

CARLOS MAGNO SANTOS CLEMENTE

Estimativa do desmatamento evitado por unidades de conservação: um estudo de caso nas florestas tropicais secas e cerrado no sudeste brasileiro

Montes Claros - Minas Gerais

Março de 2013

CARLOS MAGNO SANTOS CLEMENTE

Estimativa do desmatamento evitado por unidades de conservação: um estudo de caso nas florestas tropicais secas e cerrado no sudeste brasileiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros, como um dos requisitos necessário para a obtenção de título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Mário Marcos do Espírito Santo

Co-orientador: Dr. Marcos Esdras Leite

Montes Claros - Minas Gerais

Março de 2013

Carlos Magno Santos Clemente

Estimativa do desmatamento evitado por unidades de conservação: um estudo de caso nas florestas tropicais secas e cerrado no sudeste brasileiro

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros, como um dos requisitos necessário para a conclusão do curso de Mestrado em Ciências Biológicas, avaliada e aprovada pela banca examinadora:

Orientador: _____

Dr. Mário Marcos do Espírito Santo

Examinador (a): _____

Dr^a. Yule Roberta Ferreira Nunes

Examinador (a): _____

Dr. Newton Pimentel de Ulhôa Barbosa

Data da aprovação: 05/04/2013

Montes Claros, Minas Gerais.

2013

*Dedico esta dissertação aos meus pais,
irmãos e a minha esposa Deborah Marques
Pereira.*

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A Universidade Estadual de Montes Claros, Programa de Pós Graduação de Ciências Biológicas.

Ao professor Dr. Mário Marcos Espírito Santo por nortear-me durante as disciplinas e a dissertação de Mestrado

Aos meus colegas de Mestrado pela paciência e orientações sobre os fenômenos ecológicos, principalmente aos companheiros Lucas, Ronald e Alex.

Aos integrantes do Laboratório de Geoprocessamento e o coordenador Dr. Marcos Esdras Leite pela co-orientação.

A equipe do Centro de Estudos de Convivência com o Semiárido – CECS e ao coordenador Expedito José Ferreira pelas orientações e incentivos.

A minha mãe (Fatinha), meu pai (Carlos Guilherme), meus irmãos (Lé e Fabiane) e os demais familiares por sempre acreditarem em mim.

A minha esposa Deborah Marques Pereira pela paciência e compreensão no andamento do Mestrado.

Ao meu amigo Manoel Reinaldo Leite pela orientação e auxílio para constituição das bases cartográficas da dissertação.

Ao pesquisador Fernando Rios Avila da Universidade do Estado da Georgia pelas orientações do psmatch2, rotina do software STATA

Ao professor e pesquisador Ph.D. Alexander Pfaff pelas essenciais considerações da *Matching* análise

Ao projeto *Tropi-Dry* pela disponibilização das bases cartográficas

Aos integrantes da banca Dr^a. Yule Roberta Ferreira Nunes e Dr. Newton Pimentel de Ulhôa Barbosa por aceitarem o convite.

Apresentação

Essa dissertação se encontra em formato de artigo científico submetido à revista “Applied Geography”. Dessa forma, as normas para submissão à revista citada foram seguidas, entretanto optamos por inserir as tabelas no corpo do texto para facilitar a leitura dos componentes da banca examinadora. Após as contribuições sugeridas pelos membros da banca, a versão em inglês do artigo será corrigida e formatada seguindo as normas da revista “Applied Geography”.

1 **Estimativa do desmatamento evitado por unidades de conservação: um**
2 **estudo de caso nas florestas tropicais secas e cerrado no sudeste**
3 **brasileiro**

4 Carlos Magno Santos Clemente^{a*}, Mário Marcos do Espírito Santo^{a**}

5 ^a Universidade Estadual de Montes Claros, Programa de Pós Graduação em Ciências
6 Biológicas, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Montes Claros, MG 39401-089,
7 Brazil

8 Carlos Magno Santos Clemente* (carlosmagno.clemente@gmail.com) Universidade
9 Estadual de Montes Claros, Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas,
10 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Montes Claros, CP 126, MG 39401-089,
11 Brazil, Montes Claros, MG 39401-089, Brazil. Phone: +55 (38) 3229-8190. Fax: +55
12 (38)3212-1055

13 Mário Marcos do Espírito Santo** (marioesanto@gmail.com)

14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

24 **Resumo:**

25

26 A criação de Unidades de Conservação (UCs) é uma das estratégias mais comuns para a
27 conservação da biodiversidade e redução das pressões antrópicas sobre os recursos
28 naturais. No entanto, o processo de criação de UCs de proteção integral é complexo e
29 sua efetividade é controversa, devido ao critério de escolhas das regiões a serem
30 protegidas e posterior manejo das UCs. O presente estudo teve como objetivo realizar
31 um estudo de caso sobre o impacto da criação de UCs na redução do desmatamento
32 utilizando os instrumentos Geotecnológicos e o método estatístico *Matching*, tendo
33 como foco a região norte do Estado de Minas Gerais no sudeste do Brasil. Para tanto,
34 foram selecionadas cinco UCs de proteção integral, com mais de 10 anos de criação.
35 Usando a técnica do Sistema de Informação Geográfica - SIG, foram distribuídas mais
36 de 7.000 parcelas de 3 ha aleatoriamente na região de estudo e após uma filtragem
37 constituídas 5.093 amostras, com 1.417 parcelas dentro das UCs e 3.676 fora das áreas
38 protegidas. Posteriormente, através da análise *Matching*, foram estimado o
39 desmatamento evitado para os períodos entre 1986-1996 (anterior à criação das UCs) e
40 entre 1996-2010. A cobertura vegetal em cada período foi determinada utilizando
41 imagens do Landsat – 5 (TM). De uma maneira geral, resultados permitem afirmar que
42 as cinco UCs criadas no norte de Minas Gerais na década de 1990 foram eficazes para a
43 redução do desmatamento dentro das UCs. Em comparação a outras pesquisas o
44 desmatamento evitado pelas UCs selecionadas nessa pesquisa foi considerada
45 relativamente baixas (2.5% em 14 anos, entre 1996 a 2010). A localização geográfica
46 das parcelas dentro das UCs está relacionada significativamente com o impacto que elas
47 possuem no desmatamento evitado, de maneira que parcelas em UCs situadas em relevo
48 plano ou próximas a grandes centros urbanos e estradas evitaram uma maior
49 porcentagem de desmatamento que parcelas distantes destes ou em relevo acidentado.

50 Os resultados encontrados no presente estudo corroboram uma tendência mundial de
51 estabelecimento de UCs em áreas remotas e com pouco valor de mercado, reservando-
52 se assim as áreas de alta aptidão agropecuária e próximas a mercados consumidores
53 para o desenvolvimento econômico. A avaliação da efetividade de UCs usando a análise
54 *Matching* deve realizada em uma escala mais ampla, de modo a subsidiar as políticas de
55 conservação no Brasil e em outras partes do mundo.

56 **Palavras - Chaves:** Unidades de Conservação; análise *Matching*; desmatamento
57 evitado; SIG; Sensoriamento Remoto.

58

59 **Abstract**

60

61 The creation of units of conservation (CUs) has been consolidated as one of the most
62 common strategies for biodiversity conservation and reduction of anthropogenic
63 pressures on natural resources. However, the process of CU creation is very complex
64 and CU effectiveness is controversial, due to the criteria for choosing the areas to be
65 protected and their further management. The present study aimed to conduct a case
66 study on the impact of the creation of CUs to avoid deforestation using Matching
67 methods, focusing on the north of the Minas Gerais state, Southeastern Brazil. For this
68 purpose, we selected five CUs of restricted use with more than 10 years since creation.
69 Using methods of Geographic Information System, we randomly distributed 3 ha plots
70 across the study region. After a filtering process, the avoided deforestation in plots
71 inside and outside CUs were compared using *Matching* analysis for the periods between
72 1986-1996 (before UCs creation) and 1996-2010 (after UCs creation). Land cover at
73 each period was determined from the analyses of Landsat – 5 (TM) imagery. In general,
74 our results indicate that the five CUs created in the north of Minas Gerais in the 1990s
75 were effective in reducing deforestation within the CUs, though avoided deforestation
76 rates have been relatively low (2.5% in 14 years from 1996 to 2010). Geographical
77 location was a key factor for CUs effectiveness, such that plots inside CUs in plain
78 slope or close to large cities and roads had a greater impact on avoided deforestation.
79 The results of this study corroborate a global trend of establishment of CUs in remote
80 areas with low market value, thus reserving areas of high agricultural suitability or areas
81 close to consumer markets to economic activities. The evaluation of CU effectiveness
82 using *Matching* methods should be employed in a broader scale, to subsidize
83 conservation policies in Brazil and elsewhere in the world.

84

85 **Key words:** conservation units; *Matching* analysis; avoided deforestation; GIS; Remote

86 Sensing

87

88 **1. Introdução:**

89 Desde o século XIX, a criação de unidades de conservação (UCs) vem se
90 consolidando como uma das estratégias mais comuns para a conservação da
91 biodiversidade e redução das pressões antrópicas sobre os recursos naturais (Rylands &
92 Brandon, 2005). De acordo com o *International Union for Conservation of Nature-*
93 (IUCN, 2003), a representatividade das UCs no espaço geográfico aumentou
94 substancialmente nos últimos 50 anos, sendo apresentados aproximadamente 1.000
95 limites reconhecidos para conservação na lista da Organização das Nações Unidas -
96 ONU de 1962, 12.754 UCs em 1997 e 102.102 áreas protegidas relatadas no ano de
97 2003. O Brasil se destaca como o quarto país com maior extensão de UCs, com
98 1.423.821 km², ficando atrás dos Estados Unidos - 2.607.693 km², Rússia - 1.543.466
99 km² e da China - 1.452.693 km² (Gurgel *et al.*, 2011). Existem várias categorias de áreas
100 protegidas, que podem ser resumidas basicamente em UCs de proteção integral
101 (categorias Ia, II e III da IUCN), nas quais a presença humana é geralmente permitida
102 apenas para turismo, educação ambiental e pesquisa científica; e UCs de uso sustentável
103 (categorias IV, V e VI da IUCN, Rylands & Brandon, 2005), nas quais diferentes usos
104 dos recursos naturais por populações humanas são permitidos (Brasil, 2000). As
105 categorias têm como suporte jurídico no Brasil o Sistema Nacional de Unidades de
106 Conservação – SNUC, que estabelece critérios para a criação, implantação e gestão das
107 UCs (Brasil, 2000).

108 A criação de UCs de proteção integral tornou-se tão acentuado na biologia da
109 Conservação que ocorreram debates acirrados na literatura científica dos anos 1960 a
110 1980. Baseado na Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacArthur & Wilson, 1967), o
111 chamado “SLOSS debate” (*Single Large Or Several Small*) considerava as UCs como
112 ilhas de vegetação natural a serem preservadas em uma matriz de paisagens

113 antropizadas, como pastagens, plantios e cidades (Whittaker & Fernández-Palacios,
114 2007). Foi desenvolvido um considerável volume de estudos e publicações com o
115 objetivo de definir qual desenho de área protegida permitia a preservação de maior
116 número de espécies (Shafer, 1997; Primack & Rodrigues, 2001; Whittaker &
117 Fernández-Palacios, 2007). Recentemente, o propósito da criação de UCs tem ido além
118 da riqueza de espécies e se pautado frequentemente pela preservação de serviços do
119 ecossistema, como provisão de água, sequestro de carbono, ciclagem de nutrientes,
120 entre vários outros (Bennett, 2003).

121 No entanto, há considerável discussão sobre a efetividade de UCs de proteção
122 integral para a conservação da biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos, devido ao
123 critério de escolhas das regiões a serem protegidas (Pfaff *et al.*, 2009), ao surgimento de
124 conflitos com populações tradicionais (Diegues, 2001; Espírito-Santo *et al.*, 2009;
125 Anaya *et al.*, 2012) e à falta de infraestrutura e plano de manejo das unidades (Joppa *et*
126 *al.*, 2008). Em muitos casos, o estabelecimento de UCs é feito como medida
127 compensatória para grandes empreendimentos de alto impacto ambiental, como
128 construção de usinas hidrelétricas, mineração e agronegócio (Barbosa & Santos, 2008).
129 Usualmente, a localização, extensão e delimitação das áreas protegidas são definidas
130 verticalmente, sem consulta prévia às populações locais e/ou estudos científicos que
131 embasem essas decisões. Assim, a criação de UCs é um assunto controverso e
132 importante na esfera científica e nas agendas políticas local, regional e global (Pavese,
133 2011).

134 Diante da notável relevância ambiental e política das UCs, reconhecimentos
135 internacionais destacam a importância das UCs para evitar o desmatamento (Medeiros,
136 2011-a). Nesse sentido uma provável incorporação dos sistemas de UCs nas disposições
137 do programa REDD - Redução de Emissões de Desmatamento e Degradação Florestal

138 (Medeiros, 2011-a). O REDD se tornou formal na Conferência das Partes (COP - 13)
139 em 2007, teve como objetivo em desenvolver abordagens políticas com incentivos de
140 caráter prático para reduzir o desmatamento e degradação florestal em países em
141 desenvolvimento (Parker *et al.*, 2008). Recentemente, o programa incorporou em suas
142 disposições a temática do sequestro ou remoção de carbono da atmosfera, representada
143 pela sigla REDD+ (Parker *et al.*, 2009, Medeiros, 2011-a). Um dos avanços do REDD+
144 foi a inserção de uma salvaguarda específica de garantia de direitos legais de posse e
145 uso das terras pelas populações tradicionais no mecanismo (Cenamo *et al.*, 2010), além
146 de abordar a determinação de modelos metodológicos consistentes para a previsão do
147 que ocorreria em termos de desmatamento e emissões de gases do efeito estufa se os
148 projetos ambientais direcionados para a conservação dos ecossistemas não existissem
149 (Parker *et al.*, 2009). De acordo com Angelsen *et al.* (2009), os incentivos para a
150 conservação no âmbito do REDD+ incluem a regulamentação direta, na forma de
151 criação e implementação de UCs. Nesse caso, o crédito está relacionado ao fato das
152 áreas protegidas serem supostamente um mecanismo eficaz de redução do
153 desmatamento, de modo a contribuir para o equilíbrio ecológico (Angelsen *et al.*, 2012).

154 Entretanto, poucas análises robustas sobre o real impacto das UCs nas mudanças
155 no uso da terra foram realizadas, especialmente em regiões tropicais (Andam *et al.*,
156 2008; Sills *et al.*, 2006; Nelson & Chomitz, 2009). Nesse sentido, estudos recentes
157 (Andam *et al.* 2008, Pfaff *et al.* 2009 & Nelson & Chomitz , 2009) têm destacado a
158 relevância dos métodos estatísticos para controlar fatores de confusão que
159 eventualmente podem surgir nas avaliações de impactos da criação de UCs no
160 desmatamento. Isso se deve ao fato da tendência, em escala global, da distribuição de
161 UCs não ser aleatória no espaço geográfico (Pfaff *et al.*, 2009). Diante disso, métodos
162 advindos da econometria, como a *Matching* análise, têm sido empregados com a

163 finalidade de reduzir o viés existente na comparação de amostras não-aleatórias de áreas
164 protegidas e não protegidas (Rosenbaum & Rubin, 1983). Assim, *Matching* análise é
165 aplicada nos casos em que não é viável a utilização dos experimentos controlados
166 (Cochran, 1965), simulando as condições de um desenho experimental (Sparovek,
167 2008). A estimativa que através da regressão logística (*logit* ou *probit*) prever uma
168 variável categoria binária, tendo como suporte um conjunto de co-variáveis (Hair *et al.*,
169 2009). E no desenvolvimento do modelo estatístico é realizado o equilíbrio dos *Scores*
170 conhecidos e posteriormente efetuado o “Efeito do Tratamento Médio sobre o Tratado”
171 – ATT (Rosenbaum & Rubin, 1983).

172 O presente estudo teve como objetivo realizar um estudo de caso sobre o
173 impacto da criação de UCs na redução do desmatamento usando métodos de *Matching*,
174 tendo como foco a região norte do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. Essa
175 região é coberta predominantemente por florestas tropicais secas e cerrado,
176 ecossistemas brasileiros que têm sido devastados a taxas alarmantes nos últimos 30 anos
177 (Fernandez & Pessôa, 2011). Além disso, o norte de Minas Gerais possui grande
178 concentração de UCs de proteção integral, muito delas delimitadas no território original
179 de populações tradicionais, causando fortes conflitos na região (Anaya, 2013).
180 Especificamente, as seguintes questões pretendem serem respondidas: i) o
181 estabelecimento de uma UC de proteção integral influencia o desmatamento evitado?;
182 ii) e caso sim, fatores geográficos (declividade, distâncias de cidades e estradas)
183 influenciam a intensidade do desmatamento evitado?

184 **2. Materiais e métodos**

185 *2.1 Área de estudo*

186 A mesorregião norte de Minas Gerais se insere num quadrante de 46°21'29"W,
187 18°9'58"S; 48°33'53"W, 16°44'31"S, com extensão territorial de 128.620 km²

188 distribuída em 89 municípios com uma população de 1.610.587 habitantes (IBGE,
189 2010). A região se encontra em uma ampla faixa transicional entre os biomas do
190 Cerrado e Caatinga, caracterizados por marcante sazonalidade. Diversas fitofisionomias
191 são encontradas no norte de Minas Gerais, principalmente o cerrado *sensu stricto*,
192 Florestas Estacionais Deciduais (consideradas Florestas Tropicais Secas – FTSs, termo
193 utilizado nesse artigo; sensu Sanchez-Azofeifa *et al.*, 2005) e Semideciduais, além de
194 campos rupestres de altitude (Scolforo, *et al.*, 2006) (Figura 1). Os climas que ocorrem
195 na região são Semiárido, Subúmido Seco, Subúmido e Úmido B1, de acordo com a
196 classificação climática de *Thornthwaite* (Carvalho *et al.*, 2008).

197 As principais atividades econômicas na região, nos municípios com menos de
198 20.000 mil habitantes na área urbana, são a pecuária de corte, agricultura,
199 carvoejamento e o reflorestamento (Pereira, 2007). Já nas populações urbanas
200 superiores a 20.000 habitantes, destacam-se a agropecuária e a indústria (Pereira, 2007).
201 O crescimento econômico do norte de Minas Gerais tem um forte vínculo com a política
202 governamental federal da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste –
203 SUDENE, na qual essa região foi incluída na década de 1960, através de incentivos para
204 a modernização do campo e da indústria (Pereira, 2007).

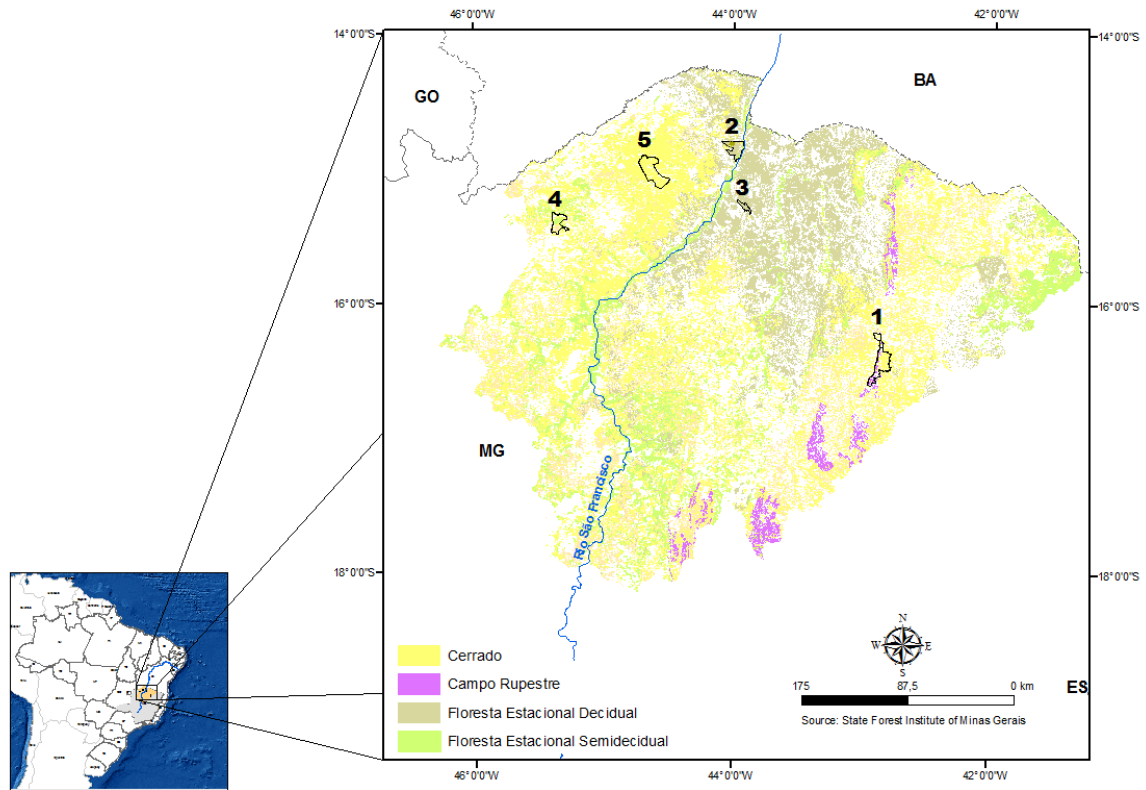
205 No Norte de Minas também está localizado o Projeto Jaíba, o maior perímetro
206 irrigado da América Latina (Silva, 2006), com 107.612 ha de extensão e área irrigável
207 de 65.879 ha (Codevasf). O projeto Jaíba tem um vínculo com áreas destinadas para a
208 conservação na região norte-mineira. Na primeira etapa de seu estabelecimento, foram
209 destinadas cerca de 8.651,80 ha de reserva legal nas proximidades do projeto de
210 irrigação, além da criação da Reserva Biológica do Jaíba (6348,59 ha) (Codevasf). Nos
211 anos 1990, com o início da implementação da segunda etapa do projeto, o Conselho de
212 Políticas Ambientais (COPAM) de Minas Gerais determinou uma série de

213 condicionantes ambientais como medida compensatória ao desmatamento de grandes
214 extensões de florestas tropicais secas nessa região (Barbosa & Santos, 2008). Assim,
215 foram criadas sete UCs de proteção integral e duas de uso sustentável entre 1998 e
216 2000, concentradas nos municípios de Jaíba e Matias Cardoso, Manga e Itacarambi
217 (Barbosa & Santos, 2008). Além disso, o Atlas da Biodiversidade de Minas Gerais
218 (Drumond *et al*, 2005), adotado oficialmente pelo governo para nortear as políticas
219 ambientais do estado, indicou várias partes do Norte de Minas Gerais como de
220 prioridade especial (o mais alto nível) para a conservação da biodiversidade. Ainda de
221 acordo com este, recomenda-se a implantação de UCs e a manutenção das áreas
222 protegidas, com a ampliação elaboração de planos de manejos e mudanças de categoria
223 nas áreas definidas para ações emergenciais (Drumond *et al*, 2005).

224 2.2 Seleção das UCs

225 Para definir quais UCs seriam utilizadas para análise do desmatamento evitado,
226 tivemos como primeiro critério as áreas delimitadas para conservação inseridas
227 totalmente na mesorregião Norte de Minas Gerais. A região detém a maior extensão
228 destinada à proteção do ambiente natural dentre as 12 mesorregiões do IBGE de Minas
229 Gérias, alcançando 15.395,79 km² (IBGE, 2005; ICMBIO, 2011; IEF, 2013). Em
230 seguida foram selecionadas somente as UCs de proteção integral, principalmente devido
231 ao seu caráter mais restritivo para a proteção dos ecossistemas (Brasil, 2000).
232 Posteriormente, foram selecionadas UCs com datas de criação próximas entre si e com
233 mais de 10 anos, para que os possíveis efeitos da restrição de desmatamento pudessem
234 ser detectáveis. Ao final desse processo de filtragem, as seguintes UCs do Norte de
235 Minas Gerais foram selecionadas (Figura 1): Parque Estadual de Grão Mogol (284.04
236 km², criado em 1998); Parque Estadual da Mata Seca (153.13 km², 2000); Parque

237 Estadual da Serra das Araras (135.30 km², 1998); Parque Estadual Veredas do Peruaçu
238 (312.15 km², 1994); e a Reserva Biológica Serra Azul (72 km², 1998).
239

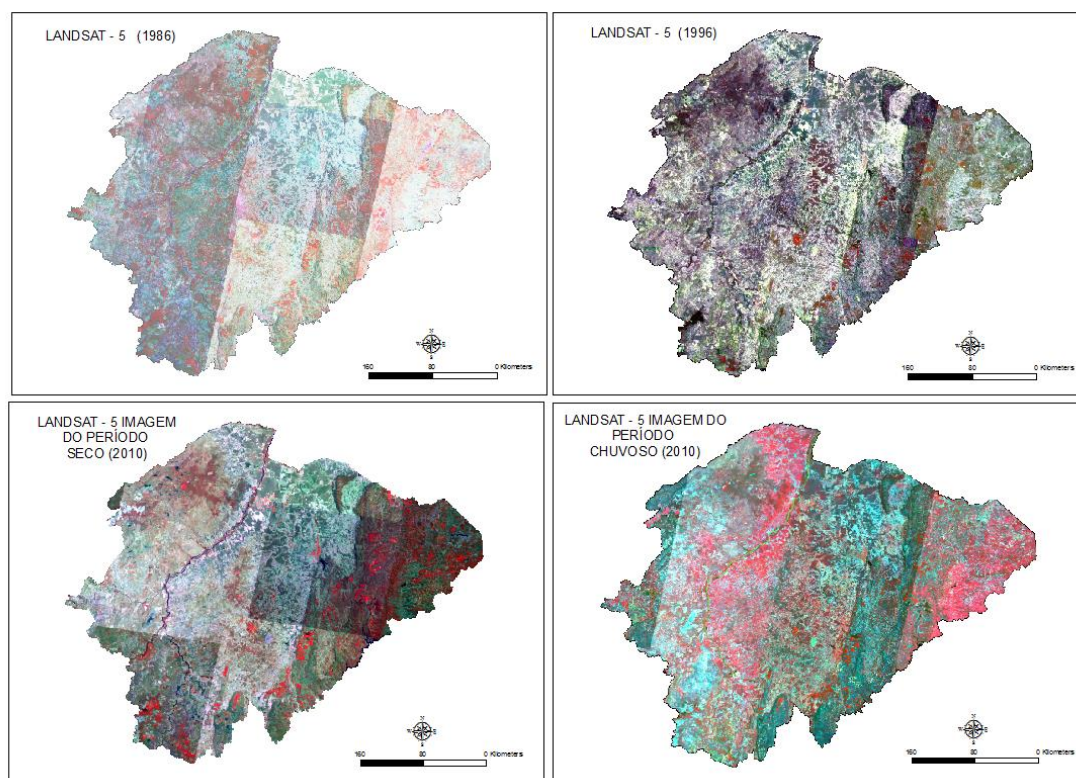


240
241 **Figura. 1** Localização das Unidades de Conservação do Parque Estadual de Grão
242 Mogol (1), Parque Estadual da Mata Seca (2), Reserva Biológica Serra Azul (3), Parque
243 Estadual da Serra das Araras (4) e Parque Estadual Veredas do Peruaçu (5).
244 Identificação dos principais tipos de vegetação do Norte de Minas Gerais.

245
246 *2.3 Aquisição e processamento dos dados geográficos*

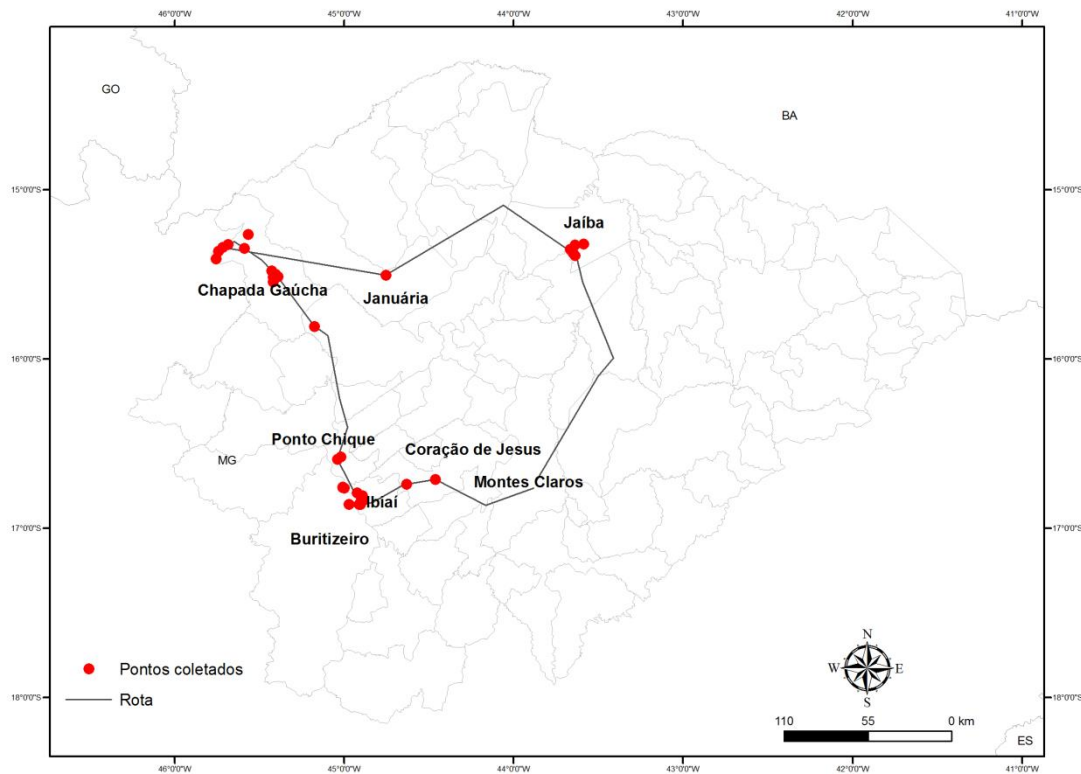
247 Para a determinação das taxas de desmatamento dentro e fora das UCs,
248 utilizaram-se as imagens do sensor Landsat – 5 (TM) dos anos de 1986, 1996 e 2010,
249 para o Norte de Minas Gerais (Figura 2). Para o pré-processamento foram utilizados
250 métodos para melhoria da qualidade das imagens Landsat – 5, que foram
251 contextualizadas no Processamento Digital de Imagens (PDI). Com a técnica foi

252 possível realizar correções com intuito de melhorar o poder de discriminação dos alvos
253 no espaço geográfico (Rosa & Brito, 1996). Em específico, no estudo foram
254 empregadas as correções radiométrica, geométrica e o mosaico das imagens do sensor
255 Landsat-5. Devido à ausência de imagens de boa qualidade para algumas cenas,
256 principalmente para os anos de 1986 e 1996 do período chuvoso, foram priorizados
257 mosaicos em áreas das Florestas Tropicais Secas, pois essa fitofisionomia tem como
258 característica caducifólia (Sanchez-Azofeifa *et al.*, 2005). A Figura -2 demonstra o
259 mosaico dos anos de 1986 (período seco), 1996 (período seco) e 2010 (seco e chuvoso)
260 aos quais não ocorreram interferências atmosféricas que poderiam comprometer o
261 mosaico das 11 cenas da região do Norte de Minas Gerais.



262
263 **Figura. 2** Demonstração dos mosaicos do sensor Landsat – 5 para os anos de 1986,
264 1996 e 2010. Figura 2A.mosaico do período seco do ano de 1986; a Figura 2B o
265 mosaico do período seco de 1996;e as Figuras 2C e 2D períodos seco e chuvoso de
266 2010, respectivamente. Esses mosaicos que foram utilizados para classificação da

267 O método de classificação adotado na pesquisa foi o supervisionado com o
268 algoritmo *Decision Tree* (Envi, 2010). Com o sensor Landsat - 5 foram extraídos dados
269 referentes ao *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) nos períodos seco e
270 chuvoso, além das vetorizações das estradas do Norte de Minas Gerais, das 89 manchas
271 urbanas da região, das áreas de eucalipto, do empreendimento de irrigação (Projeto
272 Jaíba) e a constituição das áreas homogêneas com as possíveis ocorrências de vegetação
273 natural. Todos esses atributos foram relevantes para o refinamento da classificação e
274 melhoria dos dados vetoriais binários. A classificação utilizada no presente estudo teve
275 como referência o inventário florestal desenvolvido no ano de 2006 para o estado de
276 Minas Gerais pelo Instituto Estadual de Florestas - IEF e Universidade Estadual de
277 Lavras (UFLA). Para o mapeamento com o sensor Landsat – 5 foi adotada a escala de
278 1:60.000 (D’Alge, 1987; Boggione, *et al.*, 2009). Para avaliar os pontos de confusão
279 decorrentes da classificação, percorridos foram supridos 89 pontos de dúvidas com rota
280 registrada de 742 km (Figura 3). Todos os procedimentos envolvendo o sensor Landsat-
281 5 foi realizado no software ENVI 4.7.



282

283 **Figura. 3** Representação dos pontos de duvidas e rota do trabalho de campo realizado
 284 no Norte de Minas Gerais. Foram supridos 89 pontos de duvidas com uma rota
 285 registrada de 742 km.

286 Utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica – SIG na preparação dos dados
 287 para o método estatístico utilizado na presente pesquisa. Nesse contexto, o SIG foi
 288 essencial para organização da variável dependente e as co-váriveis, já que essa técnica
 289 tem como característica básica a capacidade de tratar as relações espaciais entre os
 290 objetos geográficos (Câmara & Medeiros, 1998). Assim, para a constituição da variável
 291 dependente, em ambiente SIG, foi realizado a distribuição de 7.000 pontos aleatórios
 292 nas cinco UCs selecionadas e fora das mesmas (limitado à mesorregião do norte de
 293 Minas Gerais). Em cada ponto, foi delimitada uma parcela de 3 hectares (de acordo com
 294 Andam *et al.*, 2008). No banco de dados georreferenciado, foram atribuídos valores
 295 binários de 1 para parcelas dentro dos limites das áreas preservadas e 0 para parcelas
 296 fora dos limites das UCs. Posteriormente, foi realizada a exclusão de parcelas

297 localizadas em grandes empreendimentos de irrigação (Projeto Jaíba), áreas de plantio
298 do eucalipto e pivôs centrais, corpos d'água, outras UCs, nas 89 manchas urbanas e em
299 áreas nas quais foram identificadas nuvens nas imagens Landsat - 5. A exclusão das
300 parcelas teve como referencia a sobreposição das camadas (área de irrigação, plantio de
301 eucalipto e pivô central, outras UCs, nas 89 manchas urbanas e a base hidrográfica do
302 Instituto Mineiro de Gestão das Águas- IGAM) e a fotointerpretação das imagens do
303 sensor Landsat-5(eliminação das parcelas em áreas com nuvens e em corpos d'água).
304 Após esses procedimentos, foram delimitadas 1.417 parcelas dentro e 3.676 parcelas
305 fora de UCs, totalizando 5.093 parcelas.

306 Para determinar as co-variáveis, foi revisado a literatura sobre análises de
307 eficácia de UCs para evitar desmatamento (Larrosa, 2011; Haruna & Pfaff, 2010; Pfaff
308 *et al*, 2009; Andam *et al*. 2008, Joppa *et al*, 2008; Mas, 2005). Usando técnicas em
309 ambiente SIG, foram obtidas variáveis físicas e métricas para cada parcela (Tabela 1).
310 As variáveis físicas “clima” e “aptidão agrícola” foram transformadas de qualitativas
311 em categóricas. Para o clima, seguiu-se a classificação de Thornthwaite (Carvalho *et al.*,
312 2008) e as parcelas foram distribuídas em quatro categorias: Subúmido Seco (1),
313 Semiárido (2), Subúmido (3) e Úmido B1 (4). Para aptidão agrícola das parcelas, teve
314 como referencia as disposições da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária
315 (Embrapa, 2004) para o norte de Minas Gerais. Em bases de dados governamentais,
316 foram obtidas variáveis socioeconômicas e agropecuárias para cada município (Tabela
317 1). Assim, todas as parcelas em determinado município receberam os mesmos valores
318 para essas variáveis. Para composição da declividade e a elevação do terreno foi
319 utilizado o *Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM*. O radar tem uma resolução
320 espacial de 90 metros e tem como peculiaridade a obtenção de dados através da
321 interferometria (Valeriano, M. M, 2008). Foram consideradas as cinco classes de

322 declividade sugeridas pela Embrapa (2009): plano, 0-3%; leve ondulada, 3-8%;
 323 ondulado, 8-20%; forte ondulado, 20-45%; e montanhoso, 45-75%. (Tabela – 1). A
 324 escala de mapeamento adotada para o sensor SRTM foi de 1:250.000 (Santos *et al.*,
 325 2006; Martins, 2010).

326

327 **Tabela 1.** Descrição das co-variáveis utilizadas nas análises *Matching* e suas
 328 respectivas fontes. ¹Dados obtidos para cada parcela; ²Dados obtidos a priori
 329 pormunicípio e posteriormente sistematizados por parcela em ambiente SIG.

Co-variável	Fontes
Distância linear das parcelas das principais rodovias ¹	Ministério do Transporte (2012)
Distância linear das parcelas as estradas vicinais e rodovias secundárias do Norte de Minas Gerais ¹	Vetorização das imagens Landsat – 5 (2010).
Distância linear das parcelas da principal cidade da região (Montes Claros) e capital do estado (Belo Horizonte) ¹	Sedes municípios do IBGE (2005)
Declividade e elevação médias ¹	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (2000)
Clima ¹	Classificação do clima de acordo com Thornthwaite, Carvalho <i>et al.</i> , 2008
Aptidão agrícola ¹	EMBRAPA (2004)
Pastagens degradadas, em boas condições e naturais ²	Censo Agropecuário do IBGE (2006)

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340 **Tabela 1.** Continuação

Co-variável	Fontes
Saneamento básico inadequado ²	Censo IBGE (2010). Considerado o abastecimento de água por rede geral, esgotamento sanitário por rede geral ou fossa séptica e lixo coletado.
População ²	Censo IBGE (2010)
Produto Interno Bruto – PIB ²	IBGE (2000,2001,2002, 2005, 2006, 2007 2009)
Dados de escolaridade: número de alunos matriculados no ensino fundamental e médio ²	IBGE (2009)

341

342 As taxas de desmatamento foram calculadas por parcela para os períodos de
343 1986-1996 e 1996-2010 pela diferença na cobertura da vegetação em cada período. Para
344 isso, foi usada como referência a fórmula sugerida pela *Food and Agriculture*
345 *Organization* – FAO (1995). Assim, foi construída uma base de dados contendo a
346 separadamente os dados binários, as co-variáveis e as taxas de desmatamento por
347 parcela, com a qual foram realizadas as análises de *Matching*. Todo o procedimento
348 para aquisição, manipulação dos dados geográficos e diversos cálculos na tabela de
349 atributo foram realizados no software ArcGis 9.3.

350

351 **2.4 Matching** análise

352 Com o propósito de avaliar o efeito das UCs na redução do desmatamento,
353 utilizou-se o método *Matching*. Especificamente, foi empregado o *Propensity Score*
354 *Matching* – PSM, proposto por Rosenbaum & Rubin (1983). O método de pareamento
355 ou “*Matching*” tem como finalidade determinar um efeito médio do tratamento com
356 menos tendência no processo de seleção da amostra, ou seja, reduzir o viés existente na
357 amostragem não aleatória (Rosenbaum & Rubin, 1983). De tal modo, o método tem seu

358 fundamento nas pesquisas da econometria, sendo usualmente inserido nos estudos de
359 caráter observacional, ao qual tem como desígnio avaliar a relação da causa e efeito nos
360 casos que não é viável a utilização do experimento controlado (Cochran, 1965).

361 Outro aspecto relevante para o entendimento do *Matching* é o contrafactual. A
362 expressão foi, inicialmente, vinculada ao estudo da causalidade filosófica e das
363 características metafísicas apresentadas por David Lewis (1973), disposta no artigo
364 “*Causation*” (Morgan & Winship, 2006). Desde então, pesquisadores adotaram
365 preceitos da causalidade para aplicar em métodos de avaliação. Desse modo, o
366 *Matching* análise no contexto dessa pesquisa é norteadada pela seguinte questão: na
367 ausência das UCs, qual a quantidade de vegetação natural que seria desmatada?

368 Para a estruturação do modelo, foi utilizada regressão logística (modelo *logit*) e
369 o algoritmo vizinho mais próximo com substituição, permitindo que uma amostra-
370 controle tenha a capacidade de corresponder com mais de uma unidade tratada (Becker
371 & Ichino, 2002). De acordo com Caliendo & Kopeinig (2005), a inserção da
372 substituição nas análises é justificada quando há um elevado número de amostras não-
373 tratadas. Também foi incluída no modelo a calibragem de 0.001, com a finalidade
374 definir um limite para a semelhança mínima aceitável na *Matching* análise (Andam *et*
375 *al.*, 2008; 2007). Assim, uma sub-amostra foi obtida através da combinação dos *scores*,
376 na qual valores semelhantes entre controle e tratamento foram pareados e as amostras-
377 controle que não se adequaram ao tratamento foram excluídas da análise. Com essa sub-
378 amostra foi utilizado o *Average Treatment Effect on the Treated* (ATT), que permitiu
379 avaliar a diferença das médias das taxas de desmatamento entre as parcelas controle
380 (fora das UCs) e as parcelas do tratamento (dentro das UCs). No presente estudo, essa
381 diferença entre os grupos amostrais representa o desmatamento evitado ou não pelas
382 UCs selecionadas.

383 Com o modelo *Matching*, também foi possível demonstrar o comportamento das
384 co-variáveis antes e após o pareamento. Este procedimento visa avaliar a qualidade do
385 pareamento entre as amostras do tratamento e controle, verificando se ainda existem
386 distinções muito drásticas entre os escores do tratamento (dentro das UCs) e controle
387 (fora das UCs) (Caliendo & Kopeinig, 2005). Assim, o *Matching* análise compara os
388 vieses contidos e reduzidos para cada variável. De acordo com Becker & Ichino (2002)
389 a extensão no qual o viés é reduzido depende crucialmente da riqueza e da qualidade
390 das variáveis de controle, onde o escore de propensão é computado e o pareamento é
391 realizado.

392 Ainda foi realizado um teste de robustez dos resultados para verificar o possível
393 efeito de vieses ocultos na sensibilidade da *Matching* análise. Deste modo, utilizou-se a
394 *bounds analysis*, procedimento sugerido por Rosenbaum (2002) para medir a
395 sensibilidade dos resultados a possíveis vieses ocultos. De acordo com Diprete & Gangl
396 (2004), a *bounds analysis* fornece importantes ferramentas para avaliar o viés de
397 estimativa de efeitos causais com método *Matching* que inicia-se com estimativa ATT
398 utilizando o *matching* análise. Posteriormente, postula-se a existência de uma variável
399 omitida Z, que afeta o modelo probabilístico (i.e., *the odds* a probabilidade da variável
400 *dummy* ou Binária D=1), condicional em X. Logo, o impacto potencial de Z sobre D
401 (expresso em termos dos limites das *odds ratio*) torna-se mais intenso, o intervalo de
402 confiança dos efeitos estimados amplia-se e o nível de significância do teste da hipótese
403 nula, de que não há efeito de D sobre Y, aumenta (i.e, o p-valor eleva-se) (Diprete &
404 Gangl, 2004).

405 Em um procedimento complementar, utilizou-se o *Matching* análise para avaliar
406 a influência da localização geográfica das parcelas no desmatamento evitado para os
407 anos de 1996 a 2010. Para essa análise, apenas parcelas localizadas dentro de UCs

408 foram utilizadas e divididas em grupos para cada uma das seguintes variáveis: (1) a
409 distância de Montes Claros (parcelas próximas: de 98 a 160 km; e distantes: de 211 a
410 226 km); (2) distância de Belo Horizonte (parcelas próximas: de 381 a 425 km; e
411 distantes: 550 a 567 km); (3) a distância de estradas e rodovias (parcelas próximas: de
412 0.04 a 0.45km; e distantes: de 6 a 10.4 km); (4) declividade (parcelas planas: 0-3%; leve
413 ondulado - 8-20%, forte ondulado - 20-45%, montanhoso - 45-75%). Os procedimentos
414 da *Matching* análise foram realizados de acordo com a descrição prévia e o ATT foi
415 utilizado para comparar a diferença das médias das taxas de desmatamento entre os
416 grupos definidos para cada uma das variáveis acima.

417 Todo o procedimento estatístico foi realizado no software STATA 11 utilizando
418 as rotinas *psmatch2*, *pstest* e *rbounds*.

419 **3. Resultados**

420 *3.1 Adequações dos modelos utilizados*

421 De uma maneira geral, as co-variáveis apresentaram significante ao nível
422 estatístico para o equilíbrio dos scores propensão gerados na *Matching* análise. A
423 Tabela 2 apresenta os resultados da regressão logística, na qual foram estimados os
424 escores de propensão para a realização do pareamento. Para todas as co-variáveis
425 testadas, o valor de p foi menor que 0.005, indicando que essas co-variáveis
426 contribuíram consideravelmente para o ajuste geral do modelo *Matching*. No *Matching*
427 análise, outra forma de verificar o ajuste geral do modelo logístico é a através do Pseudo
428 R^2 , que pode variar entre 0 (nenhum ajuste) e 1 (ajuste perfeito) (Hair *et al.*, 2009). A
429 adequação do modelo foi aceitável ao nível do pseudo- R^2 com 0.70. Estes resultados
430 sugerem que as co-variáveis selecionadas para o *Matching* análise foram adequadas para
431 prever o desmatamento evitado pelas UCs selecionadas.

432 **Table 2.** Parâmetros estatísticos da regressão logística (modelo logit) para 21 co-
 433 variáveis usadas na *Matching* análise Coef. = coeficientes de correlação e SE = error
 434 padrão. A regressão logística utiliza a variável dependente *dummy* (Binária) é as co-
 435 variáveis para obter valores preditos dadas as características observáveis.

Co-variáveis	Coef.	SE	ZScores	pValues	95%Conf.	Interval
População(2010)	-0.0070	< 0.001	-8.72	< 0.001	-0.0086	-0.0054
PIB(2000)	-0.0025	< 0.001	-8.13	< 0.001	-0.0032	-0.0019
PIB(2001)	0.0079	< 0.001	9.18	< 0.001	0.0062	0.0096
PIB(2002)	-0.0075	< 0.001	-8.23	< 0.001	-0.0093	-0.0057
PIB(2005)	0.0009	< 0.001	7.07	< 0.001	0.0006	0.0012
PIB(2007)	-0.0004	4.9x10 ⁵	-9.78	< 0.001	-0.0005	< 0.001
PIB(2009)	0.0009	8.6x10 ⁵	10.80	< 0.001	0.0007	0.001
Saneamento Básico Inadequado(2010)	0.5228	0.056	9.31	< 0.001	0.4127	0.6328
Matric. Ensino Fundamental(2009)	0.0195	< 0.005	7.04	< 0.001	0.0141	0.0249
Matric. Ensino Médio (2009)	0.0647	0.007	9.11	< 0.001	0.0507	0.0786
Distância de Belo Horizonte	0.0661	0.006	10.58	< 0.001	0.0539	0.0784
Declividade(SRTM)	0.2687	0.088	3.04	<0.005	0.0951	0.4422
Elevação (SRTM)	0.0039	< 0.001	6.20	< 0.001	0.0027	0.0052
Pastagens degradadas (2006)	-0.0338	0.007	-4.35	< 0.001	-0.0490	-0.0186
Pastagens Naturais(2006)	-0.0388	< 0.005	-8.65	< 0.001	-0.0477	-0.0300

436

437

438 **Tabela 2.** Continuação

Co-variáveis	Coef.	SE	ZScores	pValues	95%Conf.	Interval
Pastagens em boas condições(2006)	0.0284	< 0.005	6.56	< 0.001	0.0199	0.0369
Aptidão Agrícola(2008)	-0.1792	< 0.005	-4.92	< 0.001	-0.2507	-0.1078
Clima	-10.6878	1.189	-8.98	< 0.001	-13.0197	-8.3559
Distância das Rodovias principais	0.1211	0.009	12.29	< 0.001	0.1018	0.1404
Distância de rodovias secundárias e estradas vicinais	0.2877	0.032	8.99	< 0.001	0.2249	0.3504
Distância de Montes Claros	-0.0434	0.007	-5.51	< 0.001	-0.0588	-0.0279
Constante	-48.058	3.517	-13.66	< 0.001	-54.9534	-41.1641

439 Prob > chi2 = < 0.001; Pseudo R² = 0.7093; Number of obs. = 5093

440

441 Houve uma forte redução dos vieses das co-variáveis após o pareamento
442 realizado na análise *Matching* (Tabela 3). Esses vieses surgem principalmente pelo fato
443 das parcelas do tratamento (dentro das UCs) e controle (fora das UCs) não obterem
444 valores semelhantes entre as co-variáveis, tornando menos robustos os resultados de
445 desmatamento evitado. Como o modelo *Matching* realiza o pareamento dos valores
446 mais semelhantes das co-variáveis, espera-se que os valores das co-variáveis sejam mais
447 semelhantes entre as parcelas tratadas e controle depois do *Matching* análise. Isso foi
448 observado no presente estudo, com a redução do viés em 19 co-variáveis e redução
449 superior a 90% das seguintes co-variáveis: População-2010, Produto Interno Bruto
450 (2000, 2001, 2002, 2005, 2007, 2009), número de alunos matriculados no ensino
451 fundamental e médio e área ocupada por pastagens naturais (Tabela 3). Para as co-

452 variáveis Declividade e Elevação, houve aumento do viés após a *Matching* análise
 453 (redução negativa; Tabela 3).

454

455 **Table 3.** Parâmetros estatísticos que descrevem o comportamento das co-variáveis antes
 456 e após a *Matching* análise, com o percentual de viés contido e reduzido nos escores de
 457 cada co-variável para as parcelas controle (fora das UCs) e tratamento (dentro das UCs).

Co-variáveis	Descrição	Mean		Viés	%redução Viés
		Treatado	Controle		
População(2010)	Unmatched	17566	31014	-29.6	95.5
	Matched	17729	17120	1.3	
PIB(2000)	Unmatched	32468	85552	0.1	99.7
	Matched	32683	32514	-29.8	
PIB(2001)	Unmatched	34035	93506	-30.7	99.5
	Matched	34253	33973	0.1	
PIB(2002)	Unmatched	39392	1.1 x 10 ⁵	31.3	99.8
	Matched	39671	39535	0.1	
PIB(2005)	Unmatched	60234	61585	-0.3	99.1
	Matched	60628	1.6 x 10 ⁵	-31.6	
PIB(2007)	Unmatched	1.2 x 10 ⁵	1.2 x 10 ⁵	-21.7	98
	Matched	1.2 x 10 ⁵	1.2 x 10 ⁵	0.3	
PIB(2009)	Unmatched	1.4 x 10 ⁵	2.5 x 10 ⁵	-23.4	96
	Matched	1.4 x 10 ⁵	1.5 x 10 ⁵	-0.8	
Saneamento Básico Inadequado (2010)	Unmatched	33.06	26.43	54.6	87.1
	Matched	33.26	32.38	7	
Matric. Ensino Fundamental (2009)	Unmatched	3794.20	5651.30	-25.4	95.8
	Matched	3831.30	3752.70	1.1	
Matric. Ensino Médio (2009)	Unmatched	870.33	1537.90	-29	91.3
	Matched	880.28	822.11	2.5	
Distância das Rodovias principais	Unmatched	16.14	10.19	57.6	26.4
	Matched	16.64	12.25	42.4	

458 **Tabela 3.** Continuação
459

Co-variáveis	Descrição	Mean		Viés	%redução Viés
		Treatado	Controle		
Distância de rodovias secundárias e estradas vicinais	Unmatched	3.38	2.16	42.8	17.9
	Matched	3.46	2.46	52.1	
Distância de Montes Claros	Unmatched	175.42	147.02	-16.1	67.9
	Matched	174.96	184.07	50.3	
Distância de Belo Horizonte	Unmatched	496.80	433.67	79.8	79.7
	Matched	496.30	509.15	16.2	
Declividade(SRTM)	Unmatched	2.01	2.02	-2.8	-117.1
	Matched	2.00	1.95	6.1	
Elevação(SRTM)	Unmatched	726.72	697.97	16.7	-26.6
	Matched	732.43	696.04	21.1	
Pastagens degradadas (2006)	Unmatched	175.79	229.76	-27.0	31.1
	Matched	176.48	213.65	-18.6	
Pastagens naturais (2006)	Unmatched	549.52	412.65	41.6	94.3
	Matched	551.97	544.11	2.4	
Pastagens em boas condições (2006)	Unmatched	592.36	658.88	-16.8	65.9
	Matched	598.86	621.52	-5.7	
Aptidão agrícola	Unmatched	2.95	3.63	-32.9	26.2
	Matched	2.94	3.45	-24.3	
Clima	Unmatched	1.23	1.42	-32.6	7.8
	Matched	1.22	1.40	-30.1	
Pastagens naturais (2006)	Unmatched	549.52	412.65	41.6	94.3
	Matched	551.97	544.11	2.4	
Pastagens em boas condições (2006)	Unmatched	592.36	658.88	-16.8	65.9
	Matched	598.86	621.52	-5.7	
Aptidão agrícola	Unmatched	2.95	3.63	-32.9	26.2
	Matched	2.94	3.45	-24.3	
Clima	Unmatched	1.23	1.42	-32.6	7.8
	Matched	1.22	1.40	-30.1	

460

461 3.2 Unidades de conservação e desmatamento evitado

462 A análise de *Matching* indicou que a criação de UCs contribuiu para o
463 desmatamento evitado na região norte de Minas Gerais (Tabela 4). Diferenças de
464 percentuais negativos indicam desmatamento evitado por parcelas tratadas (dentro de
465 UCs) e percentuais positivos indicam o contrário (parcelas controle tiveram maior
466 desmatamento evitado). No período anterior à criação das UCs (1986-1996), uma
467 diferença positiva no ATT indicou que as parcelas localizadas nas áreas onde estas
468 seriam criadas apresentavam maiores taxas de desmatamento do que parcelas fora
469 dessas (desmatamento evitado pelas parcelas fora de UCs = 1.91%; Tabela 4). No
470 período após a criação das UCs (1996-2010), o percentual estimado de desmatamento
471 evitado foi de -2.5% (Tabela 4). Assim, as parcelas dentro das UCs apresentaram uma
472 redução das taxas de desmatamento comparado às parcelas fora das UCs.

473

474 **Tabela 4.** Estimativa do impacto das UCs no desmatamento evitado (%) antes e após o
475 *Matching* análise em dois intervalos temporais: 1986 a 1996 (antes da criação das UCs)
476 e 1996 – 2010 (após a criação das UCs). ATT = Efeito do Tratamento Médio sobre o
477 Tratado”

Variável	Amostra	Tratamento(%)	Controle(%)	Diferença(%)
Taxa desmatamento	Unmatched	-0.60	-3.45	2.85
1986 a 1996	ATT	-0.61	-2.53	1.91
Taxa desmatamento	Unmatched	-1.85	2.66	-4.51
1996 a 2010	ATT	-1.79	0.72	-2.52

478

479 3.3 Efeitos da localização geográfica

480 A localização geográfica das parcelas situadas dentro das UCs afetou
481 significativamente o impacto que elas possuem no desmatamento evitado. Parcelas em
482 UCs próximas a grandes centros urbanos evitaram uma maior porcentagem de

483 desmatamento que parcelas distantes (valores de ATT para Montes Claros: -7.6% vs. -
 484 0,7%; Belo Horizonte: -17.3% vs. -2.8%; Tabela 5). Além disso, parcelas em UCs
 485 distantes de estradas e rodovias do Norte de Minas Gerais não tiveram impacto no
 486 desmatamento evitado (ATT = 2%), mas o contrário foi observado para parcelas
 487 próximas a elas (ATT = -5.3%). Resultados semelhantes foram observados em relação à
 488 declividade do terreno: parcelas em terrenos planos são mais eficazes para evitar o
 489 desmatamento (-5.1%) que amostras localizadas em terrenos com declives ondulados,
 490 forte ondulados e montanhosos (ATT = 4.5%; Tabela 5). Alguns modelos apresentaram
 491 baixos valores de pseudo-R², possivelmente devido à diminuição do número das
 492 amostras ocorrida com a divisão das parcelas em subgrupos de acordo com cada tipo de
 493 variável analisada.

494
 495 **Tabela 5.** Estimativa dos impactos do desmatamento evitado das parcelas em diferentes
 496 características do espaço geográfico. Resultados dos ATT expressos em percentuais após
 497 o Matching análise. Essas análises foram conduzidas apenas para o intervalo temporal
 498 de 1996 a 2010, após o estabelecimento das UCs. As diferenças estatísticas foram
 499 significativas ($p < 0.001$) para os modelos. Entre parênteses é indicado o Pseudo R²

Variável	<i>Matching</i> Análise – Estimativa de impacto	
Distância de Montes Claros	De 98 a 160 km -7,6 (0.8390)	De 211 a 226 km -0,7(0.681)
Distância de Belo Horizonte	De 381 a 425 km -17,34(0.8774)	De 550 a 567 km -2,8(0.833)
Distância de Rodovias e estradas vicinais	De 0.04 a 0.45km -5,3(0.2764)	De 6 a 10.4 km 2 (0.621)
Declividade do Terreno	Leve (0-3%) -5,1(0.5245)	Ondulado, forte ondulado, montanhoso 4,5 (0.569)

500

501 3.4 Sensibilidade dos resultados

502 A avaliação da sensibilidade dos resultados, em relação ao viés oculto, indicou
 503 um valor Gamma crítico (o valor até o qual o p permanece menor que 0.05) de 1.5 para
 504 os resultados do *Matching* análise, nos intervalos temporais de 1986 a 1996 e 1996 a
 505 2010 (Tabela 6). De acordo com Diprete & Gangl (2004), valores de Gamma crítico
 506 próximos a 1.05 são considerados inadequados para a *Matching* análise. Além disso, os
 507 valores baixos observados para $\Gamma = 1$ (Tabela 6) também indicam uma aceitabilidade
 508 dos resultados das *Matching* análise para desmatamento evitado nos dois períodos
 509 considerados, já que quando $\Gamma = 1$ indica ausência de vieses ocultos (Andam *et al.*,
 510 2008).

511

512 **Tabela 6.** Análise de *Rosenbaum Bound* para avaliar sensibilidade dos resultados das
 513 *Matching* análise para o desmatamento evitado nos períodos anteriores à criação de
 514 UCs (1986 a 1996) e após a criação das UCs (1996 a 2010). *Gama critical* (Γ) = “*log*
 515 *odds of differential assignment due to unobserved factors*”.

Γ	p value -	
	1986 a 1996	1996 a 2010
1	< 0.001	< 0.001
1.25	< 0.001	< 0.001
1.5	< 0.001	< 0.001
1.75	0.469	0.607
2	0.939	0.977
2.25	0.998	0.999
2.5	0.999	1

516 Valores do *Gama critical* (Γ) = 1 de 1.5×10^{-12} para intervalo de 1986 a 1996 e

517 8.7×10^{-13} no período de 1996 a 2010.

518 4. Discussão

519 4.1 Adequação dos modelos utilizados

520 A seleção das co-variáveis utilizadas no modelo da *Matching* análise pode ser
521 considerada apropriada para aproximar o nível de semelhança das parcelas controle
522 (fora das UCs) com as amostras do tratamento (dentro das UCs), uma vez que todas
523 afetaram significativamente a estabilização dos scores de propensão. Em relação à
524 qualidade do pareamento, observou-se que houve redução de viés para a maioria das co-
525 variáveis, principalmente para as socioeconômicas (mais de 90% de redução). Porém,
526 algumas co-variáveis tiveram pouca diminuição de viés e outras, como declividade e
527 altimetria, tiveram o viés aumentado. Uma possível explicação para essas diferenças é o
528 método de obtenção das co-variáveis para cada parcela. As co-variáveis
529 socioeconômicas foram organizadas por municípios e posteriormente separadas por
530 parcelas. *Matching*. Assim, parcelas dentro de determinado município obtiveram os
531 mesmos valores, o que poderia exacerbar as diferenças entre os grupos de parcelas
532 localizados em municípios diferentes. Desse modo, as co-variáveis separadas por
533 município já teria vieses baixos anterior a análise Já para a maioria das co-variáveis,
534 principalmente as métricas, os valores foram determinados para cada parcela
535 individualmente, não havendo a necessidade de predeterminá-las por município.
536 Portanto, a pouca redução do viés das co-variáveis métricas podem ser atribuídas à
537 grande variedade das características da paisagem ao longo do espaço geográfico, que
538 não foram compensados na análise *Matching* (Haruna & Pfaff, 2010).

539

540 4.2 Unidades de conservação e desmatamento evitado

541 De uma maneira geral, os resultados permitem afirmar que as cinco UCs criadas
542 no norte de Minas Gerais na década de 1990 foram eficazes para a redução do
543 desmatamento dentro das UCs, apesar das taxas de desmatamento evitado ter sido

544 relativamente baixas (2.5% em 14 anos, entre 1996 a 2010). Em termos absolutos, isso
545 significa que os 956 km² contidos nas cinco UCs evitaram a derrubada de 23 km² das
546 fitofisionomias da FTSs e do Cerrado em 14 anos. Entretanto, é necessário ressaltar que
547 houve uma tendência geral de redução do desmatamento nas fitofisionomias de FTS e
548 do Cerrado do Norte de Minas Gerais. Assim, no intervalo de 1986 a 1996 a FTS e o
549 Cerrado perderam 1.627 km² (8.47%) e 3.452 km² (3.42%), respectivamente. Já no
550 intervalo de 1996 a 2006, a área perdida nessas fitofisionomias caiu para 600 km² na
551 FTS e 1.110 km² no Cerrado e (2.3% e 6.8%, respectivamente). A redução nas taxas de
552 desmatamento nas duas fitofisionomias da primeira para a segunda década de análise se
553 deve a mudanças na política de desenvolvimento do governo, com redução de
554 incentivos ao crescimento econômico na região; e à inclusão das FTSs do norte de
555 Minas Gerais na legislação da Mata Atlântica, com a conseqüente proibição de seu
556 desmatamento (Espírito-Santo *et al.* 2009, 2011).

557 É também importante ressaltar que os resultados da análise Matching indicaram
558 que, no período anterior à criação das UCs (entre 1986 e 1996), as taxas de
559 desmatamento nas áreas onde as UCs seriam estabelecidas foram mais altas em relação
560 às parcelas localizadas em áreas que não foram transformadas em UCs. Isso sugere, a
561 princípio, que pelo menos uma parte das UCs analisadas foram realmente estabelecidas
562 em áreas de pressão antrópica alta. Muitas delas estão concentradas em áreas favoráveis
563 à agricultura, como nas planícies da Depressão São-Franciscana (REBIO Serra Azul,
564 PAR Mata Seca) e em áreas de chapadas (PAR Veredas do Peruaçu e PAR Serra das
565 Araras) (Clemente *et al.*, 2013). Além disso, as três UCs (PAR Mata Seca, REBIO Serra
566 Azul e PAR Serra das Araras) estão muito próximas a grandes perímetros agrícolas
567 (Projeto Jaíba no caso das duas primeiras e Chapada Gaúcha na terceira), o que são
568 indicadores para provável intensificação das taxas de desmatamento nessas áreas

569 durante o período avaliado. Uma das UCs (PAR Estadual Grão Mogol) está localizada
570 na Serra do Espinhaço (declividade forte e elevação acentuada) e sofreu menor pressão
571 antrópica nas últimas duas décadas, mas a descoberta recente de minério de ferro
572 certamente representa uma forte ameaça de aumento de distúrbios também nessa área,
573 embora seja mais situado.

574 Apesar da contribuição das UCs analisadas reduzirem o desmatamento na região
575 de estudo, tendências políticas e espaciais são notadas no Norte de Minas Gerais. A
576 política da conservação na região norte mineira tem uma relação com as condicionantes
577 ambientais referentes ao empreendimento de irrigação do projeto Jaíba (Barbosa &
578 Santos, 2008). Ao final da década de 1990, foram criadas sete UCs de proteção integral,
579 afim de obedecer a condições impostas pelo Conselho de Políticas Ambientais –
580 COPAM (Barbosa & Santos, 2008). Também uma tendência é observada em relação à
581 distribuição das UCs no Norte de Minas, já que as áreas protegidas localizam-se em
582 áreas remotas (fortemente concentrada no norte do estado de Minas Gerais), em
583 altitudes elevadas e declividade acentuada (Clemente, *et al.*, 2013). Além disso, a
584 criação das UCs do Norte de Minas ocasionaram conflitos socioambientais, com o
585 encurralamento de comunidades tradicionais, como quilombolas e vazanteiros (Anaya *et*
586 *al.*, 2012). Esse conflito gerado a partir do estabelecimento das UCs no Norte de Minas
587 é contrário às diretrizes propostas na política mundial conservacionista do REDD+, que
588 garante os direitos e participação de comunidades tradicionais nesse mecanismo
589 (Cemano, *et al.*, 2010). A delimitação das UCs criadas como compensação dos danos
590 causados pelo Projeto Jaíba foi feita de forma vertical pelas agências ambientais
591 estaduais, sem consulta prévia às populações locais. Assim, ainda falta incorporar
592 efetivamente à política conservacionista brasileira a visão de que comunidades locais
593 que subsistem dos recursos naturais não são um obstáculo mas parte integrante de

594 estratégias de uso sustentável dos ecossistemas. Dessa forma, a política de criação de
595 UCs no Norte de Minas Gerais é contestável tanto na motivação (compensação
596 ambiental) como no viés de localização e na justiça social, apesar de sua relativa
597 eficiência para o desmatamento evitado nessa região.

598 De uma maneira geral, a taxa de desmatamento evitado observada para o norte
599 de Minas Gerais foi menor do que a encontrada em estudos usando *Matching* análise em
600 outros países. Andam *et al* (2008) observaram que as UCs na Costa Rica evitaram um
601 desmatamento de 5.3% entre 1981 a 1997. No Panamá, Haruna e Pfaff (2010)
602 encontraram uma contribuição das UCs para a redução do desmatamento de 12%, no
603 intervalo de 2000 a 2005. Outro exemplo é de Shwarze *et al* (2009), que utilizaram o
604 *Matching* análise para avaliar a efetividade dos programas de conservação na Indonésia.
605 Além de medir a eficácia das UCs na redução do desmatamento, esse estudo comparou
606 o analise *Matching* com outros métodos. Os resultados deste estudo sugerem um
607 impacto do programa governamental conservacionista para evitar o desmatamento entre
608 9.2% e 9.4%, dependendo das co-variáveis utilizadas. Nesse contexto, os percentuais
609 encontrados para o desmatamento evitado pelas UCs no presente estudo de caso se
610 mostraram menos eficazes em relação a outros países. É possível que isso seja
611 relacionado à deficiência de gestão e infraestrutura UCs analisadas. A maioria delas não
612 possuía, durante o período analisado, plano de manejo e infra-estrutura básica como
613 sede, portarias, torres de observação, aceiros e cercas. Há carência de guarda-parques
614 com treinamento e equipamentos adequados para a vigilância de caça, pesca e
615 desmatamentos ilegais e combate a incêndios. Tais problemas não são restritos às UCs
616 do norte de Minas Gerais e a maioria das UCs brasileiras são “paper parks” (Joppa *et*
617 *al.*, 2008). Os “*paper parks*” são teorizados com entusiasmos, mais geralmente
618 oferecem pouco ou nenhuma proteção (Joppa *et al.*, 2008). De acordo com Medeiros

619 (2011-a), apesar de o Brasil possuir a quarta maior superfície terrestre cobertas com
620 UCs no mundo (1.278.190 km²), o país enfrenta problemas como regulamentação
621 fundiária, deficiência de funcionários, falta de infraestrutura básica, ausência de plano
622 de manejo ou planos de manejos não revisados. Além disso, o Brasil tem um dos piores
623 investimentos financeiros nas UCs, com R\$ 4,43 por hectares (o melhor investimento é
624 dos EUA, com R\$ 156,12 por hectares) (Medeiros, 2011-a). O número de funcionários
625 por hectares no Brasil também é um dos piores do mundo, com um funcionário a cada
626 18.600 ha (Medeiros, 2011-a).

627

628 *Efeitos da localização geográfica*

629 A localização geográfica foi um fator determinante da eficácia das UCs, de
630 maneira que as parcelas dentro de UCs mais próximas de Belo Horizonte, Montes
631 Claros, de rodovias e estradas vicinais e em declives planos (0-3%) tiveram maior
632 impacto no desmatamento evitado. As características da paisagem têm forte influência
633 sobre a intensidade das atividades econômicas, que são concentradas em locais de fácil
634 acesso, maior viabilidade agropecuária (i.e., boa qualidade do solo, disponibilidade de
635 água, relevo plano) e próxima a mercados consumidores (Joppa & Pfaff, 2010; Pfaff *et*
636 *al.*,2009;). Assim, a função das UCs enquanto estratégia de conservação certamente
637 variará de acordo com sua localização. Áreas de declividade acentuada, remotas ou com
638 baixa aptidão agropecuária têm naturalmente menor valor de mercado e estão sob menor
639 pressão antrópica. Certamente tais áreas têm muito valor para a preservação da
640 biodiversidade, mas o estabelecimento de UCs deve ser feito prioritariamente em locais
641 sob maior ameaça de perturbação. Além disso, é necessário cuidado especial para que
642 não haja sobreposição das UCs de proteção integral a territórios de comunidades
643 tradicionais, que geralmente vivem em relativo isolamento, em áreas de difícil acesso.

644 Essas populações têm como atributos a dependência fortemente dos recursos naturais
645 para subsistência, possuem pouca articulação no mercado e baixa expressão política
646 (Anaya *et al.* 2013). A maioria das comunidades tradicionais não possuem titulação de
647 suas terras, ou seja, a demarcação legal de seus territórios pelos governos de seus países
648 (Arruda, 1997). A escolha de áreas remotas para o estabelecimento de UCs aumenta o
649 risco de expulsão dessas comunidades, com sérias consequências sociais, como vêm
650 ocorrendo no norte de Minas Gerais (Anaya *et al.* 2013). Nesses casos, é preferível o
651 estabelecimento de UCs de uso sustentável, criadas a partir de discussões com as
652 comunidades locais, já que o intuito das UCs de uso sustentável é manter a perenidade
653 dos recursos naturais de forma socialmente justa e economicamente viável (Brasil,
654 2000).

655 **Conclusões**

656 A criação de UCs no Brasil configura-se como uma das medidas mais comuns
657 dentro da política de conservação da natureza. Fora da região amazônica, têm sido
658 preferidas as UCs de proteção integral (Rylands & Brandon, 2005), pelo seu caráter
659 mais restritivo e, supostamente, mais eficiente para evitar a degradação ambiental e
660 perda das funções do ecossistema. Entretanto, ainda há muitos problemas de criação e
661 gestão dessas que comprometem a sua eficácia para a redução do desmatamento e uma
662 almejada compatibilização entre desenvolvimento econômico e social e proteção
663 ambiental. Os resultados encontrados no presente estudo de caso seguem uma tendência
664 mundial de estabelecimento de UCs em áreas remotas e com pouco valor de mercado,
665 reservando-se assim as áreas de alta aptidão agropecuária e próximas a mercados
666 consumidores para o desenvolvimento econômico. Essas áreas são, via de regra,
667 altamente impactadas, criando uma paisagem de contraste (Ribeiro e Freitas 2010) entre
668 o ambiente natural intocado e isolado e o ambiente antrópico. Essa lógica é reforçada

669 pelo processo de “compensação ambiental”, que institui a troca da destruição de vastas
670 áreas naturais pela preservação de ecossistemas isolados em UCs de proteção integral.
671 Assim, recomendamos o estabelecimento de UCs em locais sob forte ameaça de
672 degradação ambiental, como áreas próximas a estradas e cidades, onde sua eficiência
673 para o desmatamento evitado é maior.

674 No Brasil, o presente estudo é o único “que conhecemos” a utilizar a *Matching*
675 análise auxiliados pelos instrumentos das geotecnologias para avaliar o desmatamento
676 evitado das UCs. Devido à disposição não-aleatória das UCs no espaço geográfico,
677 métodos como *Matching* análise são extremamente robustos e relevantes para amenizar
678 o viés de localização, evitando superestimar o papel das UCs para a redução do
679 desmatamento como nos métodos convencionais (Joppa & Pfaff, 2010). É bastante
680 desejável que esse tipo de abordagem seja realizado em uma escala mais ampla, de
681 modo a subsidiar as políticas de conservação no Brasil e em outras partes do mundo.
682 Essa preocupação já foi exposta no programa mundial para redução da redução e
683 desmatamento evitado do REDD+, que destaca a importância de bases metodológicas
684 para a previsão do que ocorreria em termos de desmatamento e emissões de gases do
685 efeito estufa se os projetos ambientais direcionados para a conservação dos
686 ecossistemas não existisse (Parker *et al.*, 2009). Obviamente, o papel das UCs vai além
687 do desmatamento evitado (i.e., promover o desenvolvimento sustentável a partir dos
688 recursos naturais; proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa
689 científica, estudos e monitoramento ambiental; promover a educação ambiental, a
690 recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico; proteger os recursos
691 naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando
692 seu conhecimento e sua cultura; Brasil, 2000) e deve ser avaliado de acordo com o tipo

693 de ecossistema no qual estão localizadas, à luz das mudanças nas políticas estatais de
694 desenvolvimento econômico e social e de proteção ambiental.

695 **Agradecimentos**

696 Agradecemos ao professor Marcos Esdras Leite, pelas contribuições sobre a
697 teoria e prática envolvendo os recursos do Sensoriamento Remoto e SIG. Ao
698 pesquisador Manoel Reinaldo Leite pela ajuda significativa na classificação da
699 vegetação natural do norte de Minas Gerais. Somos muito gratos a Deborah Marques
700 Pereira, pelo auxílio na legislação ambiental e coerências textuais. Ao pesquisador
701 Fernando Rios Avila, da *Georgia State University* pelas orientações do *psmatch2* no
702 software STATA. Somos gratos ao Inter-American Institute for Global Change
703 Research (IAI) e à FAPEMIG pelo suporte financeiro. Ao professor e pesquisador Alex
704 Pfaff, pelas considerações a respeito da análise *Matching*. Ao Instituto Estadual de
705 Florestas - IEF, pela disponibilização das bases cartográficas. Esta pesquisa foi
706 cumprimento das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas
707 pela Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Minas Gerais, Brasil.

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719 **Referências**

- 720 Abadie, A., Drukker, D., Herr, J.L., & Imbens, G.W. (2004). Implementing Matching
721 estimators for average treatment effects in Stata. *Stata Journal*. 4, 290-311.
- 722 Abadie, A., & Imbens.G. (2002). Simple and Bias-Corrected Matching Estimators.
723 Tech. rep Department of Economics. UC Berkeley.
- 724 Angelsen, A., Brockhaus, M., Sunderlin, W.D & Verchot, L.V. (2012). Analysing
725 REDD+:Challenges and choices. CIFOR, Bogor, Indonesia.1, 1-357.
- 726 Angelsen, A., Brockhaus, M., Kanninen, M., Sills, E & Sunderlin, W. D. (2009). Wertz-
727 Kanounnikoff, S; Realising REDD+: national strategy and policy options. CIFOR,
728 Bogor, Indonesia. 1, 1-295.
- 729 Anaya, F. C., Barbosa, R. S & Espirito Santo, M.M. (2012). Conflicts Between
730 Tradicional Population and Parks in a Tropical Dry Forest Region of Brazil: are
731 conservation units of restricted use effective for conservation? in Congress of the
732 Association for Tropical Biology and Conservation. 1, 1-12.
- 733 Anaya, F., Barbosa, R. S. & Zhouri, A. (2013). Conflicts Between Conservation Units
734 And Traditional Communities In A Brazilian Tropical Dry Forest. In: Sánchez-
735 Azofeifa A., Powers J., Fernandes GW., Quesada M (Eds.). *Human and*
736 *Biophysical Dimensions of Tropical Dry Forests in the Americas*. Taylor &
737 Francis Group, Boca Raton, Florida. 1, 221-245.
- 738 Andrade, M. I & Pero, V. (2011). Direitos de Propriedade e Bem-Estar: Avaliação do
739 impacto do programa de regularização fundiária na Quinta do Caju. *Pesquisa e*
740 *Planejamento Econômico* (Rio de Janeiro), 41; 29-69.
- 741 Andam, S. K., Ferraro, P., Paff, A., Sanches-Azofeifa, G.A & Robalino, J. (2008).
742 Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation .
743 *Proceedings of the National Academy of Sciences- PNAS*. 105, 16089–16094.

744 Andam, S. K., Ferraro, P., Paff. A & Azofeifa, G. A. S. (2007). Protected Areas And
745 Avoided de forestation: A Statistical Evaluation. Global Environment Facility
746 Evaluation Office. 1, 1-48.

747 Arruda, R. (1997). Populações 'Tradicionais' e a proteção dos recursos naturais em
748 Unidades de Conservação. In Anais I Congresso Brasileiro de Unidades de
749 Conservação. Conferências e Palestras. Curitiba, Brasil. 1, 262-276.

750 Sanches-Azofeifa, G. A., Daily, G.C., Pfaff, A. S. P & Busch,C. (2003). Integrity and
751 isolation of Costa Rica's national parks and biological reserves: examining the
752 dynamics of land-cover change (2003). Biological Conservation. 109, 123–135.

753 Assad, E. D & Sano, E. E. (1998). Sistema de informações geográficas. Aplicações na
754 agricultura. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CPAC. 2, 1-423.

755 Barbosa, R. S & Santos, F. D. (2008). Unidades De Conservação, Conflitos Sócios
756 Ambientais e o Encurralamento das Populações Locais no Norte de Minas. XLVI
757 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia
758 Rural. 1-14.

759 Becker, S. O & Ichino, A. (2002) Estimation of average treatment effects based on
760 propensity scores. The Stata Journal. 4, 358–377.

761 Becker, S. O., Caliendo, M. (2007). Estimation of average treatment effects based on
762 propensity scores. The Stata Journal; 7, 71–83.

763 Boggione, G. A., Silva, M. V. A., Junior, N. R. C., Teles, T.L & Nazareno, N. R. X.
764 (2009). Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Brasil, Natal. 14, 1739-
765 1746.

766 Brasil. Lei nº. 9.985. (2000). Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação -
767 SNUC.

768 Caliendo, M & Kopeinig, S. (2005). Some practical guidance for the implementation of
769 propensity score matching. IZA Discussion Paper. Bonn Germany, 1588, 1-29.

770 Câmara, G. E & Medeiros, J. S. (1998). Princípios básicos em Geoprocessamento. In:
771 Assad, E. D & Sano, E. E. (1998). Sistema de informações geográficas;
772 Aplicações na agricultura. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CPAC. 2, 3-11.

773 Carvalho, L. G., Oliveira M. S., Alves, M. C., Vianello, R. L., Sedyama, G. C., Castro
774 Neto, P & Dantas, A. A. A. (2008). Capítulo 4: Clima. In Scolforo, J. R. (Coord.).
775 Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais. Sistema Estadual do Meio
776 Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA. Belo Horizonte, Brasil.1, 89-102.

777 Cenamo, M. C., Pavan, M. N., Barros, A. C & Carvalho, F. (2010). Guia sobre Projetos
778 de REDD+ na América Latina. Manaus, Brasil. 1, 1-96.

779 Clemente, C.M.S., Espírito-Santo, M. M., Leite, M. R., Leite, M. E & Pereira, D. M.
780 (2013). O uso das geotecnologias como suporte à análise da distribuição espacial
781 das unidades de conservação de uso integral no Norte de Minas Gerais. in:
782 Geotecnologias e estudos Geográficos. (2013). Ed. Unimontes. 1, 160-185.

783 Cochran, W. G. (1965). The planning of observational studies of human populations
784 (with Discussion). Journal of the Royal Statistical Society. 128, 134–155.

785 Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF. (1999).
786 Reserva Biológica do Jaíba, Etapa I, Plano de Manejo.1, 4-137.

787 Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF. Projeto de
788 Irrigação do Jaíba. Desenvolvimento sustentado, novas oportunidades de
789 mercado, justiça social. (Manual informativo).

790 D'alge, J. C. L. (1987). Qualidade Geométrica de Imagens TM do Landsat–5. Instituto
791 Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, Divisão de Processamento Digital de
792 Imagens – DPI. Congresso Brasileiro de Cartografia, 1-12.

793 Diegues, A. C & Arruda, R. S. V. (org). (2011). Saberes Tradicionais e Biodiversidade
794 no Brasil. Brasília, Brasil. Ministério do Meio Ambiente - MMA. 1-211.

795 Diprete, T. A & Gangl, M.(2004). Assessing Bias in the Estimation of Causal Effects:
796 Rosenbaum Bounds on Matching Estimators and Instrumental Variables.
797 Sociological Methodology, Estimation with Imperfect Instruments. Duke,
798 University Social Science Centre Berlin (WZB). 1, 1-60.

799 Drummond, G. M. Atlas da Biodiversidade de Minas. (2005). Síntese das áreas
800 prioritárias de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte. 2, 163-178.

801 Drummond, J. A., Franco, J. L. A & Oliveira, D. (2011). Uma análise sobre a história e
802 a situação das Unidades de Conservação no Brasil. in: Conservação da
803 biodiversidade: legislação e políticas públicas. Conservação da biodiversidade:
804 legislação e políticas públicas . Brasília: Câmara dos Deputados. 2, 341-387.

805 Envi 4.7. (2010). Decision Tree Classification:Tutorial. 1-7.

806 Empresa Brasileira Agropecuária – EMBRAPA. (2004). Mapeamento de solos e
807 aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro. Embrapa
808 Solos. 1, 1-95.

809 Empresa Brasileira Agropecuária – EMBRAPA. (2009). O Sistema Brasileiro de
810 Classificação de Solos. 2; 1-359.

811 Empresa Brasileira Agropecuária – EMBRAPA. (2005). Brasil em Relevo,Sensor
812 ShuttleRadarTopographMissio.<[http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/
813 index.htm](http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm)>. Acesso em: Março 2012.

814 Espírito-Santo, M. M., Sevilha, A. C., Anaya, F. C., Barbosa, R. C., Fernandes, G. W.,
815 Sanchez-Azofeifa, G. A., Scariot, A. O., Noronha, S. E & Sampaio, C. (2009).
816 Sustainability of tropical dry forests: two case studies in southeastern and central
817 Brazil. Forest Ecology and Management. 258, 922–930.

- 818 Espírito-Santo, M. M., Fernandes, G. W., Barbosa, R. S & Anaya, F. C. (2011). Mata
819 seca é mata atlântica? *Ciência Hoje*. 288, 74-76.
- 820 Fernandez, P. A & Pessôa, V.L.S. (2011). O cerrado e suas atividades impactantes: uma
821 leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada. *Observatorium:*
822 *Revista Eletrônica de Geografia*. 7, 19-37.
- 823 The Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. Forest resources
824 assessment (1990). Survey of tropical forest cover and study of change processes.
825 1995. FAO Forestry. Rome, Italy. 130, 1-152.
- 826 Gurgel, H. C., Hargrave, J., Araújo, F. F. S., Holmes, R. M., Ricarte, F. M., Dias, B. F.
827 S., Rodrigues, C. G. O & Brito, M. C. W. (2011). Unidades de conservação e o
828 falso dilema entre conservação e desenvolvimento. In: Rodrigo Medeiros; Fábio
829 França Silva Araújo (Org.). (2011). Dez anos do Sistema Nacional de Unidades
830 de Conservação da Natureza. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.1., 31-55.
- 831 Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E & Tatham, R.L. (2009) . Análise
832 Multivariada de Dados. Tradução Sant’Anna, A. S. Ed. Bookman; Porto Alegre,
833 Brasil. 6, 1-688.
- 834 Haruna. A & Pfaff. A. (2010) Measuring Protected Areas’ Impact On Deforestation In
835 Panama. Masters Projets. School of the Environment Duke University. 1-39.
- 836 Heckman, J., Ichimura, H. & Todd, P. (1997). Matching As An Econometric Evaluation
837 Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Program. *Review of*
838 *Economic Studies*. 64, 605-654.
- 839 Honey-Rosés, J., Baylis, K & Ramirez, M. I. (2011). A Spatially Explicit Estimate of
840 Avoided Forest Loss. *Conservation Biology*. 25, 1032–1043.

841 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2006). Censo Agropecuário;
842 Pastagens degradadas, em boas condições, naturais e degradadas, <[http://](http://www.ibge.gov.br/home/)
843 <http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: Junho 2012.

844 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2010). Saneamento Básico
845 Inadequado. <[http://](http://www.ibge.gov.br/home/) <http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: Junho 2012.

846 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2010). Censo População.
847 .<[http://](http://www.ibge.gov.br/home/) <http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: Junho 2012.

848 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2010). Números de matriculados
849 no ensino fundamental e médio.<[http://](http://www.ibge.gov.br/home/) <http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso
850 em: Junho 2012.

851 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2000, 2001, 2002, 2003, 2004,
852 2005, 2006, 2007, 2009). Produto Interno Bruto- PIB.
853 <[http://](http://www.ibge.gov.br/home/)<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: Junho 2012.

854 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2007). Sedes Municipais do
855 Brasil. [http://](http://www.ibge.gov.br/home/)<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: Junho 2012.

856 Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBIO. (2011). Limites das Unidades de
857 Conservação/Biomass).<[http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-](http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao)
858 [de conservacao](http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao)>. Acesso em: Julho 2012.

859 Instituto Estadual de Floresta – IEF (MG). Limites das Unidades de Conservação de
860 Minas Gerais. (2013). < <http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/>>

861 International Union for Conservation of Nature- IUCN. (2003). United Nations List of
862 Protected Áreas. 1-27.

863 Joppa, L. N., Loarie, S. R & Pimm, S. (2008). On the protection of “protected areas”.
864 Proceedings of the National Academy of Sciences- PNAS. 105, 6673–6678.

865 Joppa, L. N & Pfaff, A. (2010). Reassessing the forest impacts of protection The
866 challenge of nonrandom location and a corrective method. *Annals Of The New*
867 *York Academy Of Sciences*. 1185, 135–149.

868 Joppa, L. N., Loarie, S. R & Pimm, S. L. (2008). On the protection of “protected
869 areas”. *Proceedings of the National Academy of Sciences- PNAS*. 105, 6673–
870 6678.

871 Khandker, S. R., Koolwal, G. B & Samad, H. A. (2010). *Handbook on Impact*
872 *Evaluation Quantitative Methods and Practices*. The International Bank for
873 *Reconstruction and Development / The World Bank*.1-231.

874 Larrosa, C. (2011) *The effectiveness of a range of protected area governance and*
875 *management regimes in reducing deforestation: the Eastern Arc Mountains of*
876 *Tanzania*. Master of Science. Imperial College London. 1-104.

877 MacArthur, R. H & Wilson, E. O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*.
878 Princeton, N. J. Princeton University Press.

879 Martins, E. S. F. (2010). *Avaliação de Exatidão Cartografica de Dados SRTM e*
880 *atualização das Cartas Plani-Altimetrica Sabinopolis – NE do Para*. Dissertação.
881 Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências. 1-54.

882 Mas, J. (2005). *Assessing protected area effectiveness using surrounding (buffer) areas*
883 *environmentally similar to the target area*. *Environmental Monitoring and*
884 *Assessment*. 105, 69-80.

885 Medeiros, R., Young, C. E. F., Pavese, H. B. & Araújo, F. F. S. (2011- a). *Contribuição*
886 *das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional*. Sumário
887 *Executivo*. Brasília. UNEP-WCMC. 1, 1-44.

888 Medeiros, R., Young, C. E. F., Pavese, H. B., Araújo, F. F. S., Pereira G.S; Rodrigues,
889 C. G. O., Valverde, Y., Pinto, E. M., Stein, B., Gurgel, H. C., Santos, F.R.P &

890 Neves, L. H. (2011-b). Unidades de conservação e desenvolvimento: a
891 contribuição do SNUC para economia nacional; In: Medeiros, R & Araújo, F. F.
892 S.(Org.). Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da
893 Natureza. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 57-88.

894 Ministério do Planejamento e Orçamento. (1998). DGC noções básicas de cartografia.
895 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Diretoria de Geociências.
896 Rio de Janeiro. 1, 1-127.

897 Ministério do Transporte. (2012). Banco de Informações e Mapas de Transportes.

898 *Morgan, S .L & Winship, C. (2007). Counterfactuals and Causal Inference:Methods*
899 *and Principles for Social Research.* New York: Cambridge University Press. 1, 1-
900 317.

901 Murray, B. C. (2008). Leakage from an Avoided Deforestation Compensation Policy:
902 Concepts, Empirical Evidence and Corrective Policy Options. Nicholas Institute
903 for Environmental Policy Solutions. Duke University. Canada. 1-29.

904 Nelson, A & Chomitz, K.M. (2009). Protected Area Effectiveness in Reducing Tropical
905 DeforestationA Global Analysis of the Impact of Protection Status. The World
906 Bank. Washington. 1-5.

907 Novo, E. M. L. (2008). Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. São Paulo:
908 Edgard Blucher LTDA. 4,1-388.

909 Resende A. C. C. (2006). Avaliando resultados de um programa de transferência de
910 renda: O impacto do Bolsa-Escola sobre os gastos das famílias brasileiras.
911 Dissertação. Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e
912 Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas.1-110.

913 Ribeiro, K. T & Freitas, L. (2010). Impactos potenciais das alterações no Código
914 Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. *Biota*
915 *Neotropica*. 4, 239-246.

916 Rylands, A. B & Brandon, K. (2005). Unidades de conservação brasileiras.
917 *Megadiversidade*. 27-36.

918 Rocha, A. A & Barbosa, R. S. (2012). Mata Atlântica ou Caatinga? Conflitos
919 Socioambientais e disputas sócias judiciais em torno das Matas Secas no Norte de
920 Minas Gerais. III Congresso de Desenvolvimento Social: (Des)igualdades Sociais
921 e Desenvolvimento. Montes Claros, Brasil. Universidade Estadual de Montes
922 Claros – UNIMONTES.

923 Rosenbaum, P & Rubin, D. B. (1983). The Central Role of the Propensity Score in
924 Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*. 70, 41-55.

925 Rosenbaum, P. (2002). *Observational Studies*. Springer-Verlag. New York. 3, 1451–
926 1462.

927 Rosa, R & Brito, J. L. S. (1996). *Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de*
928 *Informação Geográfica*. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Brasil.
929 1-104.

930 Rubin, D. B & Thomas, N. (1996). Matching Using Estimated Propensity Scores:
931 Relating Theory to Practice. *Biometrics*. 52, 249-264.

932 Sanchez-Azofeifa, G. A., Kalacska, M., Quesada, M., Calvo, J., Nassar, J & Rodriguez,
933 J P. (2005). Need for integrated research for a sustainable future in tropical dry
934 forests. *Conservation Biology*. 19, 1-2

935 Santos, P. R., Gaboardi, C & Oliveira, L. C. (2006). Avaliação da Precisão Vertical dos
936 Modelos SRTM para a Amazônia. *Revista Brasileira de Cartografia*. 58, 101-107.

- 937 Schwarze, S., Erasmi, S., Priess, J. A & Zeller, M. (2009). Do National Parks reduce
938 deforestation? The effectiveness of the Lore-Lindu National Park in Indonesia.
939 STORMA. Göttingen, Germany. Bogor, Indonesia. 30, 1-15.
- 940 Scolforo, J. R., Oliveira, A.D & Carvalho, L. M. T., Mello, J.M., Filho, A.T.O., Silva,
941 C.P.C., Campos, S.R.S. (2006). Inventário Florestal do Estado de Minas Gerais.
942 Instituto Estadual de Floresta – IEF. Universidade Federal de Lavras – UFLA.
- 943 Shafer, C. L. (1997) Terrestrial nature reserve design at the urban/rural interface. In:
944 Schwartz, M.W. (Ed.). Conservation in Highly Fragmented Landscapes. Chapman
945 and Hall, New York. 345–378.
- 946 Sills, E. O., Pattanayak, S. K., Ferraro, P.J & Alger, K. (2006). Abordagens analíticas na
947 avaliação de impactos reais de programas de conservação. in Megadiversidade,
948 Desafios econômicos para a conservação ambiental. 2, 39-49.
- 949 Silva, A.C. (2006). Dilemas da agricultura familiar irrigada no Projeto Jaíba, 2006;
950 Dissertação. Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa, Brasil. 1-89.
- 951 Sparovek. G., Ludwig, A. E. P., Maule, R. F & Martins, S. P. (2008). Estudos de
952 Reordenamento Agrário, avaliação de impacto do programa nacional de créditos
953 fundiário. Ministério do Desenvolvimento Agrário – Secretaria de Reordenamento
954 Agrário. 2, 1-176.
- 955 Parker, C., Mitchell, A., Trivedi, M & Mardas, N. (2009). The Little REDD+ Book.
956 Global Canopy Programme John Krebs Field Station Oxford OX2 8QJ UK. 2, 1-
957 136.
- 958 Pereira, A. M. (2007). Cidade média e região: o significado de Montes Claros no Norte
959 de Minas Gerais. Tese. Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Uberlândia,
960 Brasil. 1-351.

961 Pfaff, A., Robalino, J., Sanchez-Azofeifa, G. A., Andam, K.S & Ferraro, P. J. (2009).
962 Park Location Affects Forest Protection: Land Characteristics Cause Differences
963 in Park Impacts across Costa Rica. *The B.E. Journal of Economic Analysis &*
964 *Policy*.

965 Silva, T. I & Rodrigues, S. C. (2009). Tutorial de Cartografia Geomorfológica –
966 ArcGIS 9.2 e Envi 4.0. *Manuais Técnico. Revista Geografia Acadêmica*. 3, 85-94.

967 Valeriano, M. M. (2008). Dados Topográficos. In: *Geomorfologia: conceitos e*
968 *Tecnologias Atuais / Teresa Gallotti Florenzano*. São Paulo : Oficina de textos.
969 31- 71.

970 Whittaker, R. J & Fernández-Palacios, J. M. (2007). *Island Biogeography: ecology,*
971 *evolution, and conservation*. Oxford University Press. Oxford. 2, 1-412.

972