

Distribuição da população e desmatamento em Unidades de Conservação de Uso Sustentável na Amazônia.

Population distribution and deforestation in conservation areas for sustainable use in the Amazon Forest.

Álvaro de Oliveira D'Antona*
alvaro.dantona@fca.unicamp.br

José Diego Gobbo Alves**
jdgobboalves@gmail.com

Julia Corrêa Côrtes***
jucortes@gmail.com

RESUMO

Com base na relevância das Unidades de Conservação para a preservação dos ecossistemas, aliado às metas globais de combate as mudanças climáticas e defesa do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, estabelecidas pelas Nações Unidas, o propósito deste artigo foi analisar a distribuição da população considerando que expressam padrões de uso dos recursos ambientais e medidas de manejo. Para tal, testamos relações entre as variáveis de cobertura da terra e estrutura da paisagem e as medidas de distribuição espacial da população em 41 nas Reservas Extrativistas da Amazônia Legal Brasileira. Os resultados sugeriram que a população tende a ocupar porções específicas das unidades, em geral com padrões elípticos, se associando as proporções de cobertura florestal. Já a configuração populacional nessas sub-regiões afeta o nível conectividade, interferindo nos parâmetros de fragmentação florestal. O estudo ressaltou a importância de destacar os aspectos espaciais da população para debater conservação e ocupação da Amazônia.

Palavras-chave: Distribuição da População. Fragmentação Florestal. Amazônia Legal Brasileira. Reservas Extrativistas.

ABSTRACT

Considering the role of Protected Areas for the ecosystems conservation and the United Nation global goals to combat climate change and promote the sustainable use of natural resources, the objective of this study is to investigate the population distribution and its impacts on environment across the Amazon Extractive Reserves. We tested the relationships between variables of land cover and landscape structure and variables of population spatial distribution in 41 Extractive Reserves located at the Brazilian Legal Amazon. The results suggested that population tends to occupy small portions of the conservation areas mostly with elliptical patterns. This demographic feature was associated with levels of forest cover proportion. Population spatial distribution within these sub regions was associated with land use connectivity, which affects forest fragmentation. The study emphasized the relevance on highlighting spatial features of population to discuss the conciliation between conservation and population settlement in the Amazon.

Key words: Population Distribution. Forest Fragmentation. Brazilian Legal Amazon. Extractive Reserves.

* Mestrado Interdisciplinar em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (ICHSA – FCA/Unicamp); Programa de Pós-graduação em Demografia (PPGDem – IFCH/Unicamp); Núcleo de Estudos de População Elza Berquó (NEPO/Unicamp)

** Mestrado Interdisciplinar em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (ICHSA – FCA/Unicamp)

***Núcleo de Estudos e Pesquisa Ambientais (NEPAM/Unicamp); Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade (IFCH/Unicamp)

Introdução

O artigo tem por objetivo testar relações entre medidas de distribuição de desmatamento e medidas de distribuição espacial da população em Unidades de Conservação (UC) de uso sustentável na Amazônia Legal Brasileira. Consideramos, particularmente, o caso das Reservas Extrativistas, unidades de conservação de uso sustentável que dependem da atuação de populações tradicionais para sua existência (BRASIL, 2000).

O propósito é contribuir para a reflexão sobre dinâmicas populacionais e mudanças no uso-cobertura da terra no quadro mais geral das preocupações da ONU em relação ao tema população e desenvolvimento. Colocamos o foco na análise de efeitos da distribuição espacial da população (e não somente no volume e no crescimento da população), considerando que tal distribuição pode expressar padrões de uso (consumo) de recursos ambientais e pode estar associada a medidas de manejo com vistas à sustentabilidade, como problematizado pela ONU (ONU, 2015a).

As florestas são importantes para o sequestro do carbono (NOBRE e NOBRE, 2002); sua conservação e monitoramento são essenciais neste quadro de urgência pelo combate das mudanças climáticas. As áreas protegidas na Pan-Amazônia (REDPARQUES, 2015) desempenham um importante papel na consecução das metas estabelecidas pela ONU (UN, 2015b) pois, conforme indicam medidas de desmatamento (INPE s.f.), tais áreas se destacam na conservação da cobertura florestal.

Apesar de latentes conflitos de interesses (VELÁSQUEZ e CARRERE 2004), as áreas protegidas também são importantes para a garantia de direitos de populações indígenas e de tradicionais. Alguns tipos de unidades podem contribuir para qualidade de vida e segurança alimentar, além de ajudarem a minimizar pressões que, historicamente, afetam as populações tradicionais e as deslocam para centros urbanos. No Brasil, tal garantia se evidencia em UCs de usos sustentável, como as Reservas Extrativistas.

Dada a relevância das UCs para a integridade dos ecossistemas equatoriais em toda a Pan-Amazônia, o presente estudo permite dialogar mais diretamente com duas das metas globais estabelecidas pelas Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável: 13 e 15, relativas ao combate das mudanças climáticas e em defesa do uso sustentável dos ecossistemas terrestres (UN, 2015b).

Distribuição espacial da população e mudanças na cobertura da terra na Amazônia

As mudanças no uso e cobertura da terra, do inglês *land use and land cover change* (LUCC), na Amazônia é fenômeno de relevância global. O desmatamento e a fragmentação florestal afetam a biodiversidade, a integridade florestal e ecossistemas, com impactos negativos sobre espécies animais e vegetais (LIU, SLIK 2014; MARTINEZ-RAMOS et al. 2016), e contribuem para as mudanças climáticas globais (TAPIA-ARMIJOS et al. 2015).

LUCC decorrem de fatores socioeconômicos, culturais e biofísicos. O desmatamento nos trópicos é tido como multicausal; um processo multiescalar que envolve, por exemplo, desde a infraestrutura viária local até os preços das commodities (AGUIAR et al. 2016; FERRETTI-GALLON, BUSCH, 2014; GEIST, LAMBIN 2002). Geralmente, os fatores demográficos não são definidos como variáveis causais em modelos de mudanças nos usos e cobertura da terra, mas sim como variáveis de controle, ou associadas a outros drivers de desmatamento (FERRETTI-GALLON, BUSCH, 2014; CÔRTEZ, D'ANTONA, 2014).

Os impactos ambientais causados pelo desmatamento são amplamente consentidos e estudados. No caso das populações que dependem dos recursos naturais e de sua manutenção, condiz destacar também o impacto que promove nas funções dos serviços ecossistêmicos, que provêm não só da redução da cobertura florestal (perda de habitat) como da mudança na estrutura da paisagem. O padrão do desmatamento e seu efeito acumulado definem o arranjo espacial dos remanescentes e a intensidade da fragmentação florestal no território. Quando o desmatamento avança de forma contínua no espaço, garante-se a permanência da matriz florestal, uma unidade dominante no recobrimento espacial daquela paisagem, embora ocorra perda de habitat. Quando o desmatamento ocorre de forma dispersa, criam-se manchas de remanescentes florestais, que são áreas não-lineares e homogêneas (numa determinada escala), que se distinguem das unidades vizinhas – denominadas fragmentos florestais (METZGER, 2001).

As variadas combinações de padrões de desmatamento criam diferentes mosaicos de paisagem que afetam direta ou indiretamente as funções ecológicas das florestas. Há principalmente três características que influenciam a estrutura florestal: tamanho, distância e forma dos fragmentos (que determina a extensão do perímetro da mancha) (HADDAD et al., 2015; METZGER, 2001). A redução da área, o isolamento e o maior efeito de borda desencadeiam mudanças persistentes, deletérias e muitas vezes imprevisíveis nos ecossistemas. Estima-se uma perda de até 75% da biodiversidade em detrimento da configuração da paisagem

que decorre do processo de fragmentação florestal, além das alterações nas funções ecossistêmicas pela redução da biomassa e alteração dos ciclos de nutrientes (HADDAD et al., 2015; LAURANCE e VASCONCELOS, 2009). O impacto causado pela fragmentação florestal traz em evidência a necessidade de incorporar a perspectiva espacial do desmatamento, sobretudo em unidades territoriais demarcadas para a ocupação e uso sustentável dos recursos.

As Áreas Protegidas (Terras Indígenas e Unidades de Conservação) são consideradas a mais importante estratégia de conservação (CHAPE et al., 2005; BAMFORD et al. 2014; PFAFF et al. 2015; FERRARO et al. 2013). Em contextos como o amazônico, é muito importante a incorporação de Áreas Protegidas às análises de população e ambiente: elas ocupam extensas áreas; são importantes para a conservação da cobertura florestal (INPE s.f.) e para a garantia de direitos de populações indígenas e de populações tradicionais. As Áreas Protegidas são importantes para conter a expansão da fronteira agrícola, estando nelas uma expressiva porção de “old-growthforests” (SOARES-FILHO et al., 2010; NOLTE et al., 2013; AGUIAR et al. 2016; FERRETTI-GALLON, BUSCH, 2014).

As unidades de conservação (UC) regulam a presença de residentes e a mobilidade espacial da população, em conformidade com a legislação federal constituinte do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Tal sistema, conforme a Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, define dois grupos de unidades de conservação: o de Proteção Integral (PI) e o de Uso Sustentável (US), cada uma com especificidades quanto às regras de manejo, de uso e de ocupação humana (D’ANTONA et al. 2013). Segundo a legislação, nas unidades de Proteção Integral não se permite a presença de populações residentes, admitindo-se apenas o uso indireto dos recursos. Em UCs de Uso Sustentável é possível a residência de populações tradicionais e o uso dos recursos em conformidade com as definições de cada categoria de unidade (BRASIL, 2000, artigo 2, inciso IX e XI).

As regras e as condições de acesso as UC podem ser entendidas como barreiras à ocupação na Amazônia, em contraposição aos estímulos gerados por vetores de ocupação reconhecidos pela literatura, tais como a hidrografia, as estradas, os projetos de colonização e os agronegócios, por exemplo (MARGULIS, 2003; LUDEWIGS et al. 2009; ASSUNÇÃO, CHIAVARI, 2015; FERREIRA, COELHO, 2015). No plano regional, as unidades de conservação contrapõem-se às manchas urbanas na Amazônia por sua grande extensão e pela baixa densidade populacional (HOGAN et al., 2008 : 111; CARNEIRO DA CUNHA, ALMEIDA, 2009 : 294), tanto quanto pelos usos e coberturas da terra predominantes.

Contudo, o preconizado no SNUC sobre a ocupação populacional nessas áreas não se verifica plenamente. Há presença de residentes mesmo em unidades de Proteção Integral. Há também concentrações no entorno das unidades, o que significa potencial pressão sobre elas. Com base na Contagem de 2007, estimou-se um total de 297.693 residentes em UCs de Uso Sustentável e 27.705 residentes em UCs de Proteção Integral na Amazônia; no entorno delas, estimou-se um total de 1.020.237 residentes. As RESEX, cuja criação e manejo implicam na direta participação das comunidades locais, são as unidades de conservação mais populosas dentre todas as existentes na Amazônia Legal Brasileira (D'ANTONA et al. 2013).

As formas de ocupação da população e as atividades exercidas em cumprimento com as normativas legais de cada área de preservação ambiental definem a intensidade e o padrão do desmatamento destes territórios. Os dados revelam a efetividade destas políticas fundiárias no seu propósito de conservação florestal (HOLLAND et al., 2014; MIRANDA et al., 2014; VITEL; FEARNSIDE; GRAÇA, 2009). Tais unidades contribuem com menos de 15% da área total desmatada na Amazônia Legal nos últimos anos (ASSUNÇÃO; CHIAVARI, 2015). Estima-se que a probabilidade média do desmatamento ocorrer fora dessas unidades é de 7 a 11 vezes maior do que dentro delas (RICKETTS et al., 2010). Apesar deste panorama positivo, observa-se um aumento gradual das áreas desmatadas ao longo do tempo. A maior parte atribui-se a atividades ilegais, especialmente nas demarcações de terras indígenas, no entanto, foi nas unidades de uso sustentável que o desmatamento apresentou maior ritmo de crescimento, aumentando a área suprimida em 150% de 2002 a 2011 (ASSUNÇÃO; CHIAVARI, 2015).

Considerando as dimensões mencionadas anteriormente, as formas de ocupação da população e os padrões de desmatamento, testamos a existência de correlações entre medidas de distribuição espacial da população e medidas de fragmentação florestal em reservas extrativistas (RESEX).

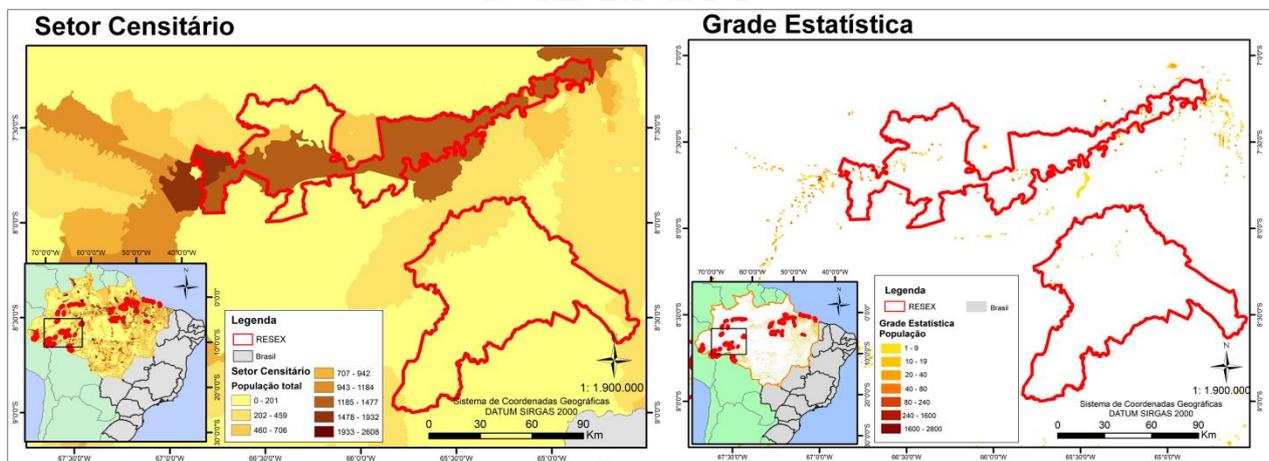
Materiais e Métodos

Em estudos de População e Ambiente, a boa resolução espacial dos dados das fontes estatísticas oficiais é imprescindível (BUENO e D'ANTONA 2016; 2017). A distribuição da população em grandes polígonos como os municípios ou mesmo os setores censitários dificulta as análises espaciais tanto pelo pressuposto da homogeneidade da distribuição da população no interior dos polígonos quanto pela não aderência dos referidos polígonos às delimitações relevantes para as análises, tais como bacias hidrográficas e as próprias unidades de

conservação. Além disso, as variações nas dimensões dos polígonos limitam as análises estatísticas espaciais. Os problemas apontados são mais perceptíveis em setores censitários rurais, geralmente maiores do que os setores urbanos, impossibilitando identificar de forma mais detalhada a ocupação em expressivas porções do território.

Buscando melhorar a resolução espacial dos dados, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística divulgou a Grade Estatística em 2016, com dados do Censo Demográfico 2010. Ela consiste em um sistema de células dispostas regularmente formando uma grade com células de 1km x 1km na área rural e 200m x 200 m na área urbana (BUENO, 2014; IBGE, 2016). Cada célula contém um código de identificação simples e as variáveis de população residente, homens, mulheres e domicílios (IBGE, 2016). Com a melhor resolução espacial dos dados e a regularidade das células, a aplicação de técnicas de estatística espacial leva a resultados mais satisfatórios do que se pode obter através do uso de setores censitários, como indicada na Figura 1, a seguir.

Figura 1
Comparação da distribuição da população por setores censitários e na grade estatística nas RESEX em 2010.



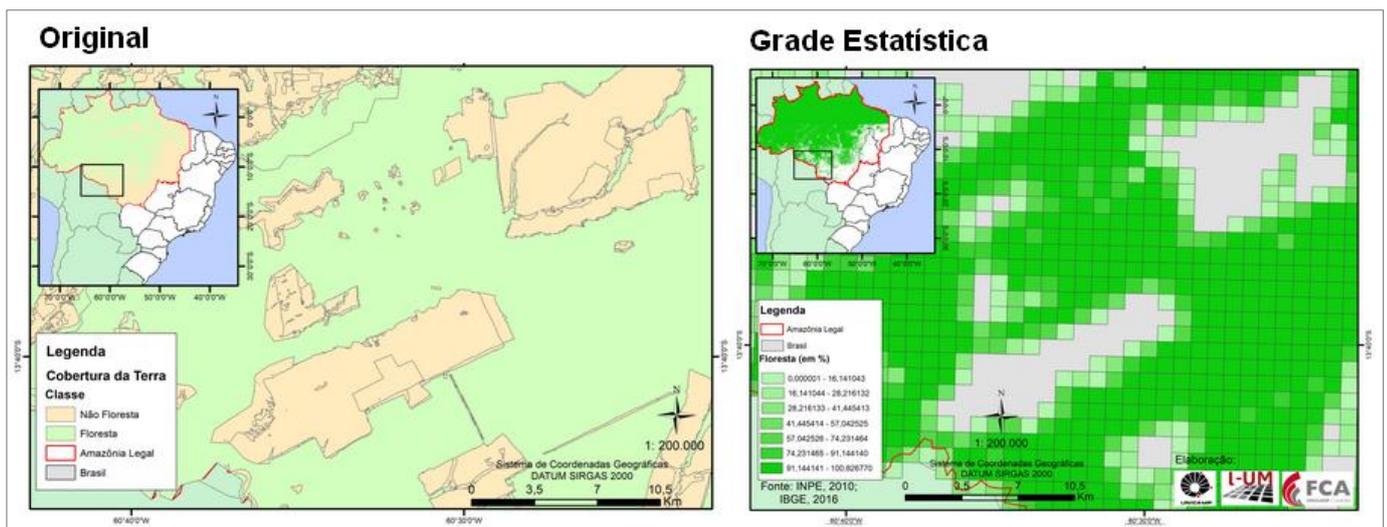
Fonte: IBGE, 2013; 2016.

A grade estatística traz vantagens por propiciar melhor: comparabilidade dos dados; adaptação a distintos recortes espaciais; integração com outros dados e representação de áreas não povoadas (TAMMISTO, 2007; GALLEGO, 2010; BUENO, 2014; IBGE 2016a). Ao contrário dos limites dos setores censitários, as células são regulares e não variam de um censo para outro, o que facilita as análises comparativas e as análises estatísticas. Com dimensões diminutas, comparadas as dimensões dos setores censitários rurais da Amazônia, as células oferecem maior resolução espacial dos dados; são mais aderentes aos limites das unidades de conservação e oferecem melhor percepção da distribuição da população no interior destas (D'ANTONA et al. 2015).

Para o presente artigo, foi utilizado o *software* ESRI-ARCMAP para a montagem de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) com um banco de dados com a grade estatística da Amazônia Legal Brasileira - 5,03 milhões de células com aproximadamente 1 km² cada - contendo dados de população no Censo 2010; imagens da cobertura da terra em 2010 (INPE, 2013); e polígonos das 41 Reservas Extrativistas (RESEX) no bioma Amazônia, criadas até o ano de 2010 (ICMBIO, 2017). As categorias de cobertura da terra originais foram padronizadas, reclassificadas e combinadas aos polígonos das RESEX até a obtenção da distribuição de duas classes: Floresta e Não-Floresta (Figura 2).

Figura 2:

Cobertura da Terra em 2010 - Classes Floresta e Não Floresta em polígonos e na grade estatística



Fonte: INPE, 2013; IBGE, 2016.

Com o uso do *software* Fragstats, foram geradas seis métricas de composição da paisagem para análise de classe de uso antrópico e de cobertura natural (que inclui além da vegetação nativa, outras classificações de cobertura natural como cursos d'água) em cada UC: 1) Percentage of Landscape (PLAND), proporção da classe em relação a área total da UC; 2) Largest Patch Index (LPI), proporção do maior fragmento da classe em relação a área total; 3) Patch Area: Mean (MN), tamanho médio dos fragmentos; 4) Standard Deviation (SD), variação dos valores; 5) Number of Patches (NP), número de fragmentos; 6) Patch density (PD), número de fragmentos a cada 100 hectares. Tais métricas foram aplicadas à classe Floresta e à classe Não-Floresta.

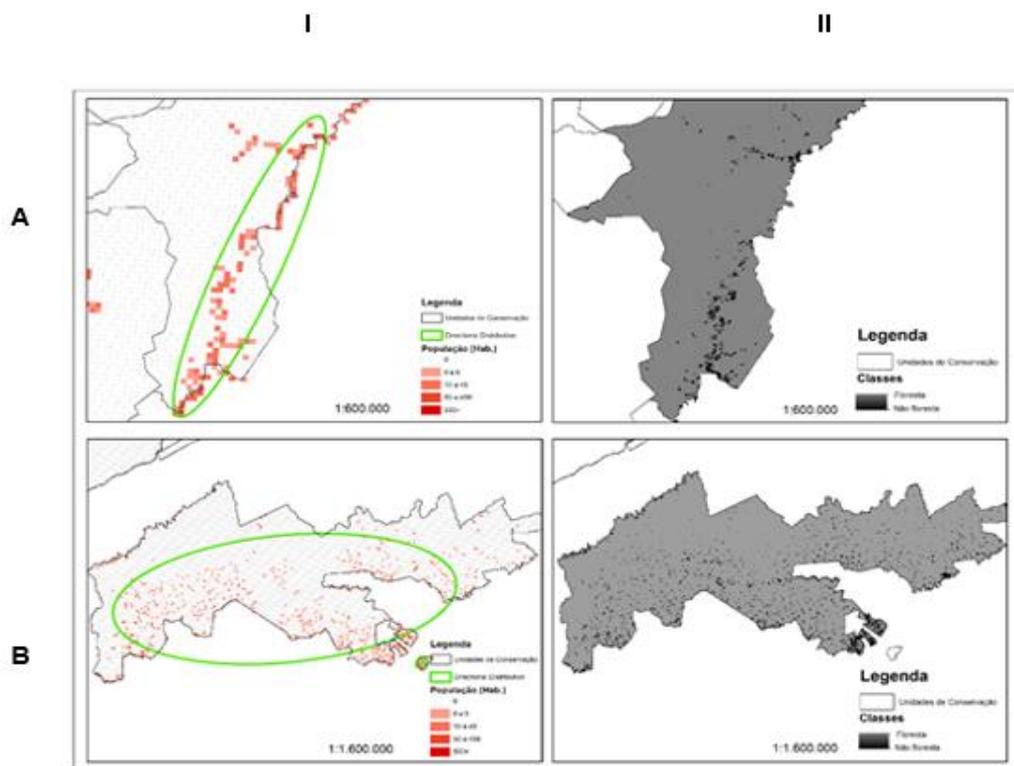
Para cada unidade, calculamos o total da população, o total de domicílios e a composição da população por sexo. As análises espaciais da distribuição da população foram realizadas pelo cálculo dos indicadores *Central Feature; Directional Distribution e Standard*

Distance. Também utilizamos a ferramenta *Average Nearest Neighbor* para dimensionar quão *clusterizada* é a distribuição das células com população em cada RESEX (ESRI s.f). Essas são medidas de estatística espacial e oferecem resultados, respectivamente, do centro médio das feições, da orientação da distribuição da população, do grau de concentração ou desconcentração desta e da forma como a população está distribuída (clustered, aleatória e não-clustered) (ESRI s.f).

As operações espaciais geraram uma tabela com 61 variáveis contínuas, incluindo as variáveis de cobertura e as variáveis de distribuição da população, as quais foram submetidas às análises estatísticas visando testar as relações entre a distribuição espacial da população e a distribuição do desmatamento e fragmentação florestal.

Em relação à distribuição da população e a cobertura da terra, a Figura 3 ilustra os dois conjuntos de variáveis utilizados na presente análise: na coluna esquerda (I), o relativo à distribuição da população; na coluna direita (II), o de distribuição da cobertura da terra. Na coluna I, está apresentado duas UC que apresentam distribuição da população distintas, no mapa I (a), observa-se um padrão de distribuição mais longitudinal e concentrado em um vetor de ocupação (como a drenagem) se comparado com o mapa I (b) que apresenta uma distribuição mais desconcentrada e ocupação territorial maior.

Figura 3:
Exemplo da distribuição da população e da cobertura florestal



Fonte: IBGE, 2010; INPE, 2013.

Resultados e Discussão

As 41 RESEX consideradas correspondem a um total de 123.702 células. Destas, apenas 5.090 células (4%) apresentaram população residente: 196.291 habitantes, segundo o Censo Demográfico 2010 (Tabela 1). Estes números indicam a concentração da população em poucas células relativamente ao total. O mesmo ocorre quando considerada a Amazônia Legal como um todo: das mais de 5 milhões de células que abrangem toda a unidade territorial, apenas 6% apresenta população residente, demonstrando uma concentração em pequenas porções do território.

Tabela 1:

População nas células da Amazônia Legal e nas RESEX em 2010.

Unidade territorial	Total de células	Células ocupadas	População
Amazônia Legal	5.031.841 (100%)	326.472 (6%)	23.258.776
RESEX	123.702 (100%)	5.090 (4%)	196.291

Fonte: IBGE, 2016.

Considerando as 41 Reservas Extrativistas, a Tabela 2, a seguir, oferece a síntese das variáveis demográficas computadas a partir da distribuição da população nas células sobrepostas aos limites de cada unidade: Total de Células (Cellstot); Número de células com população (CellsPop); Proporção das células ocupadas (CellOcup = Cellstot / CellsPop); Total de População Residente (PopTot); Densidade demográfica das células ocupadas (Pop_CellsPop = PopTot / CellsPop).

Tabela 2:

Descrição das variáveis demográficas baseadas nos dados de distribuição da população nas células por Reserva Extrativista na Amazônia Legal 2010 (N=41)

	Cellstot	CellsPop	CellOcup	PopTot	Pop_CellsPop
Média	3.017	124,1	0,09078	4.788	58,69
Mediana	1.687	69,00	0,06681	2.100	27,66
Desv. Padrão	3.228	167,9	0,09284	6.277	82,96

Fonte: IBGE, 2016.

Concentração e dispersão da população

Considerando a dispersão/concentração da população, a Tabela 3 traz uma seleção de medidas derivadas da técnica de Elipse de Desvio Padrão (*Standard Deviational Ellipse - SDE*), utilizadas para verificar alguns atributos espaciais: perímetro e área da elipse (SDE_ShapeLength e SDE_ShapeArea); distância padrão dos eixos x e y (SDE_XStdDist e SDE_YStdDist) e a relação entre ambas (SDE_X_Y_StdDist); relação entre a área da elipse e a área da UC (SDE_ShapeArea_UC). Os indicadores apontam que, geralmente, as células ocupadas não estão dispersas nas unidades: elas se concentram em porções específicas como, por exemplo, ao longo dos cursos d'água, que se expressam em elipses bastante alongadas.

Tabela 3:

Descrição das variáveis de Elipse de Desvio Padrão baseadas nos dados de distribuição da população nas células por Reserva Extrativista na Amazônia Legal 2010 (N=41)

	SDE_Shape Length	SDE_Shape Area	SDE_XStd Dist	SDE_YStd Dist	SDE_X_YStd Dist	SDE_ShapeArea _UC
Média	1,168	0,103	0,1871	0,1590	1,756	0,4294
Mediana	1,033	0,042	0,0843	0,1121	0,624	0,3885
Desv. Padrão	0,964	0,147	0,2365	0,1219	2,275	0,3072

Fonte: IBGE, 2016.

A Tabela 4 traz uma seleção de medidas de Distância Padrão (*Standard Distance - SD*), utilizadas para medir o grau em que os atributos estão concentrados ou dispersos ao redor do centro médio geométrico: perímetro e área da circunferência (SD_ShapeLengthSD_ShapeArea); distância padrão (SD_StdDist); a relação da área da circunferência e com a área da UC (SD_ShapeArea_AreaUC) . Tais medidas, vistas isoladamente, se revelam menos claras para a percepção da concentração das células ocupadas em relação à área das UCs - em decorrência, sobretudo, de efeitos associados a variações das áreas e formatos das UC. Quando combinadas às medidas de SDE, reforçam a impressão geral de que as células ocupadas tendem a se concentrar em porções específicas de cada unidade.

Apesar das medidas apresentadas apontarem para a concentração de células ocupadas em sub regiões de cada UC (por exemplo, ao longo de cursos d'água), a análise pelo indicador do vizinho mais próximo (Nearest Neighbor Index - NNR), sugere que as células ocupadas não estão clusterizadas nas referidas subregiões - com exceção do que ocorre em duas unidades (Tabela 4). Este indicador é baseado na média das distâncias entre cada célula ocupada e a célula ocupada mais próxima a ela. Como tal medida pode estar sujeita a efeitos do tamanho

de cada UC, os resultados devem ser vistos com ressalvas e, em futuras oportunidades, submetidos a outros testes.

Tabela 4:
Descrição das variáveis provindas da técnica de Elipse de Desvio Padrão por Reserva Extrativista na Amazônia Legal 2010 (N=41)

	SD_Shape Length	SD_Shape Area	SD_ShapeArea _AreaUC	SD_StdDist	NNR
Média	1,230	0,2032	0,7685	0,1958	1,376
Mediana	1,095	0,09545	0,6138	0,1743	1,375
Desv. Padrão	1,033	0,3610	0,6785	0,1643	0,211

Fonte: IBGE, 2016.

Cobertura florestal e medidas da estrutura da paisagem

A Tabela 5 apresenta a descrição da proporção da área com cobertura florestal (FlorestaP) e a proporção da área desmatada até 2010 (DesmatAcum10p), assim como os valores obtidos na análise da estrutura da paisagem das Reservas Extrativistas da Amazônia Legal a partir do software Fragstats: proporção da RESEX com fragmentos com cobertura natural (NAT_PLAND), número de fragmentos com cobertura natural (NAT_NP), número médio de fragmentos a cada 100 hectares (densidade) para manchas com cobertura natural (NAT_PD), proporção da área ocupada pelo maior fragmento com cobertura natural (NAT_LPI) e seu valor de desvio padrão (NAT_AREA_SD). A Tabela 6 sintetiza as mesmas métricas geradas pelo software Fragstats, calculadas para fragmentos de uso antrópico: proporção da RESEX com fragmentos (ANTR_PLAND), número de fragmentos (ANTR_NP), número médio de fragmentos a cada 100 hectares (densidade) (ANTR_PD), proporção da área ocupada pelo maior fragmento (ANTR_LPI) e seu valor de desvio padrão (ANTR_AREA_SD).

Tabela 5:
Descrição das variáveis de estrutura da paisagem para fragmentos de cobertura natural, por Reserva Extrativista na Amazônia Legal 2010 (N=41)

	Floresta P	Desmata Acum10p	NAT_ PLAND	NAT_ NP	NAT_ PD	NAT_ LPI	NAT_ AREA_MN	NAT_ AREA_SD
Média	67,70	8,11	91,71	57,46	0,070	88,36	1,735e ⁴	5,079e ⁴
Mediana	80,40	2,10	97,53	27,00	0,030	97,15	3293	2,518e ⁴
Desv. Padrão	32,71	19,01	18,74	72,25	0,117	22,87	4,267e ⁴	7,250e ⁴

Fonte: INPE, 2013.

Na análise de paisagem confirmamos a efetividade das RESEX no propósito de conservação florestal. Em média, 91,7% da área total é classificada como cobertura natural (NAT_PLAND), sendo em média 67,7% propriamente floresta (FlorestaP), expondo a considerável presença das áreas hídras nas unidades. O desmatamento acumulado representa em média 8,1% das Reservas Extrativistas (DesmatAcum10p), embora os fragmentos de uso antrópico computam, em média, 10,4% da área (ANTR_PLAND).

Tabela 6:
Descrição das variáveis de estrutura da paisagem para fragmentos de uso antrópico, por Reserva Extrativista na Amazônia Legal 2010 (N=41)

	ANTR_ PLAND	ANTR_ NP	ANTR_ PD	ANTR_ LPI	ANTR_ AREA_MN	ANTR_ AREA_SD
Média	6,711	328,0	0,2690	3,905	35,99	154,7
Mediana	2,063	152,0	0,1285	0,3086	16,40	44,48
Desv. Padrão	14,36	639,9	0,3372	13,48	64,19	300,5

Fonte: INPE, 2013.

Em consonância com o padrão espacial observado nas medidas de distribuição da população, evidenciando que a população ocupa porções específicas das unidades, a proporção do maior fragmento de área natural compreende parte significativa do remanescente florestal (NAT_LPI), evidenciando que este padrão espacial de ocupação garante a preservação de extensas áreas contíguas de floresta. O tamanho médio dos fragmentos naturais é afetado pelo valor da matriz florestal (NAT_AREA_MN), espera-se que este valor seja menor quando removido da análise - neste cenário, as manchas com cobertura natural ocupam em média 5% da área da unidade. A quantidade média de fragmentos naturais por unidade (NAT_NP) é inferior à de fragmentos antrópicos (ANTR_NP), embora a densidade de fragmentos naturais seja pouco maior (NAT_PD e ANTR_PD) - resultado da influência de *outliers* na amostra

Análises de correlação

Na análise de correlação que destaca o volume populacional (PopTot), uma variável de aplicação frequente, os resultados na Tabela 7 apontam para a associação positiva com a proporção da área ocupada na Reserva Extrativista (CellOcup) e a densidade populacional média das células ocupadas (Pop_CellPop). Por um lado expõe a relação entre o crescimento populacional e a expansão da área ocupada, possivelmente em áreas com cobertura florestal – e por isso, a correlação negativa significativa com proporção de floresta (FlorestaP). Por outro lado, sugere que a tendência de agrupamento populacional na extensão total da unidade

(conforme discutido anteriormente) também se verifica no espaço interno à área ocupada. Assim, o aumento da população em uma Reserva Extrativista intensificaria a densidade média das células ocupadas. Considerando os valores dos coeficientes obtidos, pode-se sugerir que num cenário de incremento populacional, a população tende a se concentrar em determinadas porções já ocupadas do que necessariamente dispersar em novas áreas. Por assim, justifica a correlação positiva com o número de fragmentos de uso antrópico (manchas descontínuas), porém sem necessariamente aumento da área de uso antrópico, e a ausência de correlação com os indicadores de fragmentação da cobertura natural.

Estes resultados expõem uma complexa dinâmica espaço-temporal entre estes três vetores: crescimento-concentração-expansão. Do ponto de vista do uso e cobertura da terra e as características de estrutura da paisagem, o padrão espacial da ocupação populacional na Reserva Extrativista que decorre da interação concentração-expansão é mais relevante do que o volume populacional. Na análise de correlação entre a proporção de células ocupadas (CellOcup) e as métricas de paisagem, obteve-se associação negativa com a proporção de floresta (FlorestaP) e da área ocupada por fragmentos naturais (NAT_PLAND), e positiva com a proporção da área de fragmentos antrópicos (ANTR_PLAND), assim como nas variáveis de densidade (NAT_PD e ANTR_PD). Estes resultados também apontam que o tamanho da área ocupada na Reserva Extrativista afeta, além da proporção de remanescente florestal, os níveis de fragmentação da cobertura natural. Reforçam que as variações espaciais na área ocupada se relacionam com a fragmentação da paisagem, quer seja da cobertura florestal como da antrópica.

Tabela 7:
Análise de correlação das variáveis população total da Reserva Extrativista (PopTot) e proporção de células ocupadas (CellOcup) com variáveis de densidade média por célula (Pop_CellsPop) e métricas de paisagem*.

	PopTot		CellOcup	
	r	p	r	P
CellOcup	0,353*	0,024	-	-
Pop_CellsPop	0,774***	<0,001	0,366*	0,019
FlorestaP	-0,505***	<0,001	-0,490**	0,001
NAT_PLAND	-0,031	0,847	-0,437**	0,004
NAT_PD	0,238	0,134	0,647***	<0,001
ANTR_PLAND	-0,003	0,985	0,454**	0,003
ANTR_PD	0,525***	<0,001	0,760***	<0,001

*Correlação de Pearson (r) e valor de significância (p)

Fonte: INPE, 2013.

Nas correlações com as variáveis de concentração e dispersão populacional os resultados fornecem algumas evidências, ao mesmo tempo em que expõem o peso de influência de algumas características geométricas das Reservas Extrativistas. O indicador derivado da técnica de Elipse de Desvio Padrão (SDE_X_YstdDist) só apresentou correlação significativa com o tamanho médio dos fragmentos de cobertura natural (NAT_AREA_MN), o que significa que quanto mais próximo de uma ocupação linear (elipse alongada), maior são as manchas de fragmentos – embora não se associe com a quantidade, proporção da área ou densidade de fragmentos. Condição ressaltar que o tamanho médio de fragmentos de cobertura natural é influenciado pelo tamanho da matriz. Conclui-se que este resultado se deve a configuração desconcentrada (não clusterizada) das células ocupadas, que descreve uma população dispersa no espaço, porém conectada e contínua. Este tipo de configuração não intensifica a formação de manchas homogêneas de cobertura natural (fragmentos), aumentando o peso da matriz na média dos tamanhos.

Já os indicadores derivados da técnica da Distância Padrão, que reforçaram a tendência da população em se concentrar em porções específicas de cada unidade, apresentam associações mais fortes. Quanto maior o grau de desconcentração populacional na Reserva Extrativista (SD_StdDist), menor será a proporção de células ocupadas (CellOcup) e sua densidade (Pop_CellsPop), o que justifica a relação positiva com a proporção de cobertura florestal na unidade (FlorestaP). A conectividade entre as células ocupadas nesta sub-região da unidade não desencadeia manchas de uso antrópico (ANTR_PD) e tão pouco fragmenta a paisagem florestal (NAT_PD). Num raciocínio inverso, a concentração da população em padrões circulares sugere maior impacto no uso e cobertura da terra das Reservas Extrativistas, possivelmente pela maior probabilidade de gerar padrões clusterizados da população pela ausência de vetores de ocupação (como rios e estradas).

Tabela 8:
Análise de correlação das variáveis de concentração e dispersão população na Reserva Extrativista com variáveis de proporção de células ocupadas (CellOcup) e densidade média por célula (Pop_CellsPop) e métricas de paisagem*.

	SDE_X_YStdDist		SD_StdDist	
	r	p	r	p
CellOcup	-0,288	0,067	-0,479**	0.002
Pop_CellsPop	-0,168	0,293	-0,365*	0.019
FlorestaP	0,249	0,117	0,462**	0.002
NAT_PLAND	0,194	0,224	0,298	0.059
NAT_PD	-0,253	0,111	-0,377*	0.015
NAT_AREA_MN	0,569***		0,231	0.146
ANTR_PLAND	-0,204	0,201	-0,295	0.061
ANTR_PD	-0,230	0,149	-0,384*	0.013

*Correlação de Pearson (r) e valor de significância (p)

Fonte: INPE, 2013.

As análises de correlação realizadas no trabalho evidenciam como abordagens espaciais mais elaboradas fornecem elementos de discussão sobre o impacto da população na mudança de uso e cobertura da terra e suas características estruturais de paisagem. Há um processo espaço-temporal dinâmico regido por mecanismos que promovem o avanço da área ocupada e definem sua forma geométrica. A configuração espacial da população nestes arranjos (clusterizados ou desconcentrados) afetam a proporção de floresta remanescente e a densidade de fragmentos naturais e antrópicos. Ainda é preciso aprofundar o conhecimento sobre as formas de dispersão da população nessas sub-regiões de ocupação, demandando um refinamento nas análises e inserção de novas variáveis. Além disso, nos próximos censos demográficos, o IBGE deverá disponibilizar seus resultados em grade estatística como a aqui considerada, o que possibilitará analisar as dinâmicas espaciais, no tempo.

Considerações finais

O objetivo deste texto foi o de relacionar medidas de estatística espacial de distribuição da população com as medidas distribuição do desmatamento em unidades de conservação no bioma amazônico, especificamente, nas reservas extrativistas (RESEX). Os achados são significativos e demonstraram que, além da quantidade de população, a forma como estão distribuídas no espaço implicam em maior ou menor número de fragmentos florestais.

Foi observado que, nas RESEX, a população está concentrada em porções do território. Essa observação, não significa dizer que a população está distribuída de forma circular/concêntrica. Pelo contrário, os resultados mostraram uma distribuição da população

influenciada por vetores de ocupação, como a drenagem, por exemplo. Tal característica, gera uma distribuição linearizada, ao passo que, as medidas de estatística espacial mostraram que a distribuição segue um padrão elipsoidal, a partir de um centro médio geográfico.

Em relação à fragmentação florestal, quanto mais próximo de uma ocupação linear (elipse alongada), maior são as manchas de fragmentos – embora não se associe com a quantidade de fragmentos nessas áreas.

Em relação aos padrões identificados, os resultados apontam que Populações dispersas (NNR) se correlacionam com: maior desmatamento acumulado, menor proporção de florestal (NATPLAND) e maior proporção de área com uso antrópica (ANTROPLAND). Em relação às metas da ONU, especificamente ao GOAL 15, os resultados indicam que a reflexão sobre a manutenção de ecossistemas terrestres acoplados ao manejo sustentável das florestas por parte das populações tradicionais, como deve ocorrer em RESEX, deve levar em conta a distribuição da população no espaço - e não somente o volume da população.

O trabalho demonstra, empiricamente, a relevância do uso de unidades territoriais de análise que propiciem uma resolução espacial maior do que aquela que se obtém com unidades geopolíticas (ex. municípios) e operacionais de coleta (setores censitários). No momento em que se preparam novos censos demográficos nacionais, é fundamental que as agências oficiais avancem em formas de coleta e disseminação em meios como as grades estatísticas, propiciando melhores condições para o acompanhamento de dinâmicas como as aqui apresentadas, dentre outros relevantes para o monitoramento das metas internacionais.

Referências

AGUIAR, A. P. D. (2016), “Land use change emission scenarios: anticipating a forest transition process in the Brazilian Amazon”. *Global Change Biology* 22(5): 1821-1840.

ASSUNÇÃO, J., CHIAVARI, J.(2015), “Towards efficient land use in Brazil”. *Climate Policy Initiative*, Sept.

BAMFORD, A. J., et al. (2014) “Human and wildlife usage of a protected area buffer zone in an area of high immigration.” *Oryx* 48(4): 504-513.

BRASIL. *Lei nº 9.985*, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza do Brasil (SNUC). Brasília, 2000.

BUENO, M C. D. (2014) “*Grade estatística: uma abordagem para ampliar o potencial analítico de dados censitários*”. Tese (Doutorado em Demografia) - Universidade Estadual de Campinas.

- BUENO, M.; D'ANTONA, A. (2017), “A geografia do censo no Brasil: potencialidades e limitações na execução de análises espaciais”. *GEOGRAPHIA* (UFF), v. 19, p. 16-28, 2017.
- BUENO, M.; D'ANTONA, A. (2016) “Data integration to determine vulnerability to climate change”. *Statistical Journal of the IAOS*, v. 32, p. 489-496
- CARNEIRO DA CUNHA, M.; ALMEIDA, M. (2009), “Populações tradicionais e conservação ambiental”. In: CARNEIRO DA CUNHA, M. *Cultura com aspás*. Cosac Naify, ,pp. 277-300.
- CHAPE, S., et al. (2005), “Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets”. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences* 360 (1454), 443–455. 2005
- CORTES, J. C.; D'ANTONA, Á. O (2014), “Dinâmicas no uso e cobertura da terra: perspectivas e desafios da Demografia”. *Rev. bras. estud. popul.*, São Paulo , v. 31, n. 1, p. 191-210, June.
- D'ANTONA, A. et al. (2013), “Estimativa da população em unidades de conservação na Amazônia Legal brasileira”. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 30, n. 2, p. 401-428,
- D'ANTONA, A. et al. (2016) *Populações tradicionais em Unidades de Conservação na Pan Amazônia*. VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población e XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Foz do Iguaçu-PR
- ESRI. *ARCMAP. Average Nearest Neighbor*. Disponível em <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/average-nearest-neighbor.htm>. S.f. (a)
- ESRI. *ARCMAP. Directional Distribution (Standard Deviational Ellipse)*. Disponível em <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/directional-distribution.htm> S.f (b)
- ESRI. *ARCMAP. Standard Distance*. Disponível em <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/standard-distance.htm> S.f
- FERRARO, P. J., et al. (2013), “More strictly protected areas are not necessarily more protective: evidence from Bolivia, Costa Rica, Indonesia, and Thailand”. *Environmental Research Letters* 8(2). 2013
- FERREIRA, M.; COELHO, A. (2015), “Desmatamento Recente nos Estados da Amazônia Legal: uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais”. *Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília* , v. 53, n. 1, p. 91-108, Mar. 2015
- FERRETTI-GALLOM. K.; BUSCH, J. (2014), *What Drives Deforestation and What Stops it? A Meta-Analysis of Spatially Explicit Econometric Studies*. Center for Global Development. April 2014. Working Paper 361.
- FREIXO, C. et al. (2016) *Dinâmica das populações tradicionais nas reservas extrativistas brasileiras*. VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población e XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Foz do Iguaçu-PR. 2016.

- GEIST, HJ; LAMBIN, EF. (2002) “Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation.” *BioScience*, Volume 52, Issue 2, 1 February, Pages 143–150 2002.
- HADDAD, N. M. et al. (2015) “Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth’s ecosystems”. *Science Advances*, v. 1, n. 2, p. e1500052
- HOLLAND, M. B. et al. (2014) “Complex Tenure and Deforestation: Implications for Conservation Incentives in the Ecuadorian Amazon”. *World Development*, v. 55, p. 21–36.
- HOGAN, D. J.; D'ANTONA, A. O.; CARMO, R. L. Dinâmica demográfica recente da Amazônia. In. BATISTELA, M.; MORAN, E.; ALVES, D. (Org.). *Amazônia: natureza e sociedade em transformação*. São Paulo: Edusp, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Grade Estatística*. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: ftp://geofpt.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/. Acessado em: 25 de janeiro de 2018
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Unidades de Conservação Federal (novembro de 2017)*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s>. Acessado em: 24 de janeiro de 2018
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) *PROJETO PRODES DIGITAL: Desmatamento nas Unidades de Conservação*. São José dos Campos. S.f. <Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesuc.php>. Acesso em 21/02/2018> Acessado em: 25 de janeiro de 2018
- INSTITUTO DE PESQUISA ESPACIAIS (INPE). *TerraClass: Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia*. Belém, 2013. Disponível em http://www3.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2010.php Acessado em: 25 de janeiro de 2018
- LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. (2009) “Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia”. *Oecologia brasiliensis*, v.13, n.3, p.434-451, 2009.
- LIU, J. J.; SLIK, J. W. F. (2014) “Forest fragment spatial distribution matters for tropical tree conservation”. *Biological Conservation* 171: 99-106.
- LUDEWIGS, T. D'ANTONA, A; BRONDÍZIO, E; HETRICK, S. (2009) “Agrarian structure and land-cover change along the lifespan of three colonization areas in the Brazilian Amazon.” *World Development*. 37: 8. 2009. P. 1348-1359
- MARGULIS, S. (2003) *Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira*. Banco Mundial - Brasília, julho. 100P.
- MARTINEZ-RAMOS, M.; ORTIZ-RODRIGUEZ, I. A.; PINERO, D.; DIRZO, R.; SARUKHAN, J. (2016) “Anthropogenic disturbances jeopardize biodiversity conservation within tropical rainforest reserves”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113(19): 5323-5328.
- METZGER, J. P. (2001) “O que é Ecologia de Paisagens ?” *Biota Neotropica*, v.1, n.12, 1–9.

- MIRANDA, J. J. et al. (2014) Effects of protected areas on forest cover change and local communities: evidence from the Peruvian Amazon. *IDB Working Paper Series*. Washigton: IDB
- NOBRE, C.; NOBRE, A. (2002) “O balanço de carbono da Amazônia brasileira”. *Estudos Avançados*, v. 16, p. 81-90
- NOLTE C, et al. (2013), “Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 4956–4961. 2013
- PFAFF, A., J. et al. (2015), “Protected Areas' Impacts on Brazilian Amazon Deforestation: Examining Conservation - Development Interactions to Inform Planning.” *PlosOne* 10(7). 2015
- REDPARQUES, (2015) *Redlatinoamericana de cooperación técnica en parques nacionales, otras áreas protegidas, flora y fauna silvestres*.
- RICKETTS, T. H. et al. (2010) “Indigenous lands, protected area and slowing climate change.” *PLoS Biol*, v. 8, n. 3, p. 6–9,.
- SOARES-FILHO, B; et al. (2010) “Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation.” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107 , 10821–10826. 2010
- TAPIA-ARMIJOS, M. F.; et al. (2015), “Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since the 1970s-Losing a Hotspot of Biodiversity”. *Plos One*10(9).
- UN. (2015a) *Population 2030: Demographic challenges and opportunities for sustainable development planning*. United Nations. New York,
- UN. (2015b) *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015: TRANSFORMING OUR WORLD: THE 2030 AGENDA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT*.
- VELÁSQUEZ, E. B.; CARRERE, R. (2004), *Áreas protegidas: protegidas contra quién?* Oilwatch
- VITEL, C. S. M. N.; FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. (2009) “Análise da inibição do desmatamento pelas áreas protegidas na parte sudoeste do Arco do Desmatamento”. Encontro Nacional de Estudos Populacionais. *Anais...*Natal: ABEP,