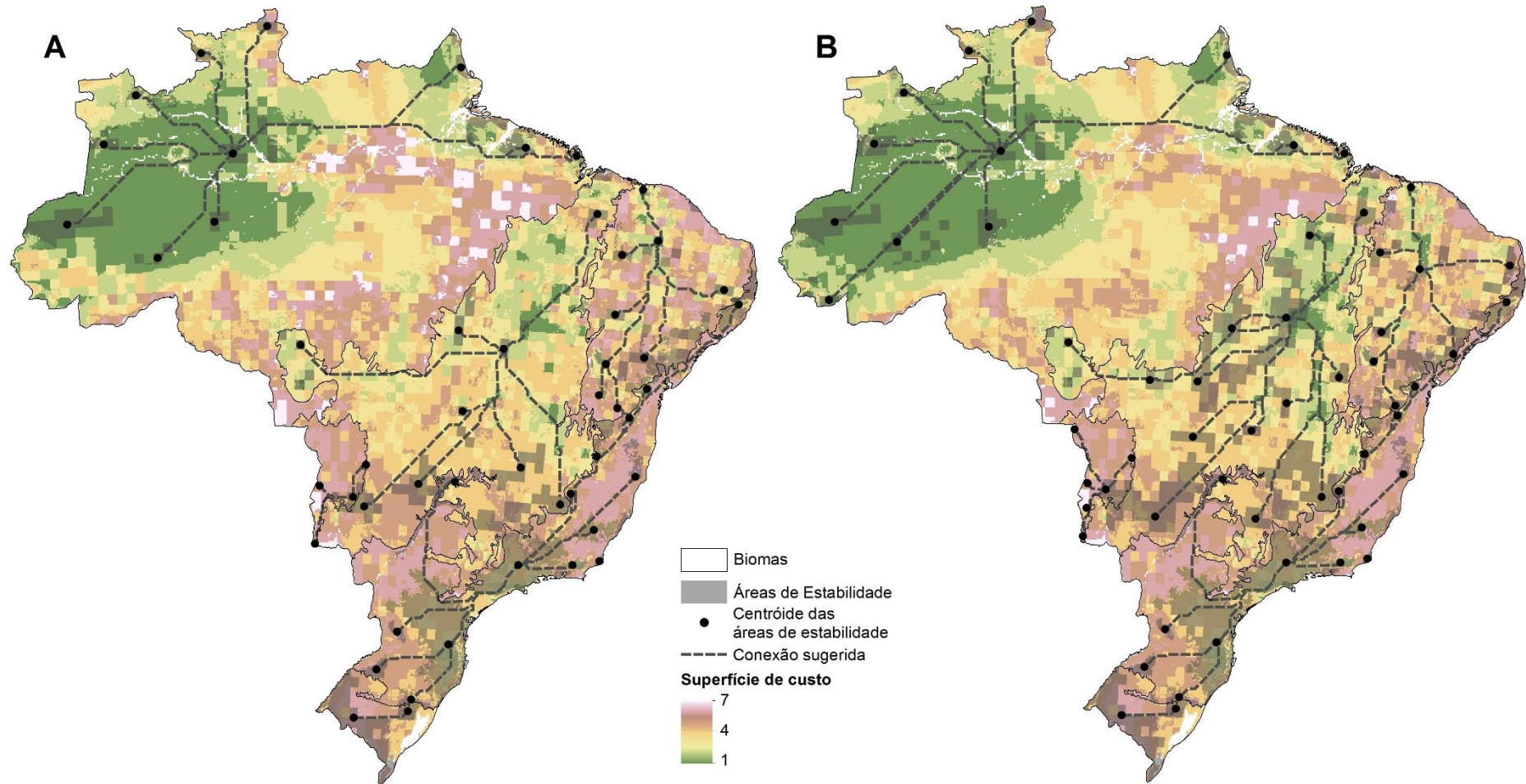


Figura 2. Áreas de estabilidade entre os anos 2000 e 2050 em cinza, seus centróides e as conexões sugeridas entre si nos biomas brasileiros sobre superfície de custo no cenário climático tendencial (rcp 8,5) e nos cenários de desmatamento *Business As Usual* (A) e *Código Florestal* (B).

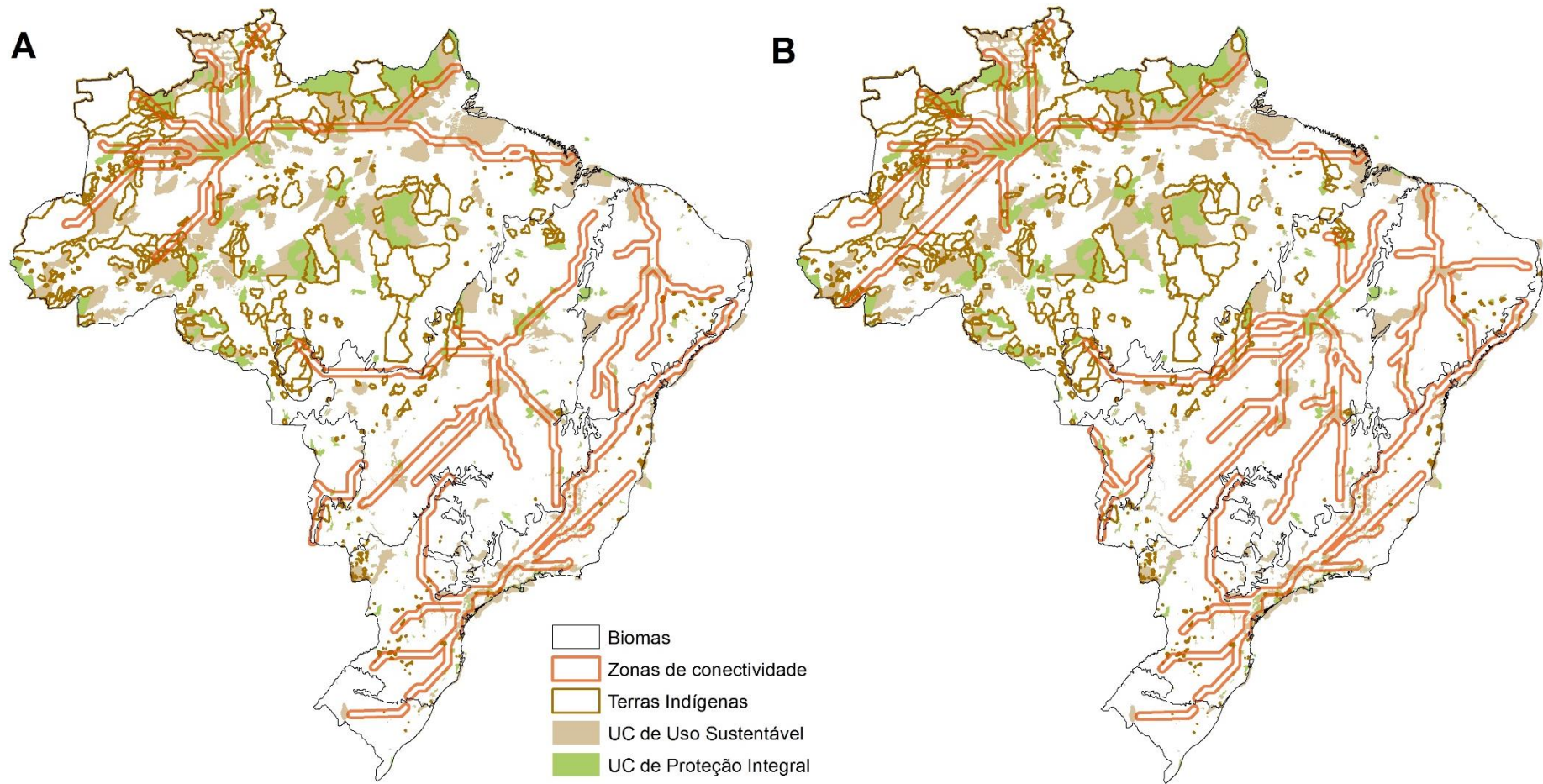


Figura 3. Zonas de Conectividade em laranja entre áreas de estabilidade no período de 2000 a 2050 dos biomas brasileiros no cenário climático tendencial (rcp 8,5) e nos cenários de desmatamento Business As Usual (A) e Código Florestal (B). Terras Indígenas representadas pelos polígonos com contorno marrom. Unidades de Conservação de Uso Sustentável em bege e de Proteção Integral em verde.

Dentre as UC de Proteção Integral, os Parques têm maior área, com cerca de 5.000 Mha das ZC no cenário BAU e quase 6.000 Mha no cenário FC. Além de ser eficiente na contenção do desmatamento, os Parques ainda promovem o turismo ecológico, beneficiando as comunidades locais, além de serem extensos, contribuindo de maneira mais efetiva para a conservação da biodiversidade. O ecoturismo é a principal oportunidade para geração de emprego e renda local em áreas protegidas (Oliveira 2014).

As Terras Indígenas somam 28% do total de AP dentro das ZC, e estão presentes nas ZC de todos os biomas. Na Amazônia esse grupo de AP é mais expressivo do que as UCPI, cobrindo mais de 20% das ZC. No Pantanal a área das TI é maior do que todas as outras. Dentre as TI, as que somam maior área são aquelas já regularizadas.

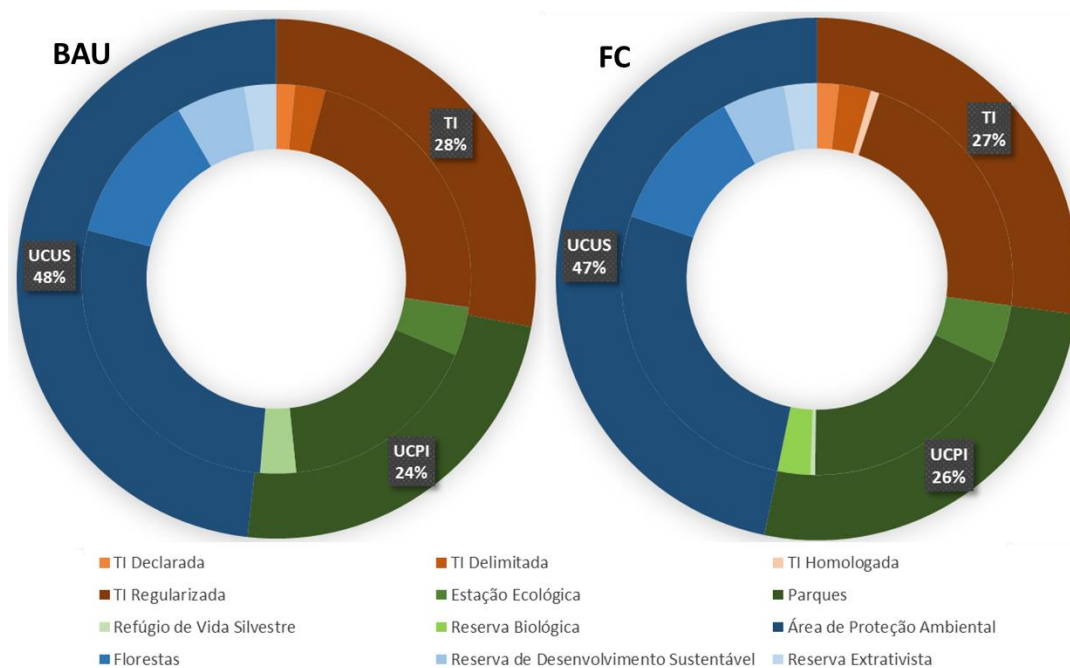


Figura 4. Proporção das Zonas de Conectividade ocupadas pelos diferentes grupos e categorias de Áreas Protegidas nos cenários Business As Usual (BAU) e Código Florestal (FC).

A soma das áreas das ZC de todos os biomas é maior do que 97.000 Mha no cenário BAU e maior do que 110.000 Mha no cenário FC. Cerca de 30% do total das ZC são cobertos por alguma categoria de AP. Os outros 70% estão desprovidos de instrumentos legais de proteção. Ampliar a proporção de proteção das ZC é fundamental para possibilitar a manutenção da biodiversidade e a conservação dos serviços ecossistêmicos a longo prazo. A maneira mais eficiente de realizar essa é incorporar novas

áreas protegidas ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Na Amazônia, por exemplo, o desmatamento no entorno das UC e TI é vinte vezes maior do que no seu interior (Ferreira et al. 2005).

Diferentes categorias de UC têm objetivos específicos, e nem todas desempenham os mesmos resultados para a conservação da natureza. Para auxiliar a criação de Áreas Protegidas é necessário realizar estudos para definir as categorias mais eficientes para atingir os propósitos conservacionistas dessas áreas, de modo que os gastos de recursos públicos sejam realizados de maneira responsável. Para isso, é necessário criar UC que consigam minimamente manter a cobertura vegetal nativa. No Cerrado as categorias capazes de realizar essa função são as Unidades de Conservação de Proteção Integral, de jurisdição federal e que preveem desapropriação (Françoso et al. 2015), como Parque, Estação Ecológica e Reserva Biológica.

Contudo, a criação de Áreas Protegidas não é por si só suficiente para a proteção da biodiversidade. Uma gestão efetiva é fundamental para garantir o bom funcionamento das UC. Considerando que, em geral, a maioria das UC é de fato implementada (Lima et al. 2005). Programas que promovam a eficiência de gestão devem ser incentivados nas AP que estão nas ZC. Como exemplo, a indenização de terras, e elaboração e revisão de Planos de Manejo e a implementação dos Programas de Manejo devem ser priorizados nas UC presentes nas ZC.

Ações da iniciativa privada também são extremamente importantes para a mudança do paradigma de conservação *versus* produção, visto que 53% da vegetação nativa ocorre em áreas privadas (Soares-filho et al. 2014). O mercado de CRA (Cotas de Reserva Ambiental) também é um mecanismo importante para a conservação, pois agrega valor à vegetação nativa, assim como o mecanismo REDD+ (Redução das Emissões de GEE, do Desmatamento e da Degradação das Florestas), que prevê incentivos para a manutenção da vegetação natural.

As ZC podem ainda ser utilizadas como instrumentos de gestão para restringir atividades que impulsionem a fragmentação de habitats, como agricultura intensiva, intensificação urbana, implantação de reservatórios de hidrelétricas, entre outros. Podem também guiar incentivos de atividades que promovam o aumento da proteção da

biodiversidade, como a restauração da vegetação nativa, áreas prioritárias para compensação de Reserva Legal¹, entre outras.

¹ Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (Lei 12.651).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A mudança do clima e as ações antrópicas são uma realidade. Poucas áreas estão, em algum grau, livres dessas pressões. Essas áreas de estabilidade podem ser vistas como refúgios para a biodiversidade. A oportunidade que se apresenta, de conservar a diversidade biológica brasileira, passa por fortalecer e ampliar a rede de áreas protegidas, implementar o Código Florestal, estabelecer limites de uso do território, promover a melhoria das condições do meio ambiente e garantir a possibilidade de conexão entre essas áreas. Ainda que não seja efetiva para todos os níveis da biodiversidade (de genes a ecossistemas), estabelecer zonas de conectividade pode representar uma prevenção assertiva frente às incertezas do futuro próximo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bawa KS, Reinmar S. 1998. Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. *Conserv. Biol.* 12:46–55.
- Brasil. 2000. *Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.*
- Cahill AE et al. 2012. How does climate change cause extinction? *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 280:20121890–20121890. doi: 10.1098/rspb.2012.1890.
- Câmara G et al. 2016. *Modelling land use changes in Brazil: 2000-2050.* 1st ed. REDD-PAC: São José dos Campos, Brasília, Laxenburg, Cambridge.
- Carranza T, Balmford A, Kapos V, Manica A. 2014. Protected Area Effectiveness in Reducing Conversion in a Rapidly Vanishing Ecosystem: The Brazilian Cerrado. *Conserv. Lett.* 7:216–223. doi: 10.1111/conl.12049.
- 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.
- Fearnside PM. 2010. Consequências do Desmatamento da Amazônia. *Sci. Am. Bras.* 6:54–59.
- Ferreira LV, Venticinqu e, Almeida S. 2005. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estud. Avançados.* 19:157–166.
- Françoso RD et al. 2015. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado biodiversity hotspot. *Nat. Conserv.* 13:35–40. doi: 10.1016/j.ncon.2015.04.001.
- Françoso RD. 2016a. *Produto 1 - Parâmetros de clima mais relevantes para análise do impacto da mudança do clima sobre a biodiversidade.* MMA: Brasília, DF.
- Françoso RD. 2016b. *Produto 2 - Mapas do Clima em 2050.* MMA: Brasília, DF.
- Françoso RD. 2016c. *Produto 3 - Mapas da Distribuição Espacial Futura de Nichos Climáticos dos Biomas Brasileiros.* MMA: Brasília, DF.
- Françoso RD. 2016d. *Produto 4 - Mapa das Áreas Sob Estresse Climático (Exposição).* MMA: Brasília, DF.
- Françoso RD. 2016e. *Produto 5 - Mapas da Cobertura Vegetal Nativa Remanescente em 2050.* MMA: Brasília, DF.
- Françoso RD. 2016f. *Produto 6 - Mapas do Impacto Potencial Sobre a Cobertura Vegetal Nativa.* MMA: Brasília, DF.

- Hutchinson GE. 1957. Population studies – animal ecology and demography – concluding remarks. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* 22:415–427.
- 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).
- Jansson R. 2003. Global patterns in endemism explained by past climatic change. *Proc. Biol. Sci.* 270:583–590. doi: 10.1098/rspb.2002.2283.
- Lima GS, Ribeiro GA, Gonçalves W. 2005. Avaliação da efetividade de manejo das Unidades de Conservação de Proteção Integral em Minas Gerais. *Rev. Árvore.* 29:647–653.
- Morueta-Holme N et al. 2013. Habitat area and climate stability determine geographical variation in plant species range sizes. *Ecol. Lett.* 16:1446–1454. doi: 10.1111/ele.12184.
- Oliveira FT de. 2014. Desafios do serviço florestal de ecoturismo: perspectivas de desenvolvimento nas Florestas Nacionais da Amazônia. Tese de doutorado. Universidade de Brasília.
- Reydon BP. 2006. O desmatamento da floresta amazônica: causas e soluções. *Política Ambient.* 8:143–155.
- Rouget M, Cowling RM, Lombard AT, Knight AT, Kerley GIH. 2006. Designing large-scale conservation corridors for pattern and process. *Conserv. Biol.* 20:549–561. doi: 10.1111/j.1523-1739.2006.00297.x.
- Scheffers BR et al. 2016. The broad footprint of climate change from genes to biomes to people. *Science.* 354. doi: 10.1126/science.aaf7671.
- Silva PL de A. 2016. *Resposta da biodiversidade aos impactos da fragmentação da vegetação nativa*. MMA: Brasília, DF.
- Sinervo B et al. 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science (80-.).* 328:894–899. doi: 10.1126/science.1184695.

- Soares-filho B et al. 2014. Cracking Brazil ' s Forest Code. *Science* (80-.). 344:363–364. doi: 10.1126/science.124663.
- Thomas CD et al. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*. 427:145–148. <http://eprints.whiterose.ac.uk/83/>.
- Walther GRG et al. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*. 416:389–395. doi: 10.1038/416389a.
- Werneck FP, Nogueira CC, Colli GR, Sites JW, Costa GC. 2012. Climatic stability in the Brazilian Cerrado: implications for biogeographical connections of South American savannas, species richness and conservation in a biodiversity hotspot. *J. Biogeogr.* 39:1695–1706. doi: 10.1111/j.1365-2699.2012.02715.x.