



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento
Mestrado em Ecologia

ABÍLIO BANDEIRA FERNANDES ANDRÉ

**AS HIDRELÉTRICAS E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA
LEGAL**

Salvador, Abril de 2018

ABÍLIO BANDEIRA FERNANDES ANDRÉ

HIDRELÉTRICAS E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia
e Biomonitoramento, como parte dos
requisitos exigidos para obtenção
do título de Mestre em Ecologia e Biomonitoramento.

Orientador: Dr. Prof. Ricardo Dobrovolski

Salvador, Abril de 2018

“Destroying rainforest for economic gain is like
burning a Renaissance painting to cook a meal.”
Edward O. Wilson

“To be poor and be without trees, is to be the most starved human being in the world.
To be poor and have trees, is to be completely rich in ways that money can never buy.”
Clarissa Pinkola Estés

Dedico este trabalho a todos que resistem à ganância do capital.

Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento pelo suporte e disciplinas ofertadas para a conclusão desse projeto. Sempre haverá críticas e algumas expectativas não atendidas; entretanto, reconheço os esforços para manter a alta qualidade do programa e assim avançar a ciência brasileira, que tem sido tão pouco incentivada pelo governo e pelo mercado.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos a mim oferecida, sem a qual eu não estaria aqui.

Agradeço ao meu orientador Ricardo Dobrovolski pelos ensinamentos e pela amizade que criamos desde 2014. Essa caminhada se tornou mais prazerosa e instigante com a sua parceria dentro e fora da Academia.

Agradeço a Universidade Federal da Bahia por ser o local do meu amadurecimento enquanto cidadão e estudante.

Agradeço ao Instituto de Biologia que me abrigou por 8 anos e de onde guardo várias das minhas melhores lembranças. Aos professores, colegas e funcionários que tornam esse lugar um porto seguro. Especialmente a Seu Xandinho e Celinha, pelo amor, carinho e cuidado que sempre tiveram comigo.

À Alexandra Elbakyan, criadora do Sci-Hub, sem seu trabalho a ciência no mundo seria inteiramente refém das editoras de publicação científica. жазықсыз!

Agradeço aos Bonobos e aos Biólogos e Agregados, que são irmãos e irmãs que a Biologia me deu. A eles sou grato por todo o apoio, cachaças, amantes, sambas, carnavais, Yemanjás, São Joãos, brigas, aniversários, choros e tudo aquilo que o ser humano pode chamar de amizade.

Agradeço ao meu Mestre José Raimundo Simões e ao Hap-Ki-Dô, por todo o apoio, educação e amigos (aqui estão PT, Ives, Gabriel, Bianca, Vitão, Lary, Lis, Penga, Adriano, Dani e muitos outros). Os momentos que vivi e vivo nesta academia estarão para sempre comigo.

Agradeço às outras famílias que a vida me deu, por todo o amor e cuidado que proporcionaram. Meus padrinhos roubados Moema e Arlindo, Tio Mário e Tia Célia, Tio Vanderley e Tia Nádia: vocês me fazem ressignificar o sentido de família, junto com meus “primos” Fábio, Júnior, Bruno, Vitor e Lis.

E, por último, agradeço à minha família. Meu falecido pai, Pedro André, que pode parecer estar ausente fisicamente, mas nos meus momentos mais reflexivos e confusos é nele que busco inspiração, orientação e sempre fui correspondido. Ao meu irmão Rogério, por ser completamente diferente de mim e ainda conhecermos tão bem um ao outro. Se não fosse por você, talvez nem biólogo eu seria. Obrigado pela parceria absoluta. E à minha mãe, a maior guerreira que já conheci. Fonte da minha força de vontade, minha melhor amiga e meu maior espelho sobre como lidar com a vida. Tenho certeza que cumprimos nosso papel enquanto família.

Muito obrigado!

HIDRELÉTRICAS E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA

ABÍLIO BANDEIRA FERNANDES ANDRÉ

RICARDO DOBROVOLSKI

Em 2010, as hidrelétricas eram responsáveis por 16,1% da energia elétrica produzida no mundo. Apesar do investimento alto para construí-las, as hidrelétricas ainda segue como a principal forma de produção de energia por conta das suas possíveis vantagens, como o controle da geração de energia em épocas de cheia, abastecimento hídrico e sua matéria-prima, a água, não possui dejetos, como o combustível fóssil e nuclear. No entanto, diversos impactos estão associados à produção de energia hidrelétrica. Entre esses estão o desmatamento nas áreas de inundação da barragem, a fragmentação dos ambientes aquáticos, morte do estoque pesqueiro, a emissão de gases de efeito estufa e a destruição da vegetação nativa para construção de rodovias, vilas operárias e centros urbanos, o que pode contrariar sua fama de fonte de energia limpa.

O Brasil apresenta cerca de 70% de sua energia proveniente de hidrelétricas. O potencial hidrelétrico de suas regiões Sul e Sudeste está praticamente esgotado, o que gera demanda para que outras regiões do país construam novas hidrelétricas. Além disso, o Brasil tem incentivado países como Bolívia e Peru a investir nessa opção, para importar energia desses países.

Entre os biomas brasileiros, a Amazônia e o Cerrado possuem 70% do potencial hidrelétrico inexplorado, o que é considerado um desperdício pelos relatórios do governo, dado que a demanda por energia até 2026 será 20% maior que a atual. Assim, há uma pressão para a construção de mais hidrelétricas para que o governo suporte o desenvolvimento e abastecimento das cidades. Na Amazônia Legal, o Brasil conta com

109 hidrelétricas, entre pequenas centrais hidrelétricas com mais de 1MW de potência até as grandes usinas com mais de 30 MW, consideradas as de maior impacto ambiental, e estão sendo planejadas a construção de mais 30 usinas hidrelétricas. Com a expansão da matriz energética, todos os grandes afluentes da Amazônia terão usinas hidrelétricas construídas, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

A principal ameaça à conservação das florestas Amazônicas tem sido o avanço da fronteira agrícola, inclusive tanto a criação de gado quanto de monoculturas, que criou o chamado Arco do Desmatamento, localizado entre o nordeste e sudoeste da região da Amazônia Brasileira. A pressão do mercado internacional para a produção desses commodities tem sido a principal responsável para o aumento da perda de cobertura vegetal. Adicionando isso o fenômeno conhecido como “espinha de peixe”, quando das principais estradas que cruzam a Amazônia para os países vizinhos, são derivadas outras estradas, muitas feitas de forma irregular, que propiciam a perda de cobertura vegetal no interior da floresta. Além da “fronteira do desmatamento” que cerca a Amazônia Legal, propiciado pelo avanço da agricultura e da infraestrutura, a construção de hidrelétricas pode levar ao aumento do desmatamento legalizado na Amazônia que, somado ao desmatamento ilegal, torna mais preocupante a conservação do bioma amazônico.

Desde os anos 60, os governos brasileiros têm focado na construção de hidrelétricas para atender a demanda energética no país. Desde então, apenas na Amazônia brasileira, foram construídas mais de cem hidrelétricas e se tornando um dos principais produtores de eletricidade através das barragens dos rios. Entretanto, ainda não é muito conhecido quais os possíveis impactos que este tipo de empreendimento causa à cobertura vegetal nos locais onde são instalados a médio e longo prazo.

Resumo

Os riscos que as hidrelétricas representam são subestimados para as florestas tropicais em todo o mundo. É tido que as hidrelétricas desmatam além dos limites de sua instalação, mas a extensão desses impactos é incerta e, portanto, negligenciada no licenciamento ambiental. Em 2024 estima-se que o Brasil consumirá 790,4 TWh no ano, 66% a mais que o consumo em 2015, cujo consumo foi de 524,6TWh. Para satisfazer tal demanda, a opção preferencial adotada tem sido expandir a principal forma de produção de energia no país: as hidrelétricas. A Amazônia Legal é a nova fronteira de expansão da exploração dessa fonte. Aqui quantificamos o desmatamento induzido pelas hidrelétricas e investigamos os aspectos que a longo prazo podem contribuir para este impacto. Utilizando zonas com raios de 10 a 100km de distância das hidrelétricas, comparamos a área desmatada com outras regiões semelhantes sem influência das barragens, escolhidas por um escore de propensão por pareamento, usando como parâmetros: distância de rodovias e rios, agricultura, declividade e áreas protegidas. Nos nossos resultados não houve diferença no desmatamento entre as áreas próximas às hidrelétricas e seus controles, o que pode indicar que as hidrelétricas não influenciam a perda florestal da Amazônia, entre 2005 e 2015. As hidrelétricas têm sido alvos de muitas críticas pondo em cheque a sua característica enquanto produtor de energia renovável, visto a liberação de gases de efeito estufa (Fearnside, 2004), bem como os impactos na biodiversidade de vertebrados tanto aquáticos como terrestres (Benchimol & Peres, 2015; Lees et al. 2016). Entretanto, concluímos que as hidrelétricas não podem ser consideradas vetores importantes no desmatamento do seu entorno.

Palavras-chave: hydropower, dam, Amazon forest, Brazil, deforestation,

Sumário

Introdução geral.....	10
Capítulo I.....	14
- Título.....	15
- Materiais e Métodos.....	18
- Resultados.....	22
- Discussão.....	26
- Referências.....	29
- Anexo I.....	35

Introdução geral

No Brasil têm-se observado o aumento das taxas de desmatamento, principalmente causado pelo desenvolvimento da agricultura (Ometto *et al*, 2011). Na Amazônia Legal, o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia contribuiu para a redução anual de desmatamento de 27.772km² em 2004 para 4.571km² em 2012. Entretanto, depois da mudança do Código Florestal em 2012, foram desmatados quase 7.893km² entre 2016 e 2017, representando um acréscimo cerca de 60% (INPE, 2018) na área desmatada quando comparado com o ano de 2012. Por ser um dos últimos redutos de floresta tropical mais bem conservado e possuir a maior riqueza de organismos do mundo em biomas terrestres (Barlow *et al*. 2007; Gibson *et al*. 2011), sua fragmentação têm se destacado nos últimos anos com o avanço da fronteira agrícola, mais precisamente na região conhecida como o Arco do Desmatamento (Dobrovolski *et al.*, 2011). A exportação de bovinos e soja têm sido uma das principais causas por esse avanço (Fearnside, 2014), sendo os principais produtos que contribuem para o PIB brasileiro (IBGE, 2017).

Dentre as alternativas de produção de energia a partir de fontes renováveis, as usinas hidrelétricas têm sido a preferencial desde o início do século XX (McCully, 1998), e hoje são responsáveis pelo barramento de 2/3 dos grandes rios do mundo (Lees *et al*, 2016). Nos últimos anos as hidrelétricas tornaram-se alvo de muitos trabalhos que buscam avaliar os impactos socio-ambientais que causam durante sua implementação, questionando a alcunha de energia limpa (Finer & Jenkins, 2012; Fearnside, 2014; Carvalho, 2002; Geist & Lambin, 2002).

Em 2012 o Código Florestal foi alterado, flexibilizando uma série de requisitos para supressão de vegetação nativa em diversos casos (Soares-Brito *et al*, 2014).

Algumas dessas mudanças concerne às hidrelétricas, como por exemplo o artigo 13, parágrafo 6º, que prescreve a não exigência de compensação por Reserva Legal das áreas utilizadas pelo empreendimento. Em adição, foi aprovada a Proposta de Emenda Constitucional-65 que prevê a não suspensão da construção de uma hidrelétrica por exigências dos licenciamentos ambientais não atendidas durante as fiscalizações do empreendimento (Fearnside, 2016). Tal situação é particularmente preocupante e vista do Plano Decenal de Expansão de Energia, que prevê a construção de 30 usinas hidrelétricas (>30MW) até 2021 (MME, 2012). O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência das hidrelétricas no desmatamento da Amazônia brasileira e suas possíveis consequências.

Referências

Carvalho, G. O., Nepstad, D., McGrath, D., Diaz, M., del, C. V., Santilli, M., et al. (2002). Frontier expansion in the Amazon: Balancing development and sustainability. *Environment Science and Policy for Sustainable Development*, 44,34e44

Burton, T., Jenkins, N., Sharpe, D. & Bossanyi, E. (2011). *Wind Power Handbook*. John Wiley & Sons.

Dobrovolski, R. & Rattis, L. (2015). Water collapse in Brazil: the danger of relying on what you neglect.

Fearnside, P.M. 2014. Análisis de los principales proyectos hidro-energéticos en la región amazónica. *Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR) & Centro Latinoamericano de Ecología Social (CLAES)*, Lima, Peru. 55 p.

Fearnside, P.M. 2016. Brazilian politics threaten environmental policies. *Science* 353: 746-748. doi: 10.1126/science.aag0254

Finer, M., Jenkins, C. 2012. Proliferation of Hydroelectric Dams in the Andean Amazon and Implications for Andes-Amazon Connectivity. *PLoS ONE*, April 2012, Volume 7, Issue 4 , e35126.

Geist HJ, Lambin EF. 2001. What Drives Tropical Deforestation? A Meta-Analysis of Proximate and Underlying Causes of Deforestation Based on Subnational Case Study Evidence. Louvain-la-Neuve (Belgium): Lucc International Project Office, Lucc Report Series no. 4. Lambin

Herzog, A. V., Lipman, T. E., Kammen, D. M., (2001). Renewable Energy Source. *Encyclopedia of Life Support Systems*, Volume “Perspectives and Overview of Life Support Systems and Sustainable Development,” Part 4C.

Jamous, N., Kassem, G., Gomez, J. M. & Dumke, R., (2010). Proposed Light-Weight Composite Environmental Performance Indicators (LWC-EPI) Model.

EnviroInfo. Integration of Environmental Information in Europe. Copyright © Shaker Verlag. ISBN: 978-3-8322-9458-8.

Lees, A. C., Peres, C. A., Fearnside, P. M., Schneider, M. & Zuanon, J. A. S., (2016). Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodivers Conserv*, 25:451–466.

McCully P. 1996. *Silenced Rivers. The Ecology and Politics of Large Dams*. London: Zed Books.

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia), Empresa de Pesquisa Energética (EPE). 2014 Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2014.

Ometto, J. P., Aguiar, A. P. D. & Martinelli, L. Z. (2001). Amazon deforestation in Brazil: effects, drivers and challenges. *Carbon Management*, 2(5), 575–585.

Capítulo I**As hidrelétricas promovem desmatamento na Amazônia brasileira?**

As hidrelétricas promovem o desmatamento na Amazônia brasileira?

Abílio Bandeira¹ e Ricardo Dobrovolski¹

¹Laboratório de Ecologia e Conservação, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brazil.

Introdução

Florestas tropicais são desmatadas, no mundo, todo ano na conversão para agricultura e áreas urbanas (FAO, 2010). Na Amazônia, apesar da redução anual de 80% do desmatamento entre 2005 e 2012, foram desmatados quase 31.630km² desde então, um aumento de 28% em relação a 2012, ano em que o mínimo desmatado foi atingido (INPE, 2018). A Amazônia representa um dos últimos redutos mais bem conservados de floresta tropical e o bioma terrestre com a maior riqueza de organismos do mundo (Barlow et al. 2007; Gibson et al. 2011). Em vista disso, sua conversão e fragmentação nos últimos anos em virtude do avanço da fronteira agrícola (monocultivos e a pecuária), uma região chamada de Arco do Desmatamento, gera preocupação (Fearnside, 2014). Outros fatores também impactam esse bioma, como a construção e operação de estradas (Soares-Filho, 2004), as ações de mineradoras (Sonter et al. 2017) e extração de madeira (Geist & Lambim, 2002). A perda florestal tem tido consequências ambientais graves como a redução da biodiversidade (Copabianco, 2001), aumento de emissões de gases de efeito estufa (Barbosa & Fearnside, 1999), mudanças no regime hidrológico e perda da produtividade do solo (Winemiller et al. 2016). Alguns desses impactos também podem ser atribuídos a empreendimento de gerações de energia, como as hidrelétricas.

Dentre as alternativas de produção de energia a partir de fontes renováveis, as usinas hidrelétricas têm sido a modalidade mais utilizada pelos países desde o início do século XX, dando um salto de aproximadamente 5 mil hidrelétricas em 1950 para 45

mil até o final dos anos 90 (McCully, 1996), e atualmente barram 2/3 dos grandes rios do mundo (Lees *et al*, 2016). Em 2010, as hidrelétricas eram responsáveis pela produção de 16% da energia no mundo, e essa participação pode aumentar, pois o seu custo de operação é relativamente baixo, tornando uma forma competitiva de produção de energia renovável (Lucky, 2012). Apesar do investimento alto para construí-las, sua geração de energia é mais barata que as termelétricas (Delucchi & Jacobson, 2011), pode prover energia em escala mais facilmente e com menos interrupções do que as formas eólica e solar (Delucchi & Jacobson, 2011), e sem dejetos diretos do uso de sua matéria-prima (Brazil, MME, 2007).

Brasil e China são os maiores produtores de energia hidrelétrica, sendo responsáveis por 10% da produção mundial (Brazil, MME, 2007), e cerca de 80% da energia do Brasil é proveniente de hidrelétricas (Hoeven, 2013). Atualmente, 90% do potencial de energia hidrelétrica das regiões nordeste, sul e sudeste do Brasil já é explorado. Nas regiões norte e centro-oeste concentram-se 70% do potencial brasileiro que ainda pode ser aproveitado (Brazil, MME, 2007). Na Amazônia Legal, os impactos socioambientais aumentam as dificuldades para a exploração hídrica por conta da grande riqueza de biodiversidade e por muitas vezes ocorrerem em áreas indígenas, locais prioritariamente proibidos de se construir empreendimento desse porte (Finer & Jenkins, 2012). Alguns incentivos são feitos pelo governo brasileiro para implantação de hidrelétricas em países como Bolívia e Peru, por exemplo através da Iniciativa de Integração da Infraestrutura da Regional Sul-Americana (IIRSA), um programa conjunto dos governos dos 12 países da América do Sul, para que seja possível importar energia desses países. Há uma pressão política para a construção de mais hidrelétricas para que o governo possa dar suporte ao desenvolvimento econômico e abastecimento das cidades, indústria e agricultura, visto que o potencial hidrelétrico no país é de pouco mais de 260 GW, e temos até o momento apenas 30% destes já explorados (Brazil, MME, 2007).

Até 2015, na Amazônia Legal haviam 19 usinas hidrelétricas (UHE) e outras 17 estão planejadas para serem construídas até 2024 (Brasil, MME, 2007). As UHE possuem potências superior a 30 MW (ANEEL, 2016) e são consideradas as de maior impacto ambiental (Brasil, MME, 2014), enquanto que as pequenas centrais hidrelétricas são mais numerosas e isentas de estudos e relatórios de impacto ambiental (EIA/Rima), desconhecendo assim os possíveis impactos ambientais que poderiam causar. Dado a sua importância na produção de energia do país e no mundo, é necessário reconhecer os impactos causados por sua instalação. Entre os mais estudados estão a fragmentação florestal nas áreas de inundação da barragem (Laurance e colaboradores. 2002; Tabarelli, Mantovani & Peres 1999; Benchimol & Peres, 2015), a fragmentação dos ambientes aquáticos que ocasiona a perda da biodiversidade da fauna aquática (Barthem, Ribeiro, & Petrere Júnior, 1991; Cañas & Pine, 2011; Torrente-Vilara, de Queiroz, & Ohara, 2013), desregulação do ciclo de sedimentos (Kondolf, Rubin & Minear, 2014; Winemiller et al. 2016) e emissão de CO₂ e CH₄ (Fearnside, 2008,). Somado a esses, há fatores que podem estar associados com o desmatamento a longo prazo após a construção de uma hidrelétrica, como a expansão da agricultura e pastagem local, transporte e comércio de madeiras, e uma mudança na infraestrutura que suporte essas mudanças (Fearnside, 2008; Barreto, 2014). Tais características, são consideradas as maiores causas para a perda de cobertura vegetal das florestas tropicais úmidas, vistas nos países em desenvolvimento, como Índia, África do Sul e Brasil (Browder & Godfrey, 1997; Geist & Lambin, 2002).

No Brasil, novas hidrovias surgem depois da construção das barragens, o que permite tráfego de barcos em rios que não eram navegáveis, favorecendo a expansão da produção de soja, devido aos reduzidos custos de transporte através das novas hidrovias (Fearnside, 2014). Dessa maneira, há um aumento do desmatamento das florestas para a inserção da soja em novas áreas, até mesmo substituindo áreas de pastagens que por sua vez, são deslocadas para novas fronteiras de desmatamento na Amazônia (Fearnside,

2014). Além da já conhecida “fronteira do desmatamento” que cerca a Amazônia Legal, propiciado pelo avanço da agricultura (Dobrovolski et al., 2011), a construção de novas hidrelétricas pode significar um acréscimo de desmatamento na Amazônia maior do que esperado pelos EIA/Rima. Barreto et al. 2011; 2014, avaliou a influência das hidrelétricas com o desmatamento, encontrando uma relação positiva com o aumento da demografia na região do entorno das instalações. Compreender esse tipo de relação é bastante complexo pois muitas são as variáveis, como presença de estradas e agricultura, que também podem ser associadas às hidrelétricas e por conseguinte, influencia a relação entre o desmatamento e este tipo de empreendimento. O quanto do desmatamento de uma região pode ser atribuído a presença das hidrelétricas pode ajudar a prever a magnitude do impacto ambiental deste tipo de empreendimento.

Queremos testar a hipótese de que a presença de hidrelétricas causa uma elevação da taxa de destruição da vegetação natural além da sua área de instalação, na Amazônia Legal. Considerando que o tipo da hidrelétrica (PCH e UHE) classificam as hidrelétricas quanto a sua potência e que por sua vez está associado ao tamanho da hidrelétrica, i.e. quanto maior a potência da usina, a sua estrutura física e impacto ambiental serão maiores, assim testaremos a hipótese que quanto maior a potência da hidrelétrica maior o desmatamento. Também avaliaremos se há efeito do tempo, a partir do início de produção de energia, sobre o desmatamento, em que hidrelétricas que produzem energia há mais tempo contribuem mais para a perda de cobertura vegetal.

Material e Métodos

Dados

Nossa área de estudo foi a Amazônia Legal (AL) ($\cong 5.218.000\text{km}^2$), no noroeste do Brasil, e corresponde cerca de 61% do território brasileiro. De 109 hidrelétricas em operação na AL, selecionamos 40 hidrelétricas que foram construídas até 2005, sendo 17 usinas ($>30\text{MHz}$ de potência) e 23 pequenas centrais hidrelétricas (de 1 a 30Mhz de

potência), presentes na Amazônia Legal (ver Tabela 1). Nós coletamos informação sobre o tipo, sendo usina hidrelétrica (UHE) e pequena central hidrelétrica (PCH), a potência fiscalizada (a potência que efetivamente é colocada à disposição dos consumidores) e ano de início de operação (CSR-UFMG, 2014; ANEEL, 2016). Os dados de cobertura vegetal de 1997 a 2005, em formato grade (*raster*), foram obtidos do Programa de Monitoramento do Desmatamento (PRODES/INPE, 2018), foram reclassificados para ausência e presença de floresta, e contabilizados os pixels que mudaram de classe floresta para não-floresta entre 2005 e 2015. Utilizamos os mapas (vetorial) das covariáveis que poderiam estar associadas (positiva ou negativamente) ao desmatamento causado pela presença de hidrelétricas: a distância euclidiana da malha das principais rodovias (Ministério do Meio Ambiente, 2017; Fig. 1A) e dos principais rios da Amazônia brasileira (Lehner et al, 2006), as áreas protegidas, considerando terras indígenas, áreas de uso sustentável e de uso restrito (IUCN, UNEP-WCMC, 2018; Fig. 1B); as áreas de aptidão para agricultura mecanizada (Nepstad, 2006, Fig. 1C) e a declividade topográfica (Jarvis et al, 2008; Fig. 1D). Todos os mapas tiveram sua resolução espacial de 1km e projeção WGS84, e os que estavam em formato vetorial foram rasterizados com a mesma extensão geográfica.

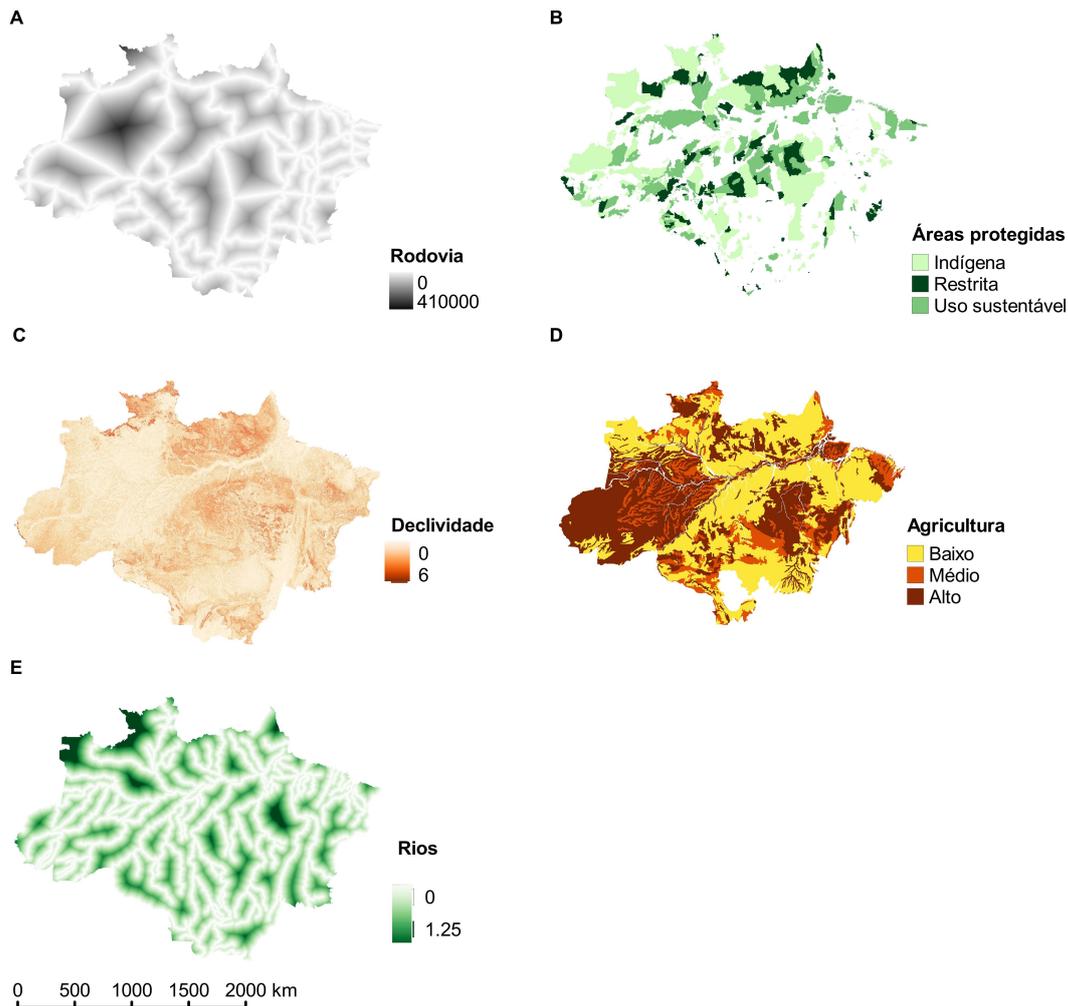


Figura 1: Determinantes espaciais do desmatamento correlacionados à presença de hidrelétricas: a) Distância das rodovias; b) Áreas protegidas; c) Declividade topográfica; d) Aptidão para agricultura mecanizada e e) Distância dos rios

Análise

Nós criamos 10 áreas circulares de influência (*buffer*) com raios entre 10 km e 100 km (com 10 km de distância entre cada *buffer*), ao redor de cada hidrelétrica com mais de 1MW de potência, nos quais foram contados o número de célula que representam uma mudança de floresta para não-floresta entre 2005 e 2015. Nas áreas acima de 10 km, foram apenas contabilizados os pixels que estão dentro da região que é a diferença entre, por exemplo, os círculos concêntricos entre 10 km e 20 km, sendo o mesmo

para as seguintes (ex.: 20-30km, 40-50km e assim por diante), para evitar que o mesmo pixel fosse amostrado mais de uma vez.

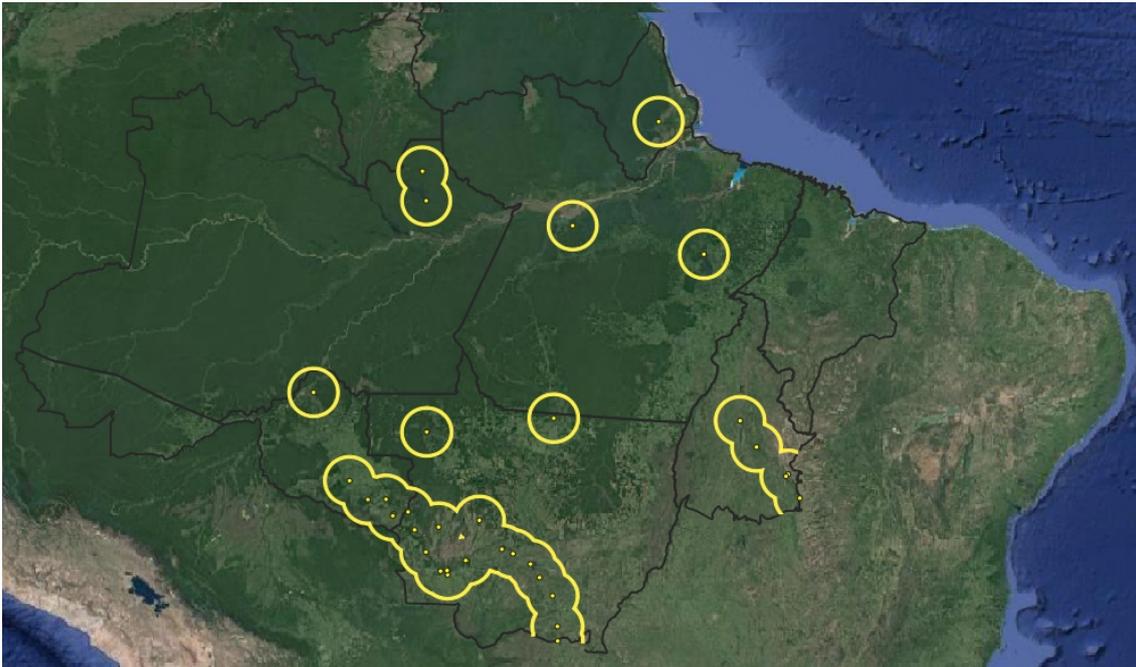


Figura 2: Região norte do Brasil, com os limites estaduais da Amazônia Legal (linha preta) e as hidrelétricas (pontos amarelos), com o buffer de 100 km (círculos amarelos), em cada uma delas

Correlacionamos as covariáveis com o desmatamento entre 2005 e 2015 em cada *buffer*, assim como fez Sonter et al.(2017). Utilizamos o escore de propensão de pareamento – *propensity score matching* – ferramenta estatística que agrupa as amostras, tratamento (célula dentro dos *buffers* com hidrelétricas) e controle (célula fora dos *buffers*), segundo um escore que é resultado de um modelo linear geral das amostras com as covariáveis de confusão, com o pacote MatchIt (Ho, D. et al, 2011). Células com escore de propensões similares possuem interações semelhantes com as covariáveis, assim podemos deduzir que se houver diferença na quantidade de desmatamento entre tratamento e controle, esta é causada pela presença das hidrelétricas. Nós escolhemos entre as 3.671.634 unidades amostrais que foram analisadas na Amazônia Legal, um total de 550.145 pares de tratamento e controle presente dentro dos 10 *buffers*. Após o pareamento das amostras, fizemos um teste de McNemar (Fay, M. P., 2010), para dados não-

paramétricos, com o intuito de verificar se há diferença significativa no total de desmatamento entre as regiões do tratamento e controle. Para testar se o ano em que a hidrelétrica entrou em operação e a potência (kW) influencia no desmatamento, fizemos um teste de regressão simples usando o total de desmatamento num raio de 100 km de cada hidrelétrica como variável dependente, considerando o tempo de início de operação e a potência como variáveis independentes.

Todas as análises estatísticas e rasterização dos shapes foram executados no software R (Versão 3.4.2) (R Core Team, 2017). Os *buffers* e o mapa de distância euclidiana das rodovias e rios foram feitos utilizando o software QGIS (Versão 2.14.19, 2017).

Resultados

Um total de 14.693 km² foram desmatados entre 2005 e 2015 ao redor das hidrelétricas (Tab. 1). As áreas de até 70 km do entorno das hidrelétricas tiveram um desmatamento menor do que o controle (Fig. 3), enquanto que entre 90 e 100 km o efeito é reverso. Os testes de regressão linear para verificar a influência do ano de início de operação e o desmatamento ($F = 0,01$; $gl = 38$; $p = 0,90$; $\alpha = 0,05$; Fig.4A), assim como a potência (kW) e o desmatamento ($F = 3,198$; $gl = 38$; $p = 0,08$; $\alpha = 0,05$; Fig. 4B), demonstraram não haver relação entre essas variáveis e a perda de cobertura vegetal.

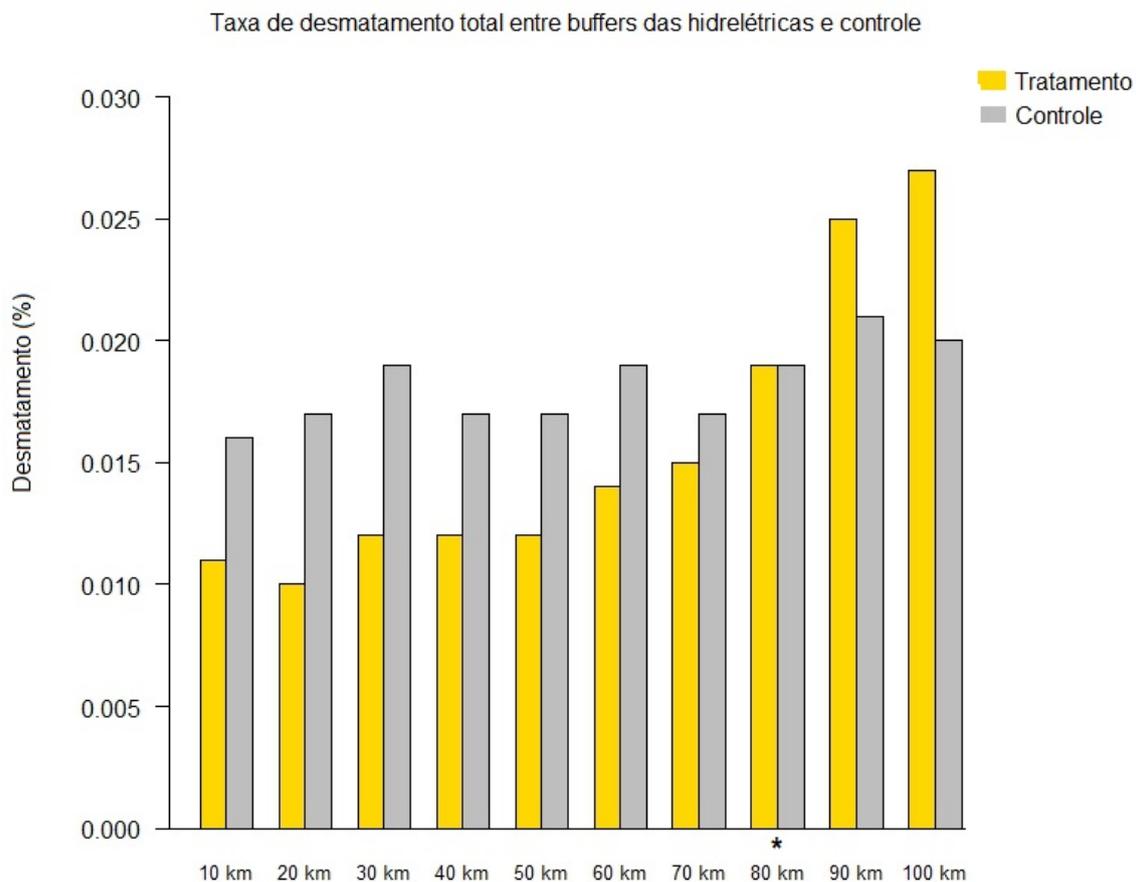


Figura 3: Taxa de desmatamento total entre os buffers das hidrelétricas e seus respectivos controles. Apenas no buffer de 80km não teve diferença (*) entre as taxas de desmatamento.

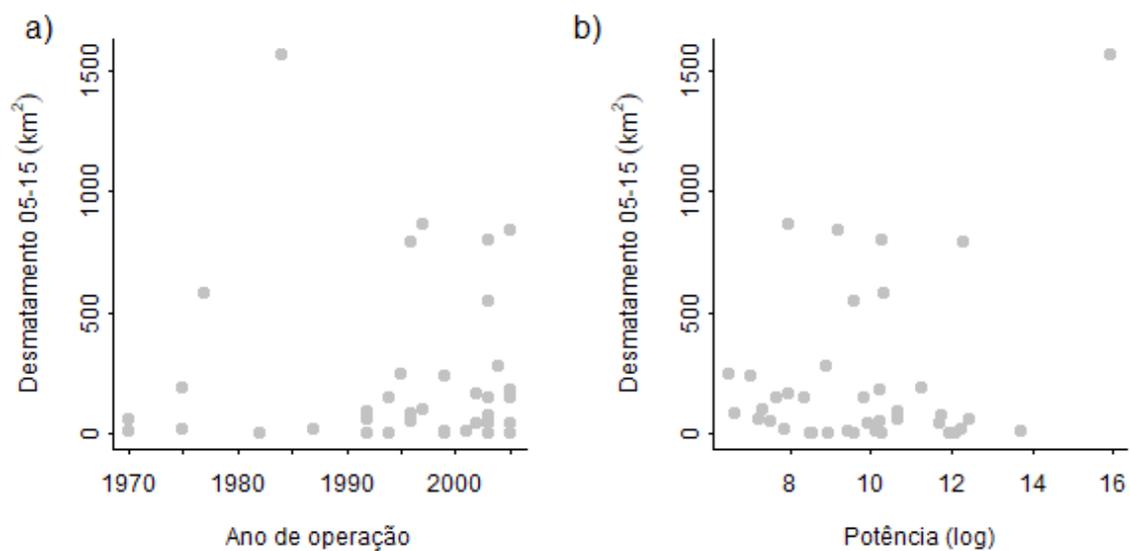


Figura 4: Gráfico de distribuição entre o desmatamento (km^2) e o ano de início de atividade (a) e o log da potência (kW) das hidrelétricas (b).

Nome	Tipo	Estado	Potência (kW)	Ano	Desmatado	Desmatad
					(km ²) 2005-	o 2005-
					2015	2015 (%)
Casca III	UHE	MT	12.420	1970	12	0,001
Coaracy Nunes	UHE	AP	76.952	1975	321	0,022
Curua-Una	UHE	PA	30.300	1977	984	0,067
Isamu Ikeda	UHE	TO	29.064	1982	0	0,000
Tucuruí I e II	UHE	PA	8.370.000	1984	2732	0,186
Manso	UHE	MT	210.900	1987	22	0,001
Juba II	UHE	MT	42.000	1992	150	0,010
Juba I	UHE	MT	42.000	1992	91	0,006
Balbina	UHE	AM	249.750	1996	108	0,007
Samuel	UHE	RO	216.750	1996	1404	0,096
Itiquira	UHE	MT	156.060	1999	4	0,000
Pitinga	UHE	AM	24.960	1999	11	0,001
Luis Eduardo Magalhães	UHE	TO	902.500	2001	10	0,001
Guaporé	UHE	MT	124.200	2003	127	0,009
Jauru	UHE	MT	121.500	2003	63	0,004
Dardanelos	UHE	MT	29.000	2003	1461	0,099
Ponte de Pedra	UHE	MT	176.100	2005	3	0,000
Alto Paraguai	PCH	MT	1.344	1970	84	0,006
Cachoeira da Fumaca	PCH	MT	2.560	1975	26	0,002
Agro trafo	PCH	TO	14.683	1992	0	0,000
Sobrado	PCH	TO	4.820	1994	0	0,000
Rio Prata	PCH	MT	2.135	1994	216	0,015
Chupinguaia	PCH	RO	640	1995	372	0,025
Castaman I	PCH	RO	1.844	1996	78	0,005
Castaman II	PCH	RO	750	1996	125	0,009
Faxinal I	PCH	MT	2.788	1997	1564	0,106
Castaman III	PCH	RO	1.480	1997	151	0,010
Diacal II	PCH	TO	5.040	1999	0	0,000
Altoe II	PCH	RO	1.103	1999	362	0,025
Antonio Brennand	PCH	MT	20.020	2002	65	0,004
Cabixi II	PCH	MT	2.800	2002	246	0,017
Indiavaí	PCH	MT	28.000	2003	88	0,006
Baruito	PCH	MT	18.300	2003	324	0,022
Braço Norte III	PCH	MT	14.160	2003	901	0,061
Santa Lucia II	PCH	MT	7.600	2003	3	0,000
Rio Branco	PCH	RO	7.140	2004	478	0,033
Salto Corgao	PCH	MT	27.000	2005	301	0,020
Ombreiras	PCH	MT	26.000	2005	57	0,004
Faxinal II	PCH	MT	10.000	2005	1525	0,104
Camargo Corrêa	PCH	MT	4.230	2005	223	0,015

Tabela 1: Hidrelétricas avaliadas (n=40) e os seus dados sobre o tipo (Usina ou Pequena Central Hidrelétrica), Estado onde está instalada, potência fiscalizada em kiloWatts e ano de início de operação e taxas de desmatamento. Considerando que um pixel representa 1km² a proporção desmatada em cada hidrelétrica foi calculada a partir da quantidade desmatada sobre o total de pixel dos buffers de 0 – 100km.

Discussão

Nossos resultados evidenciaram que as hidrelétricas não tiveram efeito sobre o desmatamento ao redor de 100 km dos locais de sua construção. Este resultado sugere que a presença de hidrelétricas não causa o aumento das taxas de desmatamento nas áreas do seu entorno. Esse efeito também não foi influenciado pelo tempo de início de operação e a potência (kW) das hidrelétricas..

A nossa hipótese é baseada na literatura (Fearnside, 2014; McCully P., 1996) que atribui às hidrelétricas uma fonte do desmatamento em torno de suas instalações, entretanto a extensão dessa influência ainda era desconhecida. Diferentemente do nosso resultado, Barreto e colaboradores (2014), utilizando uma modelagem baseada numa correlação entre o crescimento populacional e o desmatamento da Amazônia, estimou que na região do complexo Tapajós (até 150 km das usinas), a presença das hidrelétricas seriam responsáveis por um aumento do desmatamento de 8,2%, até 2032, quando comparado ao cenário sem os projetos. Barreto et al (2014) ao utilizar como referência a relação entre população da Amazônia e seu desmatamento total, não considerou as diferentes características de cada região ou outras variáveis que possuem forte influência no desmatamento como a proximidade de estradas, presença de agricultura e áreas protegidas, como o utilizado pelo presente trabalho.

Fearnside (2014) aponta as hidrelétricas como causa indireta do desmatamento em volta dos locais em que são instaladas, entretanto os nossos resultados não corroboram com essa afirmativa. Segundo nosso resultado, não podemos afirmar que a presença de hidrelétricas aumenta o desmatamento nas regiões onde são instaladas. Isso pode ser devido ao forte efeito de estradas, agricultura e pecuária na remoção de cobertura vegetal nativa, como afirma Soares-Filho *et al* (2004;2013), diluindo nesses fatores o desmatamento que poderia ser atribuído às hidrelétricas, considerando que o

método buscou comparar regiões com características semelhantes como distância de rodovias e áreas de agricultura mecanizada.

O tempo de início de produção e o desmatamento também não teve nenhuma relação evidenciada nos nossos resultados. Ao contrário do que se esperava, as hidrelétricas que funcionam a mais tempo não possuem maiores taxas de desmatamento. Um fator que pode ser determinante para esse resultado, é a existência de unidades de conservação nas áreas próximas às hidrelétricas. As unidades de conservação tem tido papel fundamental na redução do desmatamento (Andam et al. 2008; Soares-Filho et al. 2010). Ocupando atualmente 54% da floresta amazônica brasileira, em cenários sociais pessimistas pode reduzir o desmatamento em até 24% a longo de até 40 anos (Soares-Filho et al. 2010). Isso pode explicar o nosso resultado, que durante os dez anos que foram avaliados o desmatamento, as hidrelétricas podem ter compensado seus impactos com ações mitigadoras como o reflorestamento e manutenção da cobertura vegetal ao redor de suas instalações. Como por exemplo o a criação de um Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, pelo governo do Estado do Pará, com o objetivo de ordenar o uso dos recursos naturais no lago da Usina e em seu entorno. Outro exemplo é a Estação Ecológica de Samuel, criada em 1989 como contrapartida da construção da hidrelétrica de Samuel em Rondônia. Esse tipo de compensação é previsto na lei 9.985/2000 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Brasil, MMA, 2011).

Concluimos assim que, a presença das hidrelétricas na Amazônia Legal pode não ter influência sobre o desmatamento que ocorre no entorno dos seus locais de instalação, independente do quanto seja o seu tamanho ou por quanto tempo está em operação. Há também a possibilidade do método utilizado não ser o mais indicado para responder a essa questão, pois considerando que estradas e agricultura (incluindo a pecuária) são consequências da presença de uma hidrelétrica, isolar tais fatores, como fizemos, não permite ver a relação de desmatamento com as barragens. As hidrelétricas têm sido al-

vos de muitas críticas pondo em cheque a sua característica enquanto produtor de energia renovável, visto a liberação de gases de efeito estufa (Fearnside, 2004), bem como os impactos na biodiversidade de vertebrados tanto aquáticos como terrestres (Benchimol & Peres, 2015; Lees et al. 2016). Entretanto, a associação com o desmatamento e hidrelétricas até o momento não foi evidenciada.

Referencias

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica Banco de dados de geração (2016). Disponível em (www.aneel.gov.br)

Andam, K. S., Ferraro, P. J., Pfaff, A., Sanchez-Azofeifa, G. A., & Robalino, J. A. (2008). Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(42), 16089–16094. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800437105>

Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., ? Avila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E. et al. (2007) Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 18555–18560.

Barreto, P., Brandão Jr., A., Martins, H., Silva, D., Souza Jr., C., Sales, M., & Feitosa, T., (2011). Risco de Desmatamento Associado à Hidrelétrica de Belo Monte (p. 98). Belém: Imazon.

Barreto, P., Brandão Jr., A., Martins, H., Silva, D., Souza Jr., C., Sales, M., & Feitosa, T., (2014). Tapajós: hidrelétricas, infraestrutura e caos: elementos para a governança da sustentabilidade em uma região singular (p.157). 1.ed. São José dos Campos: ITA/CTA.

Barthem, R.B., Ribeiro, M.C.L.B., Petrere Junior, M., (1991). Life strategies of some long distance migratory catfish in relation to hydroelectric dams in the Amazon Basin. *Biol. Conserv.* 5, 339–345.

Benchimol, M.; Peres, Carlos, A. (2015). Edge-mediated compositional and functional decay of tree assemblages in Amazonian forest islands after 26 years of isolation. *Journal of Ecology*, 103(Fao 2010), 408–420. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12371>

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006 / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA/SBF, 2011.

Brasil. MME (Ministério de Minas e Energia). (2007). Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética . _ Brasília: MME : EPE, 2007.

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia), Empresa de Pesquisa Energética (EPE). (2014) Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2014

Browder, J., & Godfrey, B. J., (1997). Rainforest cities: Urbanization, development, and globalization of the Brazilian Amazon. New York: Columbia University Press.

Cañas, Carlos & Pine, William. (2011). Documentation of the temporal and spatial patterns of Pimelodidae catfish spawning and larvae dispersion in the Madre de Dios River (Peru): insights for conservation in the Andean-Amazon headwaters. *River Research and Applications*. 27. 602 - 611. 10.1002/rra.1377.

Carvalho, G. O., Nepstad, D., McGrath, D., Diaz, M., del, C. V., Santilli, M. (2002). Frontier expansion in the Amazon: Balancing development and sustainability. *Environment Science and Policy for Sustainable Development*, 44,34e44.

Capobianco, J. P. R., A. Ver'issimo, A. Moreira, I. dos Santos, L. P. Pinto, and D. Sawyer, editors. (2001). Biodiversidade na Amazônia brasileira (in Portuguese). Editora Estação Liberdade and Instituto Socioambiental, São Paulo. Available from <http://www.isa.org.br/bio/index.htm>

Daniel E. Ho, Kosuke Imai, Gary King, Elizabeth A. Stuart (2011). MatchIt: Nonparametric Preprocessing for Parametric Causal Inference. *Journal of Statistical Software*, Vol. 42, No.8, pp. 1-28. URL <http://www.jstatsoft.org/v42/i08/>

Dobrovolski, R., (2011). Agricultural expansion and the fate of global conservation priorities. *Biodiversity and Conservation*, 11:2445-2459. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-011-9997-z>

FAO. (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations Global Forest Resources. Assessment 2010 FAO Forestry Paper 163 In.

Fay, M. P. 2010. Two-sided Exact Tests and Matching Confidence Intervals for Discrete Data. *R Journal* 2(1):53-58.

Fearnside, P. M. (1999). Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. *Environmental Conservation* 26:305–321

Fearnside, P. M.. (2005). Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences. *Conservation Biology*, 19(3), 680–688. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>

Fearnside, P. M. (2006). Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's Hydroelectric Development of the Xingu River Basin. *Environmental Management* 38(1): 16-27. doi: 10.1007/s00267-005-00113-6

Fearnside, P. M. (2008). Hidrelétricas como “fábricas de metano”: O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 100-115. doi: 10.4257/oeco.2008.1201.11

Fearnside, P. M. (2013). Credit for climate mitigation by Amazonian dams: Loopholes and impacts illustrated by Brazil's Jirau Hydroelectric Project. *Carbon Management* 4(6): 681-696. doi: 10.4155/CMT.13.57

Fearnside, P. M. (2014). Análisis de los principales proyectos hidro-energéticos en la región amazónica. Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR) & Centro Latinoamericano de Ecología Social (CLAES), Lima, Peru. 55 p.

Fearnside, P. M. (2016). Brazilian politics threaten environmental policies. *Science* 353: 746-748. doi: 10.1126/science.aag0254

Finer, M., Jenkins, C. (2012). Proliferation of Hydroelectric Dams in the Andean Amazon and Implications for Andes-Amazon Connectivity. *PLoS ONE*, April 2012, Volume 7, Issue 4 , e35126.

Geist, H. J., Lambin, E. F. (2001). What Drives Tropical Deforestation? A Meta-Analysis of Proximate and Underlying Causes of Deforestation Based on Subnational Case Study Evidence. Louvain-la-Neuve (Belgium): LUCC International Project Office, LUCC Report Series no. 4. Lambin

Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. A., Barlow, J., Peres, C. A., Bradshaw, C. J. A., Laurance, W. F., Lovejoy, T. E. & Sodhi, N. S. (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 78, 378–381.

Jarvis A. H. I., Reuter, A., Nelson, E., Guevara, (2008). Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), available from <http://srtm.csi.cgiar.org>.

Kondolf, G. M., Z. K. Rubin, and J. T. Minear (2014). Dams on the Mekong: Cumulative sediment starvation, *Water Resour. Res.*, 50, 5158–5169, doi:10.1002/2013WR014651.

IUCN, UNEP-WCMC. (2017). The World Database on Protected Areas (WDPA). [Insert month/year of the version downloaded]. Cambridge (UK): UNEP World Conservation Monitoring Centre. Available at: www.protectedplanet.net

Laurance, W. F., Albernaz, A. K. M., Schroth, G., Fearnside, P. M., Ventincinque, E., & Da Costa, C. (2002). Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*, 29, 737–748.

Lees, A. C., Peres, C. A., Fearnside, P. M., Schneider, M., & Zuanon, J. A. S. (2016). Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodiversity and Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1072-3>

Lehner, B., Verdin, K., Jarvis, A. (2006): HydroSHEDS Technical Documentation. World Wildlife Fund US, Washington, DC. Available at <http://hydrosheds.cr.usgs.gov>.

McCully P. (1996). *Silenced Rivers. The Ecology and Politics of Large Dams*. London: Zed Books.

Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Energia Elétrica (s.d.) Pequenas centrais hidrelétricas, usinas hidrelétricas e centrais geradoras hidrelétricas (base digital georreferenciada). Brasil: ANEEL. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br>>.

Nepstad D. C., Stickler C. M., Almeida O. T. (2006). Globalization of the Amazon soy and beef industries: Opportunities for conservation. *Conserv Biol* 20:1595–1603.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Coordenação Geral de Observação da Terra – OBT. Projeto PRODES: monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/>> Acesso em: 23 de março de 2018.

QGIS Development Team. (2017). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>".

R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Rodrigues, A. S. L., Ewers, R. M., Parry, L., Souza, C., Veríssimo, A., Balmford, A., (2009). Boom-and-Bust Development Patterns Across the Amazon Deforestation Frontier. *Science* 324 , 1435.

Soares-Filho, B., Moutinho, P., Nepstad, D., Anderson, A., Rodrigues, H., Garcia, R., ... Maretti, C. (2010). Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(24), 10821–10826. <https://doi.org/10.1073/pnas.0913048107>

Soares-Filho, B., Alencar, N., Nepstad, D., Cerqueira, G., Dias, M. C. V., Rivero, S., Solorzanos, L e Voll, E., (2004). *Global Change Biology*. 10, 745–764.

Tabarelli, M., Mantovani, W. & Peres, C.A. (1999) Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation*, 91, 119–127.

Van der Hoeven, M., (2013). *World Energy Outlook*. International Energy Agency, IEEJ.

Winemiller, K. O., McIntyre, P. B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., ... Sáenz, L. (2016). Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.aac7082>

ANEXOS I

Tabela 2: Por *buffer*, os valores médios dos escores de propensão das covariáveis (WDPA, elevação, agricultura e distância entre rodovias e distância entre rios) e distância entre as células comparadas; desmatamento total e proporcional nos tratamentos e seus pares.

Buffer	10			20			30			40			50		
	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão
Distancia	0,005	0,005	0,003	0,016	0,016	0,01	0,029	0,029	0,016	0,038	0,038	0,211	0,046	0,046	0,025
WDPA	0,232	0,214	0,551	0,245	0,239	0,593	0,25	0,244	0,591	0,273	0,266	0,619	0,284	0,289	0,655
Declividade	2,001	1,949	0,883	1,876	1,846	0,852	1,812	1,803	0,839	1,753	1,752	0,825	1,704	1,716	0,811
Agricultura	1,812	1,863	0,711	0,274	0,264	0,246	1,845	1,927	1,704	1,791	1,889	1,701	1,791	1,839	1,701
Dist. Rodovia	0,282	0,265	0,244	0,274	0,264	0,246	0,283	0,274	0,256	0,315	0,303	0,285	0,311	0,303	0,289
Dist. Rios	0,334	0,324	0,269	0,353	0,352	0,292	0,375	0,37	0,31	0,383	0,38	0,32	0,376	0,373	0,315
	Desmatamento no tratamento			Desmatamento no controle			P			McNemar					
Desm. (%)	97	207	0,001	302	612	0,001	668	1099	0,001	893	1482	0,001	1142	1826	0,001
	0,01	0,02		0,01	0,02		0,01	0,02		0,01	0,02		0,01	0,02	

Buffer	60			70			80			90			100		
	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão	Tratamento	Controle	Desvio-Padrão
Distancia	0,042	0,042	0,021	0,047	0,479	0,025	0,045	0,045	0,02	0,04	0,04	0,01	0,043	0,043	0,016
WDPA	0,344	0,342	0,73	0,356	0,325	0,761	0,345	0,328	0,718	0,387	0,358	0,74	0,391	0,362	0,726
Elevação	1,67	1,676	0,791	1,611	1,617	0,76	1,584	1,597	0,747	1,67	1,657	0,774	1,68	1,65	0,771
Agricultura	1,909	1,954	1,69	1,797	1,823	1,681	1,995	2,11	1,667	2,163	2,307	1,637	2,225	2,392	1,613
Dist. Rodovia	0,337	0,331	0,31	0,339	0,335	0,325	0,373	0,362	0,345	0,39	0,382	0,345	0,41	0,406	0,362
Dist. Rios	0,326	0,328	0,277	0,297	0,298	0,298	0,309	0,31	0,264	0,32	0,324	0,27	0,328	0,332	0,276
	Desmatamento no tratamento			Desmatamento no controle			P			McNemar					
Desm. (%)	1406	1859	0,001	1681	1867	0,001	2161	2219	0,38	2834	2356	0,005	3485	2585	0,004
	0,02	0,03		0,01	0,01		0,01	0,01		0,01	0,01		0,01	0,01	

