

A

B

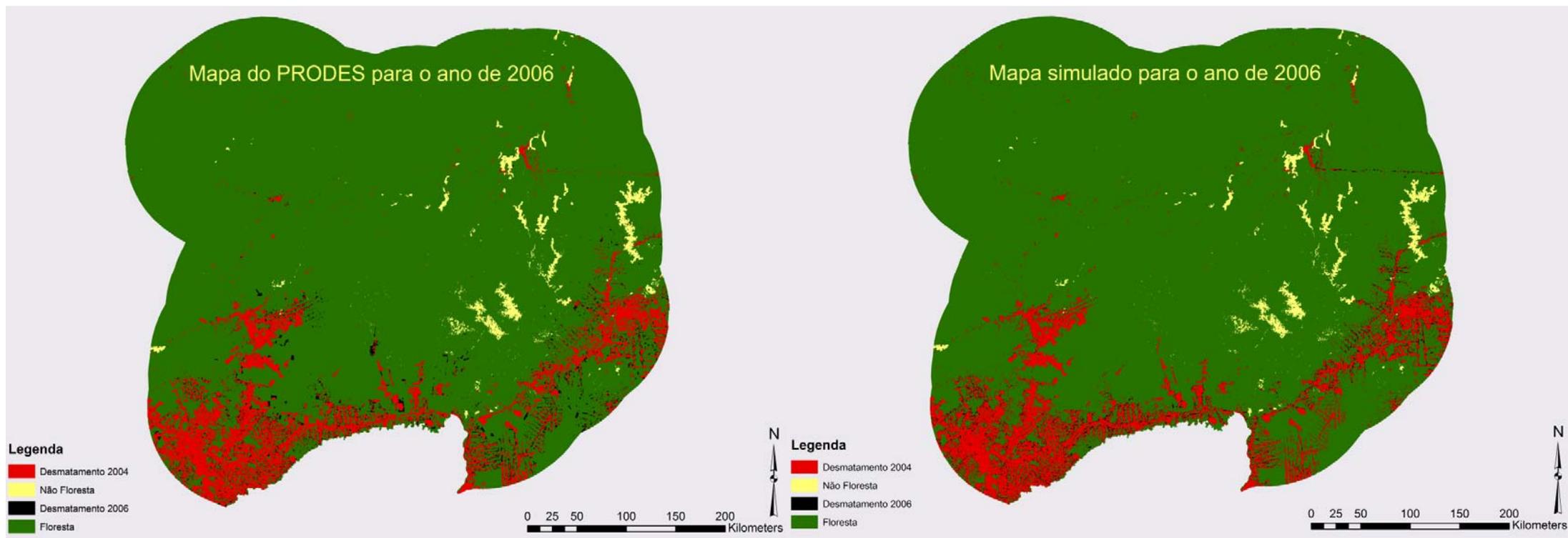


Figura 21. Mapa do PRODES para o ano 2006 (A). Mapa simulado com o AGROECO para 2006 (B).

A evolução do desmatamento do município de Lábrea até 2040, resultados dos cenários aplicados ao modelo AGROECO

Os resultados obtidos para os diversos cenários no ano 2040 diferem de maneira em que as áreas de desmatamento acumulado são diferentes para todos os cenários propostos. O que explica essa variação da área acumulada é que a taxa de desmatamento anual bruta difere no tempo para cada cenário.

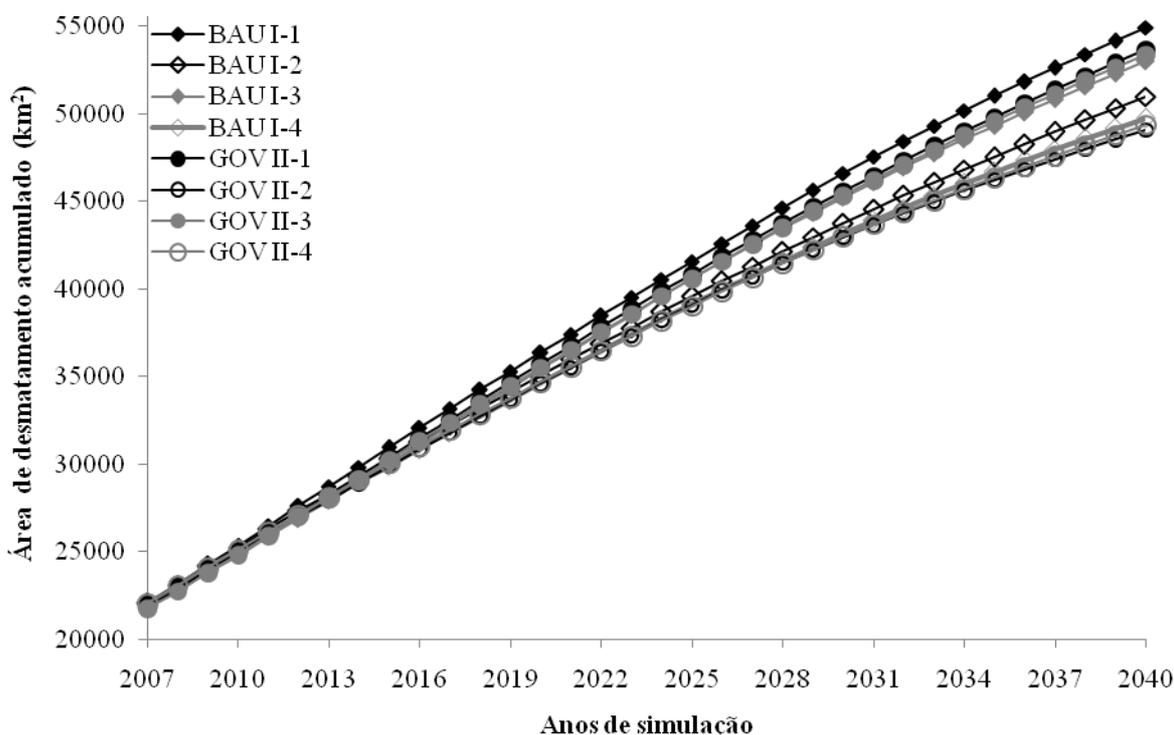


Figura 22. Áreas de desmatamento acumulado em km² evoluindo entre 2007 e 2040 para todos os cenários simulados.

Primeiramente, foi analisado o efeito da criação das áreas protegidas, ou seja, a influência da mudança de política pública no desmatamento futuro da região de Lábrea em 2040, a partir de uma comparação dos resultados obtidos para os cenários em 2040. Posteriormente, foram comparadas as projeções futuras do desmatamento dos diferentes cenários enquanto a parte metodológica desenvolvida neste trabalho que inclui uma distribuição dos pesos de evidência dentro da área protegida e a utilização de pesos de evidência para as áreas de entorno das áreas protegidas.

Tabela 2. Áreas de desmatamento acumulado em km² em 2040 para todos os cenários simulados.

Cenários	Cen-I-1	Cen-II-1	Cen-I-2	Cen-II-2	Cen-I-3	Cen-II-3	Cen-I-4	Cen-II-4
Área desmatada total	57753,7	56306,7	53460,5	50864,5	55699,5	56179,7	51627,5	51470,2

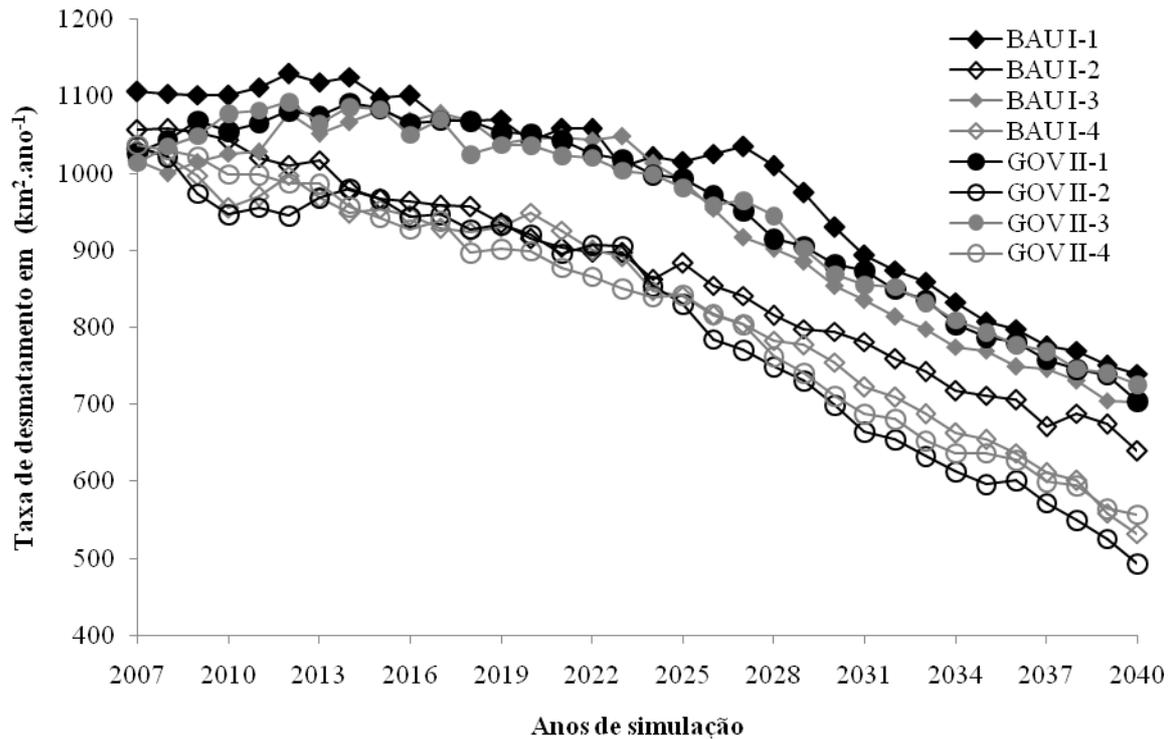


Figura 23. Taxa anual de desmatamento em km². ano⁻¹ evoluindo entre 2007 e 2040 para todos os cenários simulados.

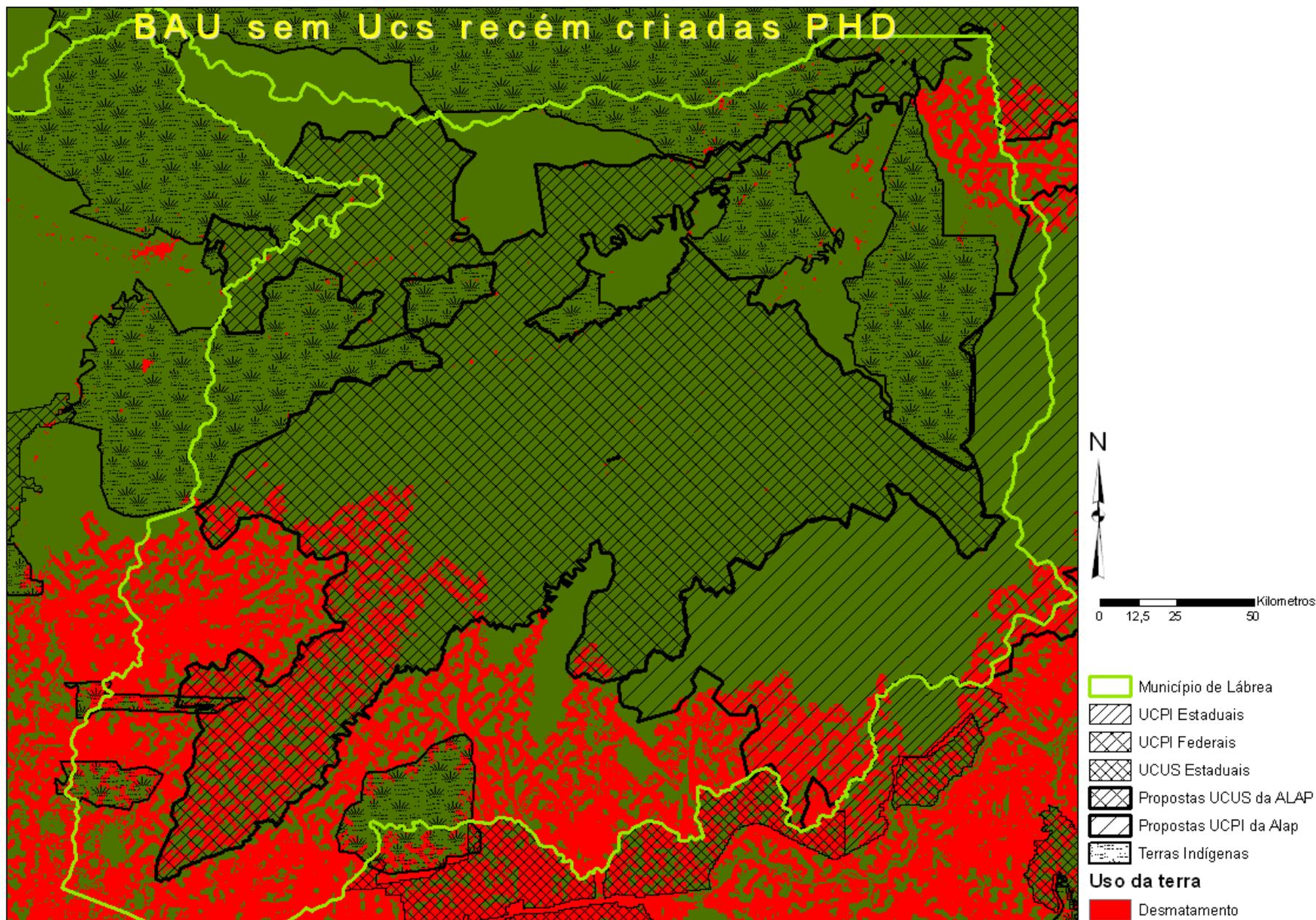


Figura 24. Mapa de uso/cobertura da terra apresentando o desmatamento do município de Lábrea em 2040 do cenário BAU-1. Esse cenário considera pesos de evidência homogêneos das áreas protegidas e não considera as áreas protegidas recém criadas.

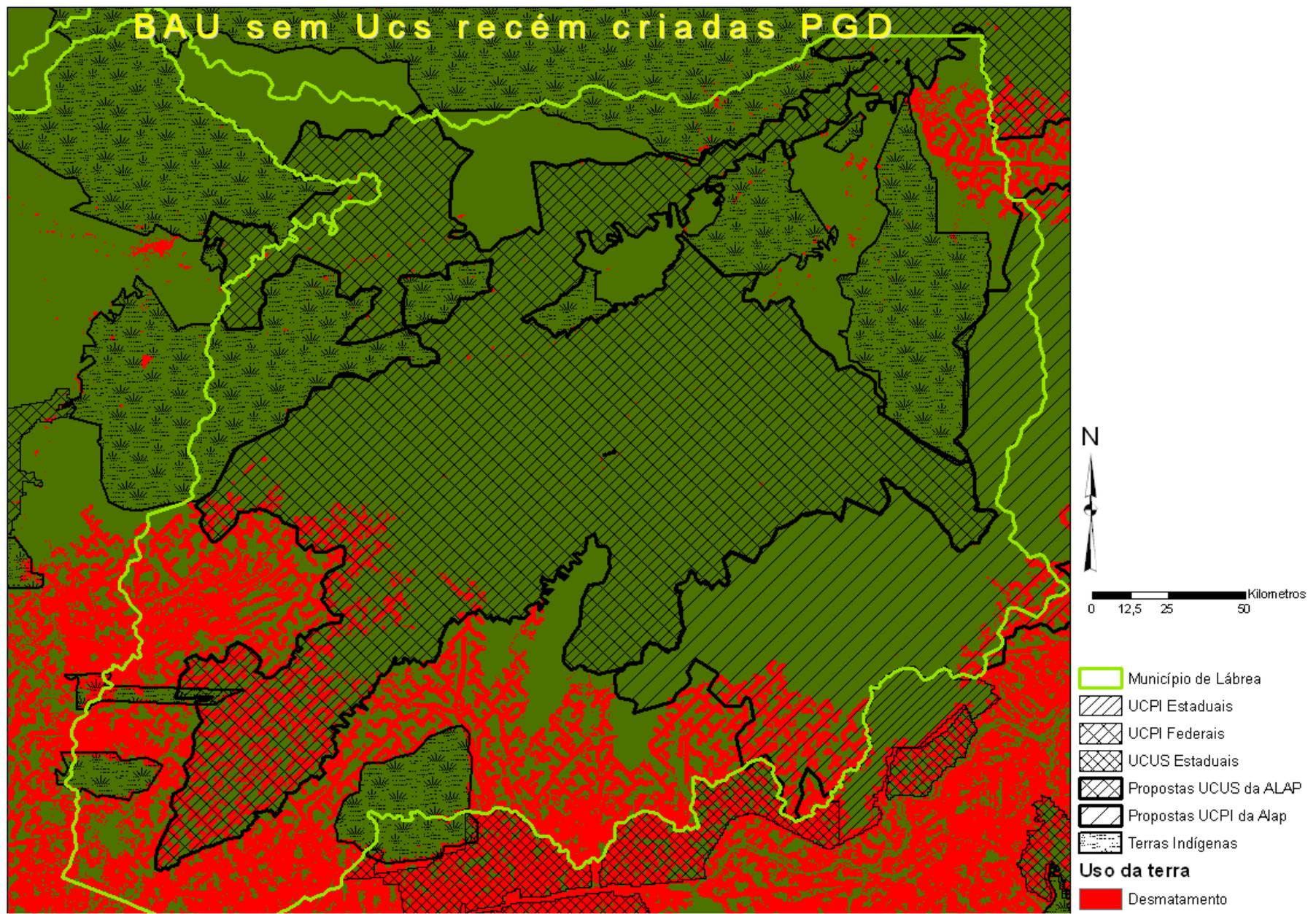


Figura 25. Mapa de uso/cobertura da terra apresentando o desmatamento do município de Lábrea em 2040 do cenário BAU-2. Esse cenário considera pesos de evidência gradualmente distribuídos dentro das áreas protegidas e não considera as áreas protegidas recém criadas.

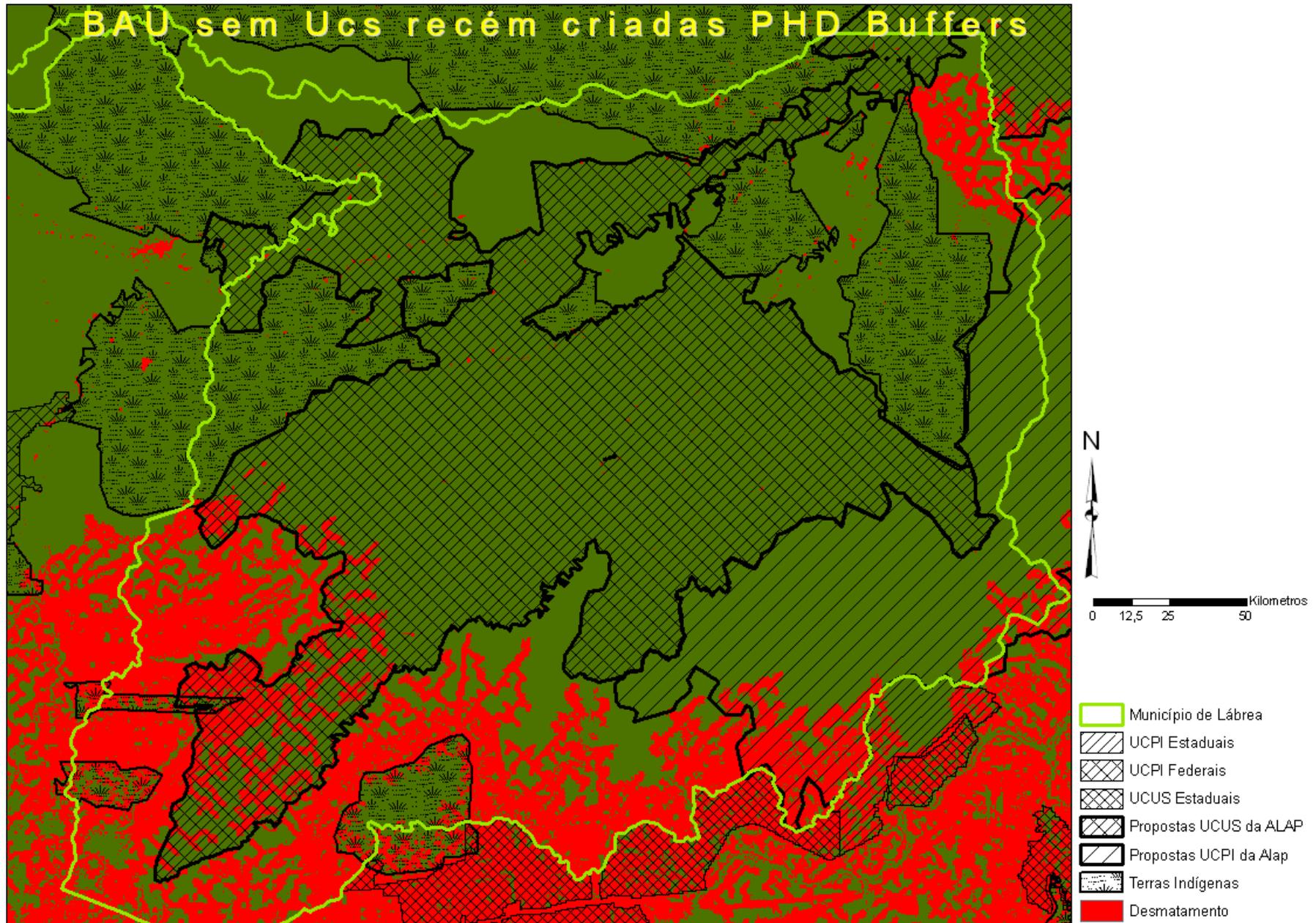


Figura 26. Mapa de uso/cobertura da terra apresentando o desmatamento do município de Lábrea em 2040 do cenário BAU-3. Esse cenário considera pesos de evidência homogêneos para áreas protegidas, pesos de evidência das áreas de amortecimento e não considera as áreas protegidas recém criadas.

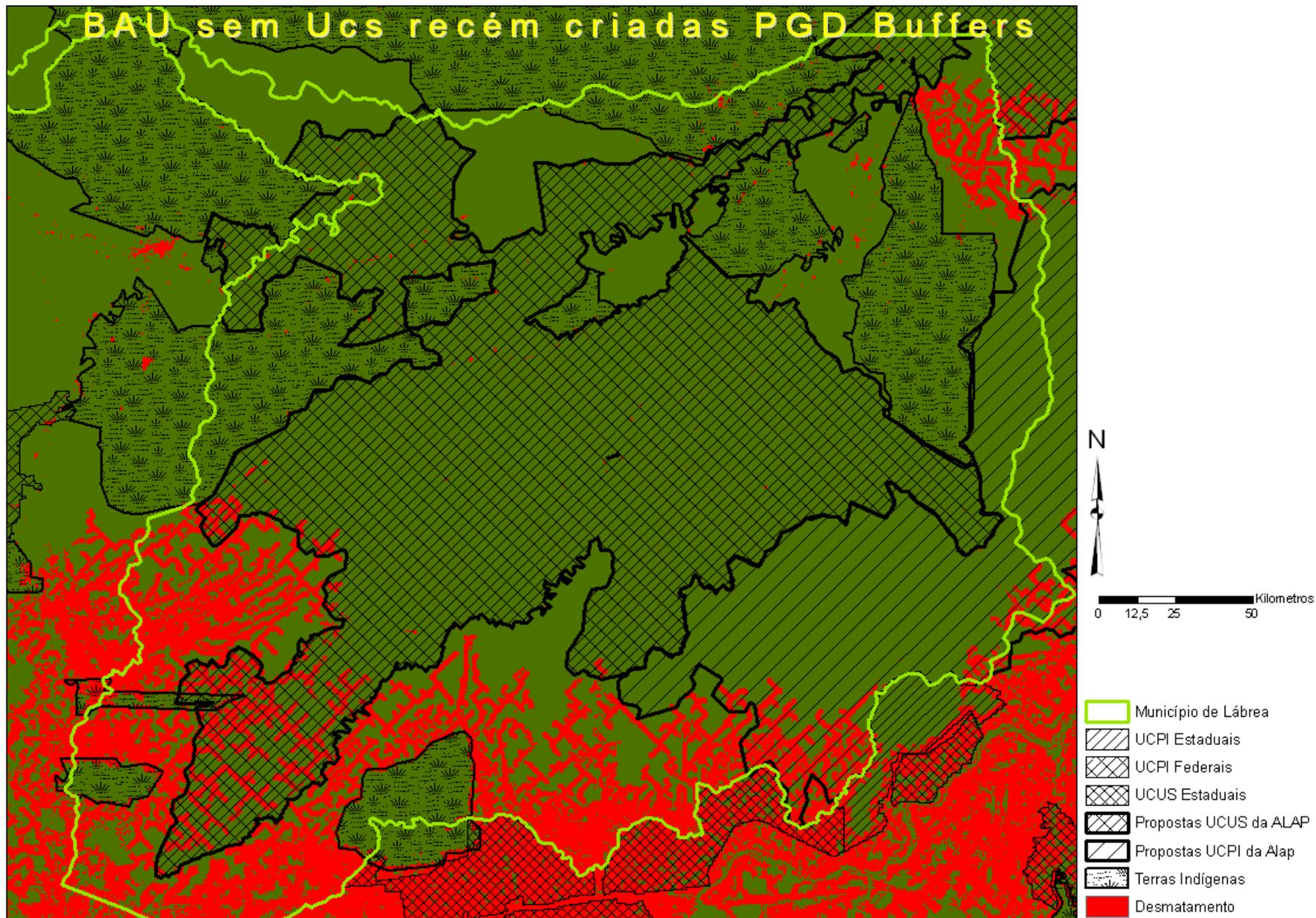


Figura 27. Mapa de uso/cobertura da terra apresentando o desmatamento do município de Lábrea em 2040 do cenário BAU-4. Esse cenário considera pesos de evidência gradualmente distribuídos dentro das áreas protegidas, pesos de evidência das áreas de amortecimento e não considera as áreas protegidas recém criadas.

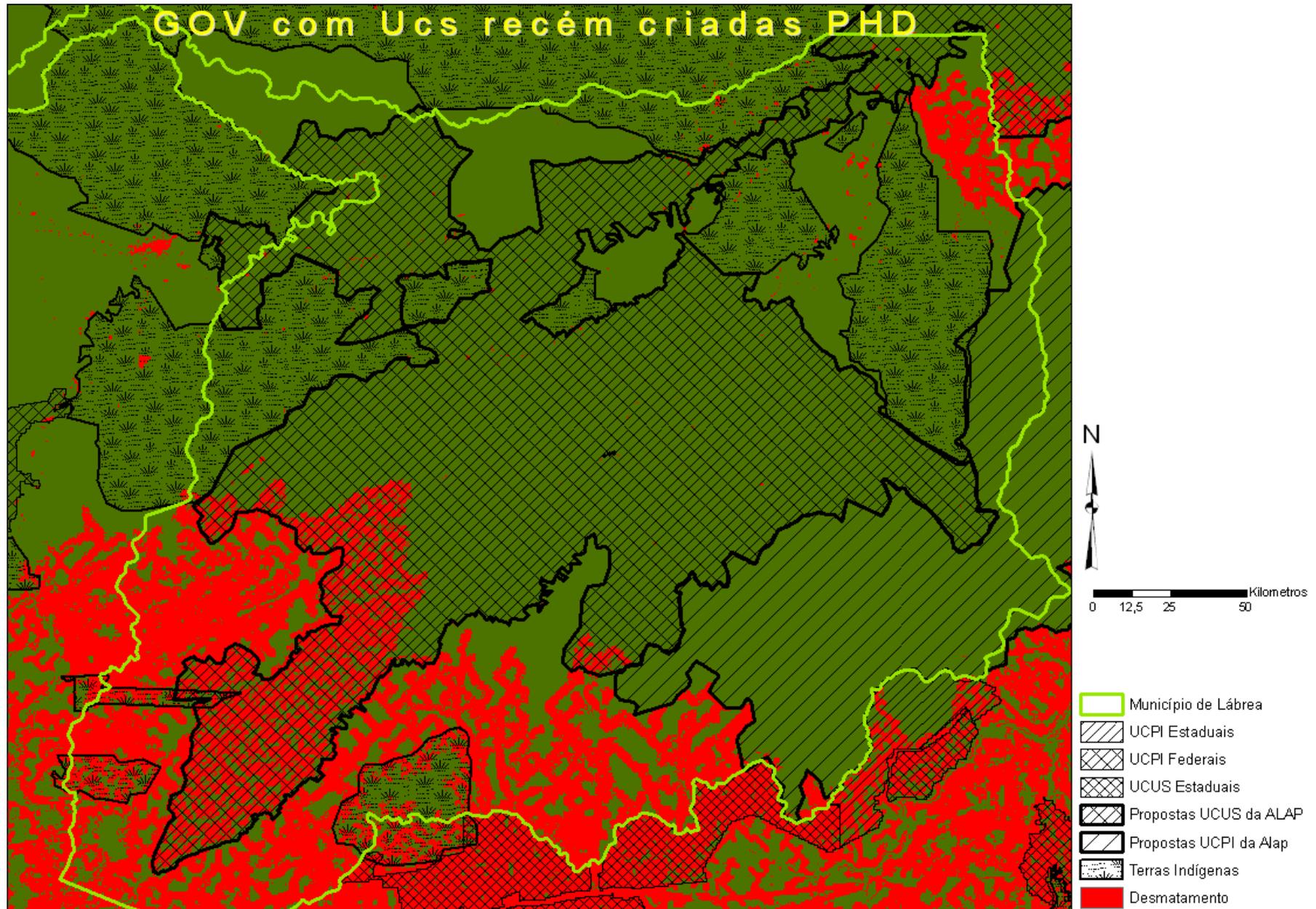


Figura 28. Mapa de uso/cobertura da terra apresentando o desmatamento do município de Lábrea em 2040 do cenário GOV-1. Esse cenário considera pesos de evidência homogêneos das áreas protegidas e considera as áreas protegidas recém criadas.

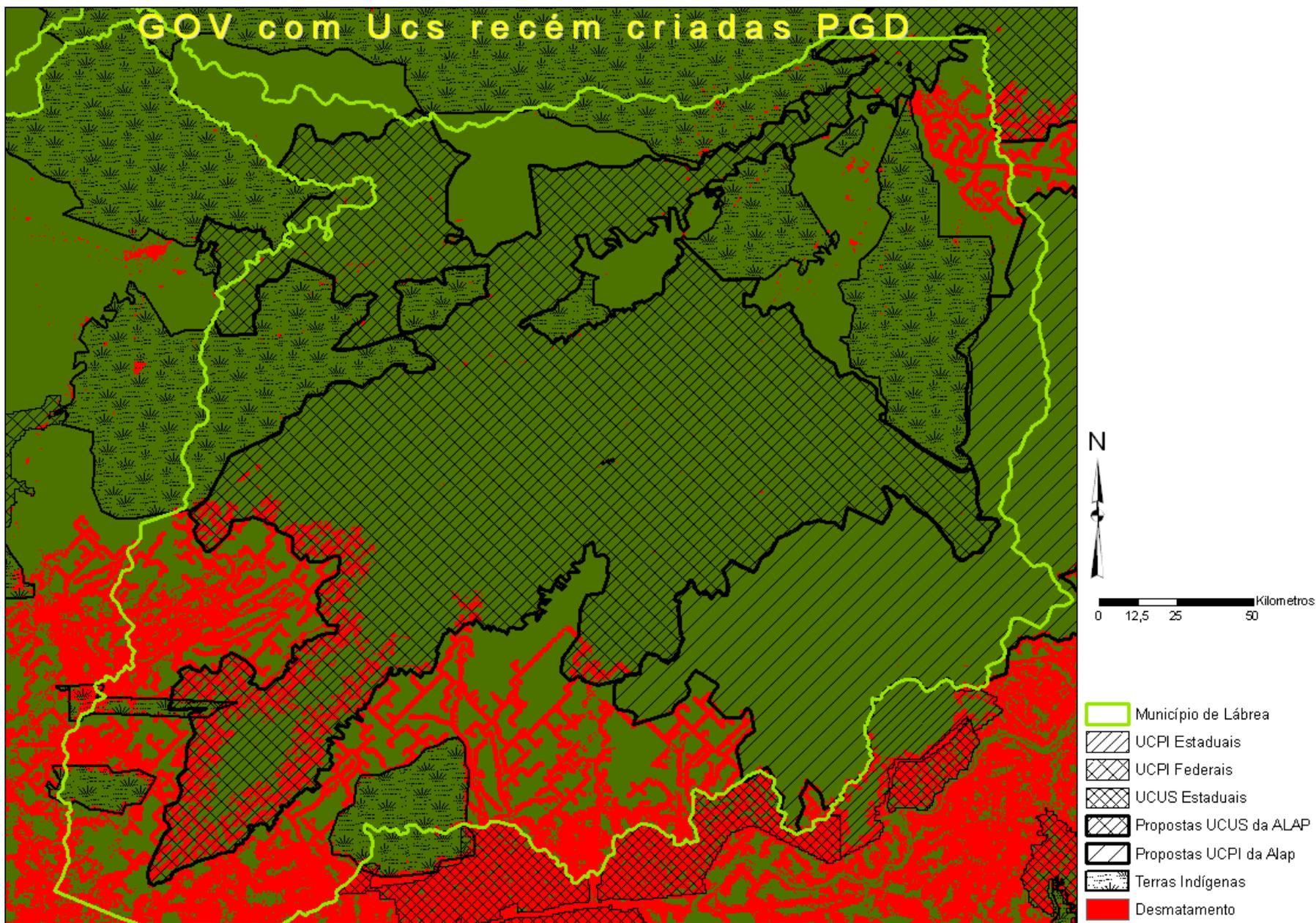


Figura 29. Mapa de uso/cobertura da terra apresentando o desmatamento do município de Lábrea em 2040 do cenário GOV-2. Esse cenário considera pesos de evidência gradualmente distribuídos dentro das áreas protegidas e considera as áreas protegidas recém criadas.

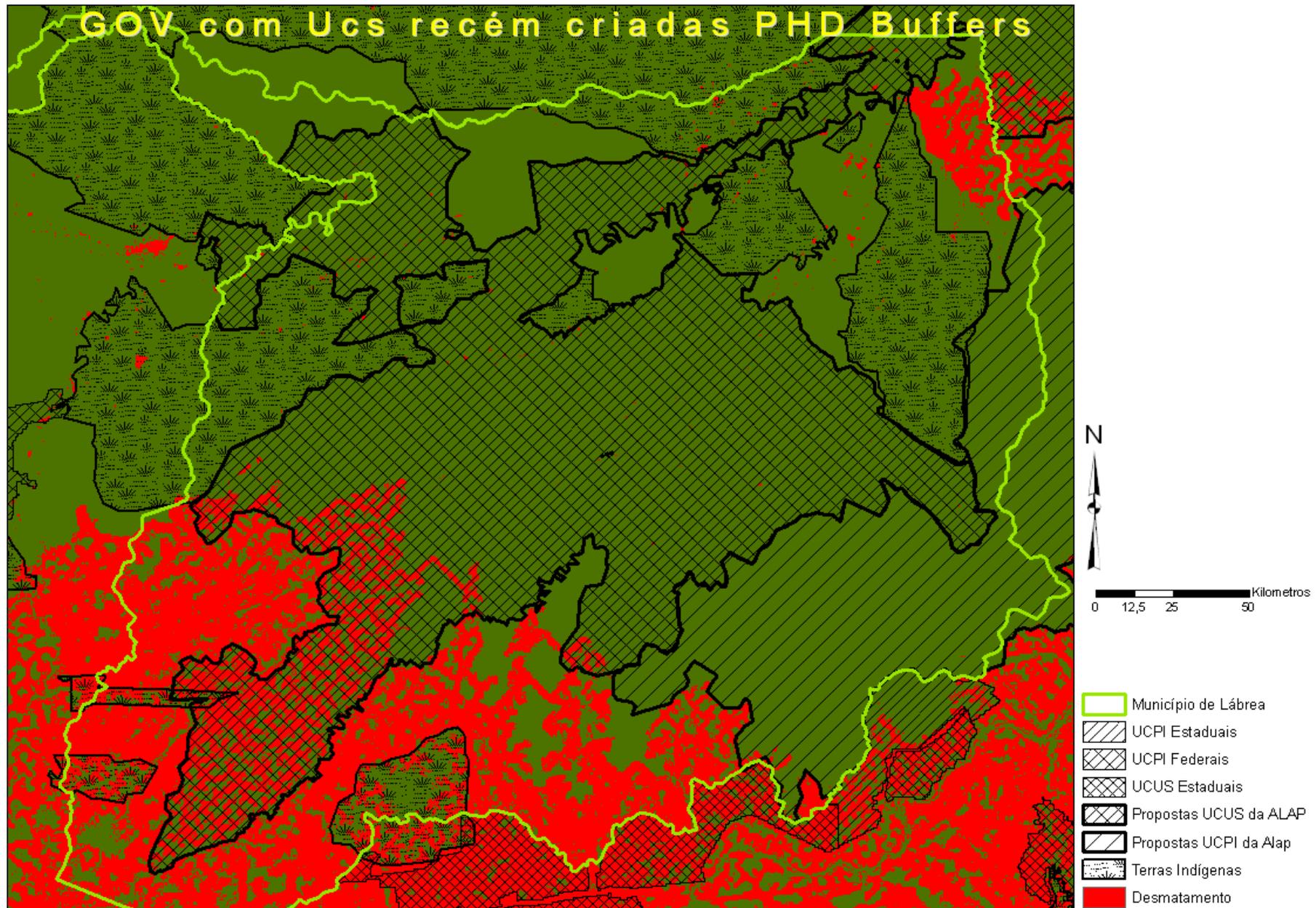


Figura 30. Mapa de uso/cobertura da terra apresentando o desmatamento do município de Lábrea em 2040 do cenário GOV-3. Esse cenário considera pesos de evidência homogêneos para áreas protegidas, pesos de evidência das áreas de amortecimento e considera as áreas protegidas recém criadas.

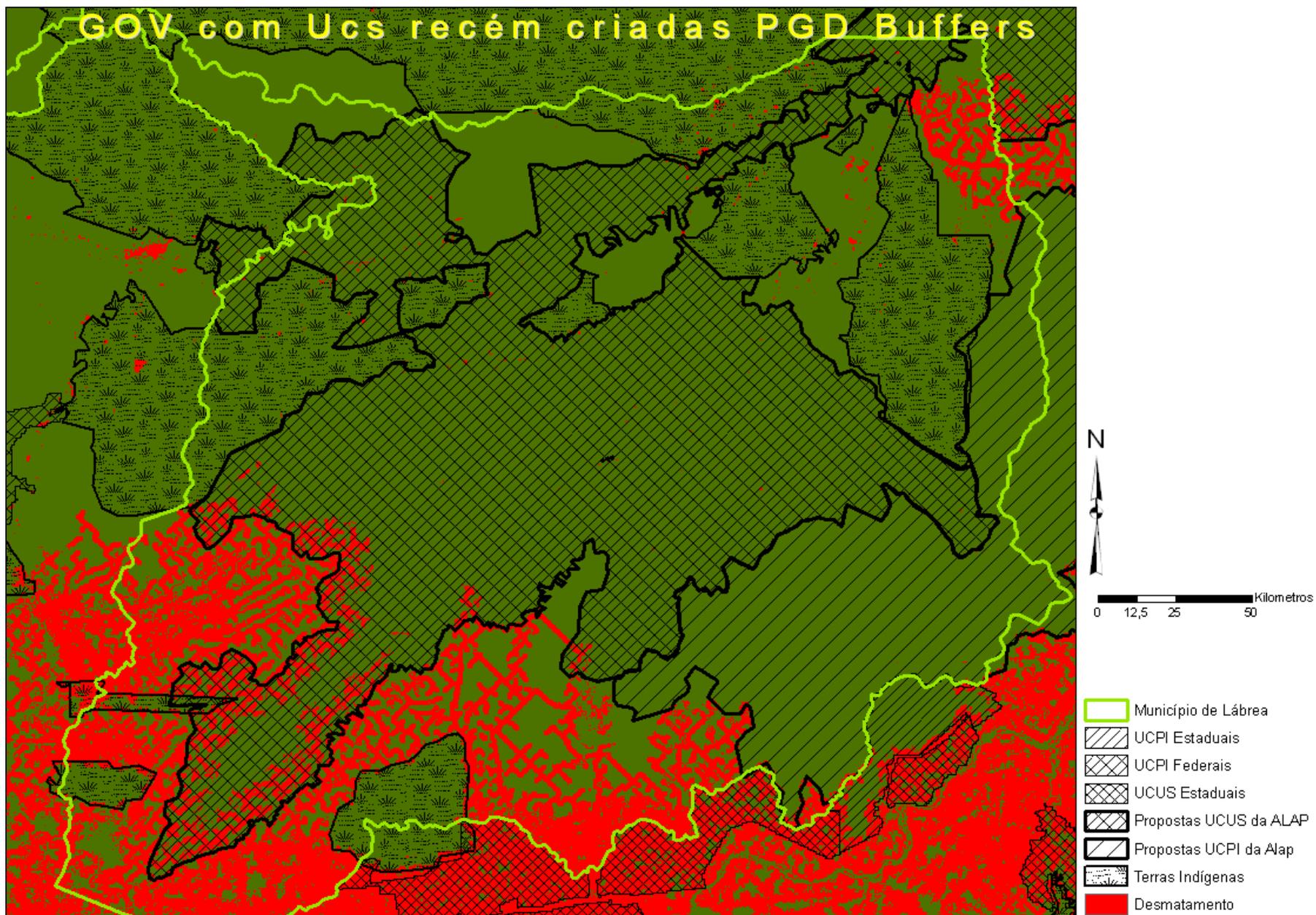


Figura 31. Mapa de uso/cobertura da terra apresentando o desmatamento do município de Lábrea em 2040 do cenário GOV-4. Esse cenário considera pesos de evidência gradualmente distribuídos dentro das áreas protegidas, pesos de evidência das áreas de amortecimento e considera as áreas protegidas recém criadas.

Efeito da criação das áreas protegidas da ALAP no desmatamento da região de Lábrea em 2040

Considerando a recente criação das áreas protegidas, que apresentam um tamanho considerável, a porcentagem da área de estudo sob proteção ambiental passou de 38,9 % da área de estudo a 84,7% entre os dois grupos de cenários (Figura 32). A superfície de terras indígenas ficou constante, são as superfícies de unidades de uso sustentável e de proteção integral que aumentaram consideravelmente sendo que somente as unidades federais contribuíram a esse aumento. Também, na área de estudo, o Parque Nacional do Mapinguari foi a única área de proteção integral recém criada. Por outro lado, várias unidades de uso sustentável foram recém criadas.

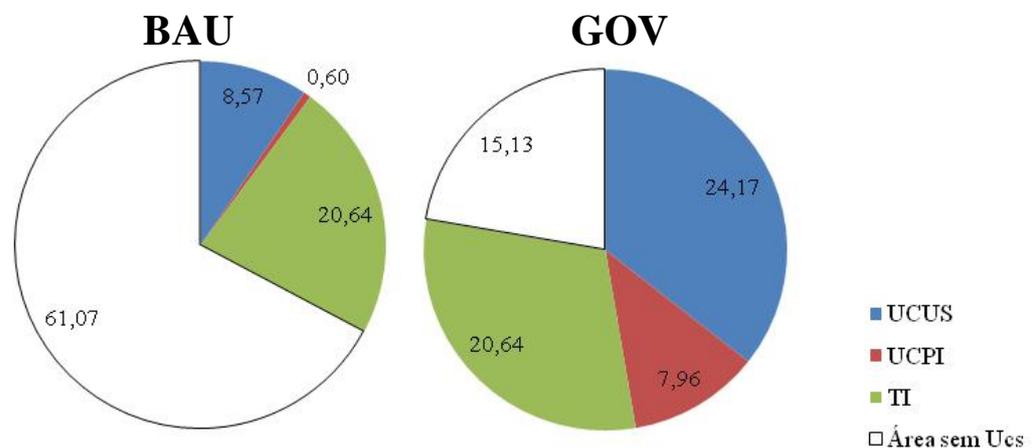


Figura 32. Porcentagem da área de estudo coberta por áreas protegidas segundo o grupo de cenários.

O cenário GOV- 1 que correspondente ao cenário BAU-1 com a criação das recentes áreas protegidas apresentou uma área de desmatamento acumulado total inferior àquela do cenário BAU I-1. A criação das recentes áreas protegidas reduziu a área de desmatamento acumulado em 2,6 % (1.447 km²), considerando a área desmatada do cenário BAU-1. O cenário GOV-2, que incluiu a criação das recentes áreas protegidas, apresentou também uma área desmatada inferior àquela do cenário BAU-2, que não considerou a recente criação das áreas protegidas. Neste caso, a área desmatada foi diminuída em 5,1% (2.596 km²). No caso dos cenários BAU-3 e GOV-3, a área desmatada ficou dessa vez maior no cenário GOV-3 do que no cenário BAU-3, ou seja, a área desmatada ficou maior considerando a criação das áreas protegidas. Entretanto, a diferença entre as áreas de desmatamento acumulado é muito pequena sendo que o cenário GOV-3 apresentou 0,85 % (480 km²) mais desmatamento do

que o cenário BAU-3. Essa diferença parece estar relacionada com o efeito produzido pela combinação das ferramentas metodológicas: pesos de evidência homogêneos com pesos de evidência das áreas de entorno. As áreas de entorno das recentes áreas protegidas teriam atraído o desmatamento nos seus limites e conseqüentemente aumentado o desmatamento em áreas próximas a elas, nas áreas protegidas e áreas fora destas. O efeito metodológico é discutido mais detalhadamente nas próximas seções. O cenário GOV-4, por sua vez, apresenta uma superfície desmatada inferior àquela do cenário BAU-4. Porém, nesse caso, a criação das áreas protegidas foi pouca eficiente, sendo que reduziu a área total de desmatamento acumulado em 0,30 % em relação à área desmatada do cenário BAU-4 (157 km²). Assim, apesar do cenário 3, a criação das quatro áreas protegidas tem diminuído a quantidade de mudanças até 2040 e diminuído a taxa bruta anual de desmatamento (Figuras 22 e 23). Se a taxa bruta foi reduzida com a criação das áreas protegidas, isso explica que a criação teve um efeito positivo na diminuição da taxa de desmatamento. Assim, não houve só um simples deslocamento do desmatamento para outras áreas da área de estudo (efeito de vazamento), entretanto, as recentes áreas protegidas tiveram um leve efeito inibidor ao avanço do desmatamento. Conseqüentemente, uma questão importante é de saber quais foram as trajetórias do desmatamento dentro dos limites das recentes áreas protegidas considerando ou não a sua criação. Com as simulações realizadas, é possível comparar, entre os dois grupos de cenários, a distribuição do desmatamento de 2040 dentro das áreas protegidas recém criadas. A Figura 33 apresenta a quantidade de desmatamento (em km²) dentro dos polígonos das áreas protegidas recém criadas considerando, ou não, a criação dessas últimas. Os cenários do primeiro grupo (*Business As Usual*) apresentaram quantidades de desmatamento acumulado dentro das áreas protegidas recém criadas superiores àquelas obtidas para os cenários do segundo grupo (*Governança*). A quantidade total é a soma do desmatamento dentro dos polígonos das unidades de uso sustentável e de proteção integral. No grupo *Business As Usual*, as áreas desmatadas eram maiores dentro da unidade de proteção integral do que dentro das unidades de uso sustentável. Quando são consideradas as áreas protegidas recém criadas, nos cenários de *Governança*, a área desmatada aumentou dentro das unidades de uso sustentável e diminuiu consideravelmente dentro da unidade de proteção integral. Assim, com a recente criação das áreas protegidas, uma parte do desmatamento que ocorria dentro da unidade de proteção integral se deslocou para dentro das unidades de uso sustentável.

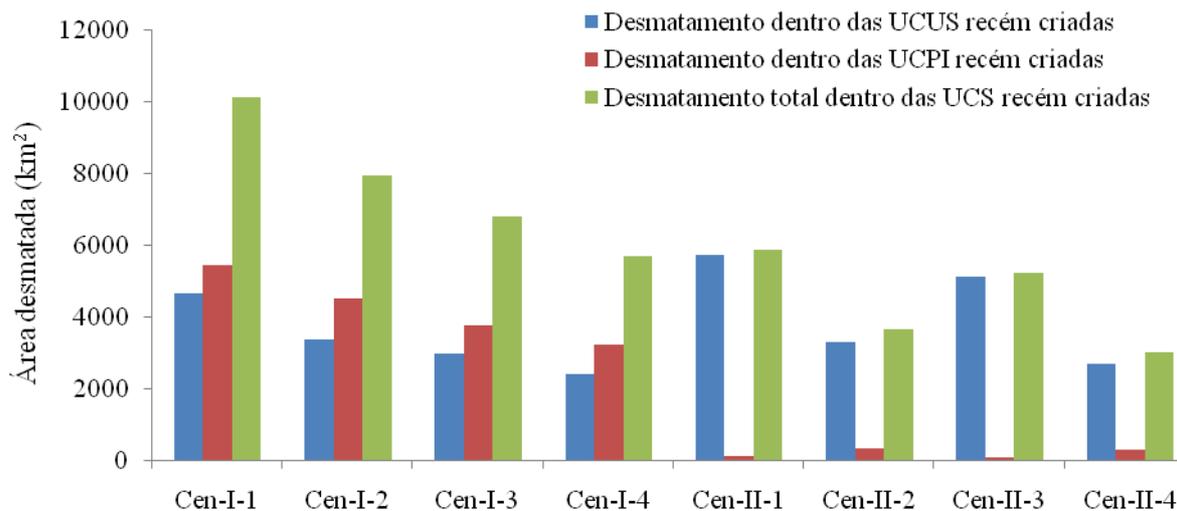


Figura 33. Área desmatada (em km²) em 2040 dentro dos limites das unidades de conservação recém criadas: dentro das unidades de uso sustentável e dentro da unidade de proteção integral. Os cenários do grupo I (*Business As Usual*) não consideram a recente criação das áreas protegidas e os cenários do grupo II (*Governança*) consideram a recente criação das áreas protegidas.

A diminuição do desmatamento dentro da unidade de proteção integral representa a diminuição do desmatamento dentro do Parque Nacional do Mapinguari (Figuras 24 até 31). A diminuição da área desmatada pode ser explicada pela alta resistência do novo Parque Nacional ao avanço do desmatamento dentro dos seus limites. Conforme os pesos de evidência encontrados em áreas adjacentes, as unidades de proteção integral federais foram as mais resistentes ao desmatamento (peso evidência de -4,45, e pesos declinando abruptamente com a distância euclidiana interna, ver Capítulo I). Nessa modelagem, o desmatamento tende a se localizar em células de maior probabilidade de ocorrência de desmatamento. As unidades de uso sustentável, por exemplo, são mais vulneráveis ao avanço do desmatamento dentro dos seus limites do que àquelas de proteção integral. Dessa forma, o desmatamento que ocorria dentro do Parque Nacional do Mapinguari, sem considerar a sua criação, se deslocou dentro das unidades de uso sustentável como é o caso da Floresta Nacional do Iquiri e a Reserva Extrativista do Ituxi quando foi considerada a sua criação.

Quando foi considerada a recente criação das áreas protegidas da ALAP, o percentual de área desmatada dentro das áreas protegidas diminuiu. Entretanto, o percentual do desmatamento total (da área de estudo) aumentou dentro das áreas protegidas (Figura 34).

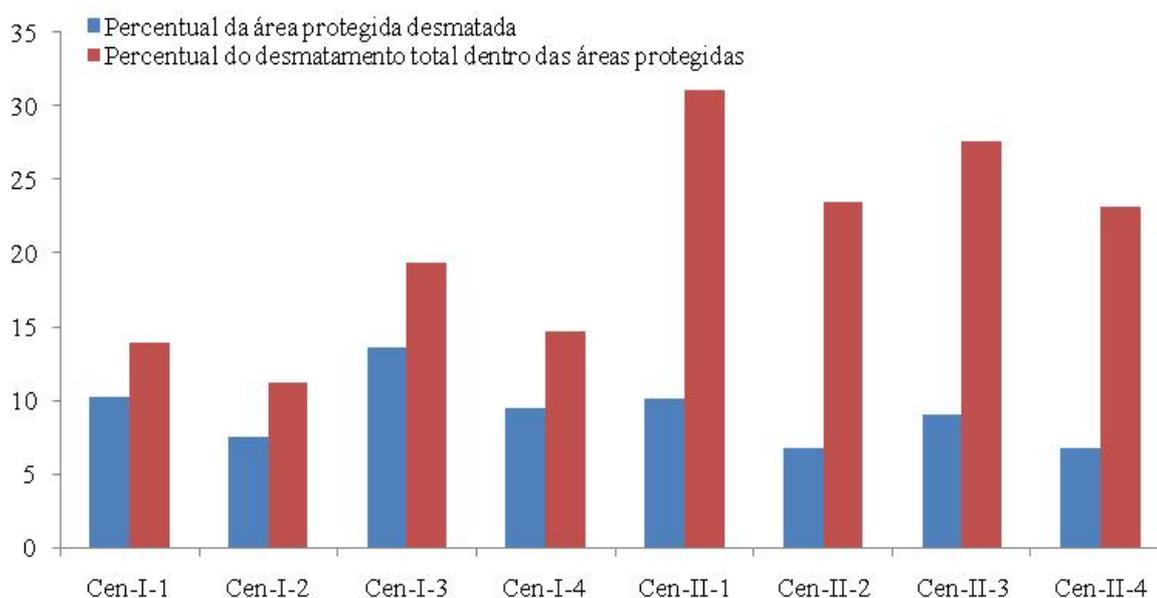


Figura 34. Percentual de área desmatada das áreas protegidas (azul) e percentual do desmatamento total (da área de estudo) dentro das áreas protegidas (vermelho) em 2040. Os cenários do grupo I (*Business As Usual*) não consideram a recente criação das áreas protegidas e os cenários do grupo II (*Governança*) consideram a recente criação das áreas protegidas.

O que explica esse fenômeno é que a superfície de áreas protegidas aumentou consideravelmente entre os dois grupos de cenários (Figura 32) o que reduziu as áreas livres disponíveis para serem desmatadas, passando de 61 % da área de estudo a 15 %. Assim nos cenários do grupo *Governança*, o desmatamento teve a tendência de ocorrer em áreas protegidas porque havia menos áreas livres sem proteção na área de estudo, o que aumentou o percentual do desmatamento total dentro das áreas protegidas.

Em síntese, a criação das áreas protegidas foi pouca eficiente na medida em que reduziu levemente a quantidade total de desmatamento acumulado em 2040 da área de estudo e também. Portanto, houve um deslocamento do desmatamento, mas não houve vazamento, uma vez que a área desmatada total diminuiu no segundo grupo de cenários.

Influência da distribuição dos pesos de evidência dentro das áreas protegidas e da utilização de pesos específicos às áreas de amortecimento no desmatamento da região de Lábrea em 2040.

Ao contrário da dupla de cenários 1 (BAU-1 e GOV-1), os cenários BAU-2 e GOV-2 utilizaram pesos de evidência gradualmente distribuídos em relação à distância euclidiana

interna das áreas protegidas. Em média, de 57.030 km² desmatados para a primeira dupla de cenários, passou a 52.162 km² na segunda dupla de cenários. Mais precisamente, comparado ao cenário BAU-1, a área desmatada em 2040 do cenário BAU-2 diminuiu em 7,43 % (4.293 km²). Quando comparado ao cenário GOV-1, a área desmatada em 2040 do cenário GOV-2 diminuiu em 9,67 % (5.442 km²). Considerando um efeito inibidor ao desmatamento evoluindo com a distância interna das áreas protegidas, houve uma diminuição da área desmatada total, assim como, uma diminuição das taxas brutas anuais de desmatamento em comparação da primeira dupla de cenários que incluíam pesos de evidência homogeneamente distribuídos.

Os cenários 3 e 4 dos dois grupos de cenários (BAU-3, GOV-3, BAU-4 e GOV-4) consideraram pesos de evidência específicos para as áreas de amortecimento (áreas de entorno de 10 km ao redor das áreas protegidas), e isso foi feito para categorias de uso associadas à esfera administrativa. Entre estes cenários, os cenários BAU-3 e GOV-3, além de considerar pesos de evidência específicos para as áreas de amortecimento, utilizaram pesos de evidência homogeneamente distribuídos nas áreas protegidas. A área de desmatamento acumulado obtida para essa dupla de cenários foi inferior àquela obtida para a dupla de cenários BAU-1 e GOV-1 (57.030 km²) com uma média de 55.939 km². O cenário BAU-3 apresentou uma redução de 3,56% (2.054 km²) da sua área desmatada em 2040 em relação àquela obtida para o cenário BAU-1. Comparado ao cenário GOV-1, a área desmatada em 2040 do cenário GOV-3 foi reduzida em 0,23% (127 km²). Assim, considerando os pesos de evidência das áreas de entorno e pesos de evidência homogêneos nas áreas protegidas, houve uma leve diminuição do desmatamento acumulado em 2040 em relação à simples consideração de pesos de evidência homogêneos. Finalmente, os cenários BAU-4 e GOV-4 utilizaram pesos de evidência gradualmente distribuídos em relação à distância interna das áreas protegidas além de considerar pesos de evidência para as áreas de entorno ao redor das áreas protegidas. A dupla de cenários 4 apresentou uma área desmatada média de 51.548 km², levemente inferior àquela obtida para a dupla BAU-2 e GOV-2 (52.262 km²). Quando detalhamos a análise, o cenário BAU-4 apresentou uma redução de 3,43% (1.833 km²) da sua área desmatada em 2040 em relação àquela obtida para o cenário BAU-2. Ao contrário, o cenário GOV-4 apresentou um leve aumento de 1,19% (605 km²) da sua área desmatada em 2040 em relação àquela obtida para o cenário GOV-2. Nesse caso, o efeito provocado pela utilização de pesos de evidência das áreas de entorno foi diferente nos dois grupos de cenários. A combinação de pesos de evidência das áreas protegidas com os das áreas de entorno teve mais

efeito na redução do desmatamento acumulado para o grupo BAU do que o grupo GOV que considera a recente criação das áreas protegidas.

Posteriormente, para diferenciar a distribuição espacial do desmatamento dos cenários que consideram pesos de evidência para áreas de entorno daqueles que não os consideram, foi comparada a quantidade de desmatamento dentro das áreas de entorno das áreas protegidas entre os cenários simulados. Com a utilização de pesos de evidência para as áreas de entorno de 10 km (*buffers*) das áreas protegidas, pode-se observar que estas foram mais desmatadas em 2040 do que para os cenários que não as consideram. Conforme a Tabela 3, podemos observar que o percentual do desmatamento total dentro das áreas de entorno das áreas protegidas foi mais elevado para os cenários 3 e 4 dos dois grupos de cenários do que para os cenários 1 e 2, que não incluem essa variável. A única exceção a essa constatação é a categoria de unidade de proteção integral federal, que apresenta um percentual de desmatamento total menor na sua área de entorno quando considerada a variável “área de entorno”. Portanto, a distribuição do desmatamento dentro das áreas de entorno das áreas protegidas é relacionada com o valor dos pesos de evidência destas e das áreas fora destas, consideradas “livres”, calculados na parte Sudoeste do Arco do Desmatamento. O peso de evidência ficou geralmente maior para as áreas de entorno das áreas protegidas do que para aquelas localizadas fora deste limite, apesar das unidades federais, das quais, aquelas de proteção integral apresentaram os pesos de evidência mais negativos. Esses pesos de evidência podem ser encontrados no capítulo I.

Tabela 3. Percentuais do desmatamento total dentro das áreas de entorno de 10 km das áreas protegidas segundo a categoria de uso associado à esfera administrativa da área protegida em 2040. Os cenários do grupo I (*Business As Usual*) não consideram a recente criação das áreas protegidas e os cenários do grupo II (*Governança*) consideram a recente criação das áreas protegidas.

Cenários	Cen-I-1	Cen-I-2	Cen-I-3	Cen-I-4	Cen-II-1	Cen-II-2	Cen-II-3	Cen-II-4
UCUS Estaduais	13,8	14,1	15,8	16,2	13,6	14,4	14,9	15,6
UCUS Federais	5,0	5,0	5,5	5,5	18,0	16,3	18,1	17,6
UCPI Estaduais	2,1	2,1	2,3	2,4	1,5	2,0	1,7	2,0
UCPI Federais	1,1	1,2	0,95	1,1	9,9	10,1	8,4	9,3
TI	12,5	12,6	16,2	14,7	13,8	13,2	15,8	14,2

Também, uma questão importante é saber qual foi o impacto do aumento do desmatamento dentro das áreas de entorno sobre o desmatamento dentro das áreas protegidas. A partir da

Tabela 4, é possível comparar os percentuais do desmatamento total dentro de cada categoria de área protegida. Resultados diferentes foram obtidos entre os dois grupos de cenários. Portanto, para os cenários do grupo *Business As Usual*, considerando a variável suplementar “áreas de entorno” e seu peso de evidência correspondente, houve como consequência, um aumento do percentual do desmatamento total dentro dos limites das áreas protegidas. A única exceção foi para as UCPI federais entre os cenários BAU-I e BAU-3, no qual o percentual de desmatamento total diminuiu em 0,01 %. Entretanto, houve um leve aumento do percentual de desmatamento total dentro das áreas de UCPI federais entre os cenários BAU-2 e BAU-4 (de 0,05 % a 0,06 %). Nos cenários *Business As Usual*, havia somente uma área protegida de categoria UCPI federais na área de estudo: a ESEC do Cuniã (Estação Ecológica). Esta área é contígua a uma UCUS estadual: FLORSU do Rio Madeira (Floresta de Rendimento Sustentável). A área de entorno da UCUS estadual contém uma parte que se intersecta com a UCPI federal. Quando foram considerados pesos de evidência graduais para as áreas protegidas, a UUS estadual circunvizinha foi mais desmatada dentro dos seus limites e na sua área de entorno, o que provocou um aumento de desmatamento na área intersectada com a UCPI federal. Portanto, o desmatamento foi atraído nessa interseção devido ao peso de evidência da área de entorno da UUS estadual e não ao peso de evidência da área de entorno da UCPI federal, que apresenta o peso de evidência mais negativo da sua área de entorno (-0,69). Esse caso é pouco representativo considerando que tinha somente uma UCPI federal no primeiro grupo de cenários. Entretanto, um aspecto interessante que se destaca é a influência de áreas protegidas vizinhas que podem, por sua vulnerabilidade, direcionar desmatamento dentro de áreas protegidas circunvizinhas.

Tabela 4. Percentuais do desmatamento total dentro das áreas protegidas segundo a sua categoria de uso e esfera administrativa para cada cenário simulando o desmatamento até 2040. Os cenários do grupo I (*Business As Usual*) não consideram a recente criação das áreas protegidas e os cenários do grupo II (*Governança*) consideram a recente criação das áreas protegidas.

Cenários	Cen-I-1	Cen-I-2	Cen-I-3	Cen-I-4	Cen-II-1	Cen-II-2	Cen-II-3	Cen-II-4
UCUS Estaduais	7,0	8,2	9,3	9,7	10,1	10,6	9,2	9,7
UCUS Federais	2,4	1,8	2,9	2,3	10,8	8,0	9,5	6,9
UCPI Estaduais	0,6	0,3	0,8	0,5	0,8	0,5	0,6	0,4
UCPI Federais	0,03	0,05	0,02	0,06	0,22	0,74	0,19	0,61
TI	2,8	1,2	3,6	1,4	4,6	1,5	3,9	1,4

No segundo grupo de cenários (*Governança*), a situação é diferente porque, quando foi considerada adicionalmente a variável “áreas de entorno”, esta provocou uma diminuição do percentual do desmatamento total dentro dos limites de todas as unidades de conservação. Uma das razões que pode explicar essa situação está relacionada ao tamanho das áreas protegidas recém criadas. Portanto, estas apresentam um tamanho considerável, como pode ser visto nos mapas das Figuras 24 até 31. Assim, as áreas de entorno de 10 km dessas áreas apresentam também uma área grande. No primeiro grupo de cenários, as áreas protegidas apresentam um tamanho bem inferior e conseqüentemente, suas áreas de entorno também. Assim, as áreas de entorno das áreas protegidas do primeiro grupo são facilmente desmatadas e em decorrência disto, o modelo continua distribuindo o desmatamento dentro das próprias áreas protegidas. No segundo grupo de cenários, as áreas de entorno das áreas protegidas recém criadas modificaram a distribuição do desmatamento dentro das áreas protegidas. As áreas de entorno das unidades uso sustentável federais peculiarmente, foram muito desmatadas e conseqüentemente, a quantidade de desmatamento no interior delas diminuiu entre os cenários GOV-I e GOV-3 e entre os cenários GOV-2 e GOV-4 como pode ser observado no mapa das Figuras 28, 29, 30 e 31.

Discussão

Efeito das políticas públicas

Na modelagem realizada neste estudo, foi comparado o efeito produzido pela criação de áreas protegidas, além de considerar, mudanças metodológicas relacionadas à utilização de pesos de evidência para as áreas protegidas (homogêneos ou gradualmente distribuídos) e pesos de evidência para as áreas de entorno das áreas protegidas. A criação de áreas protegidas foi pouca eficiente, sendo que as áreas desmatadas dos cenários *Business As Usual* foram levemente superiores àquelas obtidas para os cenários de *Governança* em 2040. O efeito provocado pela criação das áreas protegidas foi mais importante quando foram utilizados pesos de evidência gradualmente distribuídos na área protegida. Quando foi considerada a mais a variável “áreas de entorno das áreas protegidas”, o efeito produzido foi menos importante. Assim, pode-se questionar se a atração causada pelas áreas de entorno ao desmatamento representará mais realistamente a futura distribuição do desmatamento da região de Lábrea ou não. Como observado nos cenários usando pesos de evidência nas áreas de entorno (I-4 e II-4), com seus valores elevados em relação aquele das áreas livres, o desmatamento acaba sendo concentrado ao redor das áreas protegidas em vez de desmatar

preferencialmente as áreas livres. Essa distribuição não parece muito realista. Esta seria uma consequência dos anos utilizados para calibrar o modelo, que correspondem a um período recente (2000-2007), quando áreas longes das reservas em Rondônia já se encontravam em estágio de desmatamento avançado, e, portanto com pouco incremento anual por falta de floresta disponível para desmatar, comparado com as áreas em uma faixa de 10 km ao redor das reservas.

Portanto, foi considerado o cenário II-2, incluindo pesos de evidência evoluindo com a distância euclidiana interna, como o cenário mais realista. Nesse caso, o cenário extremo, menos realista seria o cenário I-2 que não considera a criação das áreas protegidas de 2008. Quando foram comparados os dois cenários extremos, a diferença entre as áreas de desmatamento acumulado em 2040 foi de 5,1 % (2.596 km²). Se esse caso for o mais esperado, as áreas protegidas terão inibido levemente o desmatamento da região, e poderão ser consideradas pouco eficientes.

Os pesos de evidência e a distribuição espacial do desmatamento dentro das áreas protegidas

Em relação à utilização de pesos de evidência homogêneos ou gradualmente distribuídos dentro das áreas protegidas, diferentes formas geométricas de distribuição do desmatamento foram obtidas entre os cenários. Primeiramente, com a utilização de pesos de evidência homogeneamente distribuídos dentro das áreas protegidas, considerando que a probabilidade de desmatar a área protegida é a mesma desde os limites exteriores desta até seu centróide, pode-se ver nos mapas de saída (Figuras 24 a 31) que a distribuição espacial do desmatamento é bastante espalhada dentro das áreas protegidas. Esses resultados são pouco prováveis quando a área protegida não é inicialmente desmatada porque desmatar dentro de uma área protegida apresenta um risco considerável aos infratores. Portanto, um agente que pretende desmatar uma área e construir uma estrada dentro de uma área protegida aumenta seu risco de ser controlado por um órgão federal ou estadual e perder todos os investimentos colocados na construção dessa estrada. Desmatar no centro de uma área protegida não parece ser realista nesse caso, e ainda menos para grandes áreas protegidas. Entretanto, fica provável que áreas vulneráveis ao desmatamento sejam completamente desmatadas, de maneira espalhada dentro de seus limites. Como foi discutido no capítulo I, áreas de uso sustentável estaduais de Rondônia, por exemplo, já foram muito deterioradas, apresentando até um percentual de desmatamento de mais de 60% para algumas delas, devido ao seu pequeno tamanho e à falta de monitoramento e gestão. Também, se já havia anteriormente desmatamento dentro da área protegida, como é o caso das unidades de uso sustentável na

fronteira de Lábrea com Rondônia, outras variáveis, como a distância às estradas não pavimentadas ou a distância ao desmatamento, poderão ter mais influência na probabilidade de ocorrer desmatamento dentro da área protegida do que o próprio peso de evidência da área protegida. Nesse caso, o desmatamento poderá aparecer naturalmente espalhado. É importante ressaltar que a influência das variáveis proximais sobre o desmatamento não é o resultado da ação de cada uma individualmente, senão a complexa relação de diversos fatores e variáveis.

Quando se utilizou pesos de evidência gradualmente distribuídos dentro das áreas protegidas, notamos que as áreas protegidas foram menos desmatadas. Também, a distribuição espacial do desmatamento é diferente, de tal modo que o desmatamento avança a partir das bordas exteriores das áreas de proteção. Esse padrão é o mais comum quando as áreas protegidas ainda não estão desmatadas. Os agentes exteriores desmatam pedaços de borda das áreas protegidas e se estendem dessa maneira. Uma das desvantagens desse método é a forma muito geométrica do avanço do desmatamento, pois, o desmatamento ocorre primeiramente nos anéis com probabilidade mais alta, para depois continuar seu avanço concentricamente em anéis de probabilidade mais baixa, segundo o gradiente de distância euclidiana no interior da área protegida. Foi observado nos cenários BAU-2, BAU-4, GOV-2 e GOV-4 que as unidades de uso sustentável na fronteira de Lábrea (Amazonas) e de Rondônia, que já estavam desmatadas parcialmente anteriormente ao primeiro ano de simulação, foram completamente desmatadas mesmo com a utilização de pesos gradualmente distribuídos em relação ao gradiente de distância. Dois fatores podem explicitar essa situação. Primeiramente, essas unidades estão muito próximas às estradas pavimentadas e já existia muito desmatamento dentro dos seus limites sob forma de grandes pastos, como foi observado durante o trabalho de campo. Também, como o tamanho das áreas protegidas é bastante pequeno, a distância euclidiana interna não é muito elevada, assim, as probabilidades são maiores como pode ser observado na curvas de tendência do peso de evidência em relação à distância euclidiana interna, obtidas no capítulo I. As terras indígenas, que apresentaram uma queda maior do seu peso de evidência em relação à distância euclidiana interna, foram pouco desmatadas dentro dos seus limites.

Utilização de pesos de evidência específicos às áreas de entorno das áreas protegidas

Neste estudo, quatro cenários foram simulados com o objetivo de avaliar o padrão de desmatamento em função da utilização dos pesos de evidência associados à variável "áreas de amortecimento". Nos cenários que incluíram essas variáveis, as áreas de entorno foram mais desmatadas do que nos cenários que não as incluem. A atração do desmatamento dentro dos

limites das áreas de entorno é função dos valores de pesos de evidência atribuídos às mesmas, para categorias de uso associadas à esfera administrativa. As áreas de entorno das terras indígenas apresentaram o maior peso de evidência, e, portanto, foram as mais desmatadas, evidenciando um padrão de desmatamento aos seus redores.

Os valores dos pesos de evidência específicos para este estudo foram obtidos com base nos dados disponíveis do PRODES³ entre 2000-2007 na região Sudoeste do Arco do Desmatamento (fase de calibração). Os resultados obtidos indicaram que, em geral, os valores dos pesos de evidência foram maiores nas áreas de entorno às áreas protegidas do que aquelas fora deste limite (áreas livres). Isto possivelmente se deve ao fato de que, no ano de 2000 (início da calibração do modelo) já havia um percentual de áreas desmatadas elevado na região fora do entorno das áreas protegidas (áreas livres), e assim induzindo a menores valores de peso de evidência para estas áreas do que nas áreas de entorno. Portanto, o cálculo de pesos de evidência não considerou as mudanças de uso da terra que ocorreram anteriormente ao período utilizado. A obtenção dos valores dos pesos de evidência com longa série de dados (períodos anteriores a 2000) com menor percentual de desmatamento das áreas livres, possivelmente poderia resultar em maiores valores de pesos de evidência para as áreas livres. Soares-Filho e Dietzsch (2008) reportaram que as áreas protegidas reduziram o desmatamento a seu redor, ou seja, que o peso de evidência das áreas de entorno foi inferior daquele calculado para as áreas “livres”. Os resultados dos autores divergiram daqueles obtidos neste estudo. Essa diferença pode ser atribuída à extensão espacial da área de estudo dos autores, a qual foi aplicada em toda a Amazônia Legal. Vale salientar que em seus cálculos foram utilizadas 520 áreas protegidas entre o período 2002-2007, e, portanto, não diferenciaram as áreas protegidas próximas ao Arco do Desmatamento daquelas situadas longe de sua dinâmica, como é o caso específico do presente estudo.

A Modelagem e suas limitações

Quando são analisados resultados de qualquer exercício de modelagem da dinâmica de uso e cobertura da terra, se deve guardar em mente o caráter falível das predições ambientais que são feitas. O modelo é uma simplificação da realidade, extremamente complexa, assim, sempre estará sujeito a erros. Entretanto, a modelagem espacial de uso da terra, como é feita nesse estudo a partir do programa computacional DINAMICA-EGO é muito importante para

³ Os dados do PRODES são disponíveis para o período 1997-2007, no entanto, os anos 1998 e 1999 não são disponíveis. Não foram analisados os pesos de evidência entre 1997 e 2000 porque neste estudo foram considerados passos anuais, entre dois anos consecutivos, no cálculo de médias dos pesos de evidência.

visualizar eventuais impactos ambientais positivos ou negativos que poderiam ser causados no futuro de uma paisagem em estudo. Neste estudo, foi possível visualizar cenários futuros relacionados com a criação de áreas protegidas no município de Lábrea. Portanto, o modelo utilizado, AGROECO foi capaz de simular o desmatamento até o ano 2040 e representar o efeito causado pela criação das recentes áreas protegidas na trajetória do desmatamento de Lábrea. As novas ferramentas espaciais utilizadas modificaram a distribuição do desmatamento dentro das áreas protegidas, tanto por sua quantidade do que por sua distribuição espacial.

O modelo AGROECO tem a capacidade de regular a quantidade de floresta acessível em função de variáveis espaciais como a extensão da rede rodoviária, ou do mapa de fricção e atratividade como foi já explicitado na parte metodológica. Mesmo com a utilização de uma taxa de desmatamento líquida constante de entrada, a taxa bruta de desmatamento simulada varia em relação a essas variáveis espaciais. Entretanto, na realidade, a taxa anual líquida de desmatamento varia devido a forças oriundas de diversas escalas, sendo, sociais, políticas ou econômicas. Para considerar essas forças direcionadoras, deveriam ser agregadas neste estudo, abordagem local (*bottom up*) e nacional (*top down*) e considerar, por exemplo, os efeitos macro-econômicos que determinam a demanda para os produtos obtidos em decorrência do desmatamento e os papéis importantes de vários grupos de atores. Dentre eles, incluem “grileiros” (os grandes apropriadores ilegais de terra), grandes investidores legais (i.e., agroindústria de soja e grandes pecuaristas) e grandes investidores ilegais (i.e., lavadores de dinheiro com renda de tráfico de drogas, corrupção, sonegação tributária e outras fontes ilegais), além da exploração madeireira e da migração entre estados. Assim, seria interessante adicionar futuramente a nossa modelagem espacial, uma modelagem não espacial integrando variáveis de diferentes escalas que influenciariam a taxa de desmatamento da região de Lábrea.

Sendo que este estudo se interessou em modelar o efeito produzido pela criação de áreas protegidas, um modelo não espacial desenvolvido no VENSIM especificamente para áreas protegidas, poderia integrar outras variáveis tais como: grau de implementação, financiamento, controle e fiscalização, que influenciam diretamente a vulnerabilidade das áreas protegidas ao desmatamento e melhorando assim, a confiabilidade da modelagem. Um estudo de Bruner et al. (2001), que se interessou em avaliar a efetividade de parques em proteger a biodiversidade, mostrou que esta efetividade era correlacionada com vários fatores, tais como, a prevenção de atividades ilegais dentro da área protegida, o número de guardas, o grau de demarcação das áreas protegidas. Esse tipo de trabalho poderia ser feito na região de

estudo e tentar encontrar fatores e variáveis que poderiam ser modelados de maneira não-espacial.

Conclusão

Este estudo sugere que a recente criação das áreas protegidas federais será pouco eficiente para conter o avanço atual do desmatamento na região de Lábrea até o ano 2040. Comparada aos cenários do primeiro grupo (*Business As Usual*), a maioria dos cenários correspondentes do segundo grupo (*Governança*) que incluem a recente criação das áreas protegidas, mostrou áreas de desmatamento acumulado levemente inferiores em 2040. Além do efeito provocado pelas políticas públicas, um dos objetivos deste trabalho foi de simular com mais realismo a efetividade futura exercida pelas áreas protegidas. Para isso, foram utilizadas diferentes ferramentas metodológicas relacionadas com pesos de evidência de áreas protegidas e das suas áreas de entorno. Uma dessas ferramentas são pesos evidência homogeneamente distribuídos ou gradualmente distribuídos nas áreas protegidas. A segunda ferramenta são pesos de evidência específicos às áreas de entorno de áreas protegidas. Combinando essas ferramentas, foram obtidas respostas diferentes em termos de quantidade e distribuição espacial do desmatamento na área de Lábrea em 2040. É com a utilização dos pesos de evidência gradualmente distribuídos por dentro das áreas protegidas (cenários BAU-2, BAU-4, GOV-2 e GOV-4) que foi obtida a menor quantidade de desmatamento dentro das áreas protegidas, e isso, independentemente da utilização de pesos específicos às áreas de entorno. A utilização de pesos de evidência evoluindo com a distância euclidiana interna da área protegida parece ser mais realista, sendo que reduz a influência de ocorrer desmatamento nas áreas mais distantes da borda das áreas protegidas. Também, o desmatamento avança aos poucos a partir das bordas já desmatadas o que parece representar vários casos reais observados na Amazônia. A limitação desse método é a sua representação geométrica, concêntrica. Considerando pesos de evidência para as áreas de entorno às áreas protegidas, as simulações foram menos realistas devido à distribuição espacial do desmatamento concentrando-se geometricamente ao redor das áreas protegidas. Acredita-se que esta esteja uma consequência dos anos para os quais os dados de satélite (cobertura/uso da terra) foram disponíveis para calibrar o modelo, quando as áreas fora dos *buffers* das reservas já haviam sofrido muito desmatamento, deixando pouco para desmatar. Assim, acredita-se que o cenário mais realista seja aquele que utiliza pesos de evidência gradualmente distribuídos em relação à distância euclidiana e que não considera os pesos de evidência das áreas de entorno, ou seja,

o cenário GOV-2. Em relação ao cenário de linha base (BAU-2) o cenário GOV-2 reduziu em 5,1 % (2.596 km²) a sua área desmatada. Nestes cenários, a criação das recentes áreas protegidas tem reduzido levemente o desmatamento, assim, considera-se que as novas áreas protegidas são pouco eficientes para conter o desmatamento dentro dos seus limites.

As simulações feitas questionam a efetividade de criação de áreas protegidas em novas áreas de fronteira agropecuária como é o caso de Lábrea. Entretanto, para prever impactos futuros que poderão ser causados em outras regiões, a modelagem é útil de maneira que pode também ser utilizada para propor novas áreas protegidas, evidenciando a sua efetividade futura a partir da elaboração de cenários de governança. Este estudo indicou a necessidade de trazer ajustes e precisões para representar mais realistamente, as eficiências de áreas protegidas em conter o futuro desmatamento, tanto na distribuição espacial do desmatamento representada, bem como, na quantidade de desmatamento evitado. As melhorias que foram desenvolvidas neste estudo se aplicam à parte Sudoeste do Arco do Desmatamento e apresentam ainda algumas limitações. Para simulações em escala menor, como para a bacia amazônica, por exemplo, a eficiência das áreas protegidas poderia ser avaliada regionalmente, diferenciando as áreas de alta pressão antrópica das de pouca pressão, de maneira a ajustar os cálculos de desmatamento evitado pelas áreas protegidas da Amazônia. Esses cálculos são extremamente importantes porque, futuramente, partes de recursos necessários para conservação poderiam vir na forma de créditos de carbono trocados por emissões de carbono evitadas com o desenvolvimento de mecanismos de redução do desmatamento e degradação - REDD.

CONCLUSÃO GERAL

A pecuária é a principal atividade que tem contribuído para as mudanças de uso da terra da região de Lábrea, no Sul do Estado do Amazonas. A organização da cadeia de carne bovina da região de Rondônia e do Acre influencia diretamente o avanço da fronteira agrícola no Sul de Lábrea. O efeito combinado das políticas públicas federais de integração da Amazônia referentes à reconstrução da BR-319 e a construção de duas barragens na região, além da contínua e crescente demanda do mercado para a carne bovina, poderão afetar o processo de ocupação da região. Nesse contexto, uma questão importante foi compreender se a recente criação das áreas protegidas federais em 2008 será eficiente para resultar numa redução da perda de cobertura florestal nativa da região e se estas serão eficientes em conter a expansão do desmatamento no interior dos seus limites.

Para responder essa indagação, o primeiro capítulo deste trabalho tem avaliado a eficiência de áreas protegidas em conter o desmatamento em regiões vizinhas a Lábrea, nos Estados de Rondônia, partes do Estado do Acre e do Sul do Estado do Amazonas. Foi suposto que Lábrea poderia passar futuramente pelos mesmos processos de consolidação de desmatamento que foram observados nessas regiões. Uma forma de avaliar essa eficiência foi analisar a distribuição do desmatamento dentro e fora dos limites das áreas protegidas entre 1997 e 2007 para categorias de uso e categorias de uso associadas à esfera administrativa. Adicionalmente, para determinar a influência espacial das áreas protegidas no desmatamento, foram calculados nessa mesma região, pesos de evidência das áreas protegidas entre os anos 2000 e 2007 para as mesmas categorias. Pesos de evidência homogeneamente distribuídos foram calculados, bem como, pesos de evidência gradualmente distribuídos em relação à distância euclidiana interna das áreas protegidas. Por sua vez, pesos de evidência específicos às áreas de entorno das áreas protegidas, para categoria de uso e categorias de uso associadas à esfera administrativa foram, também, considerados na simulação.

No segundo capítulo, foi simulado o desmatamento na região de Lábrea até 2040. Para simular o efeito da criação das áreas protegidas, foram elaborados oito cenários dos quais somente quatro incluem a recente criação das áreas protegidas. A maioria dos resultados obtidos para os cenários indica que a recente criação das áreas protegidas diminuiria levemente as áreas desmatadas em 2040. Para simular com mais realismo a efetividade futura exercida pelas áreas protegidas, tanto no grupo de cenários *Business As Usual*, bem como no grupo de *Governança*, foram elaborados quatro cenários incluindo diferentes combinações entre pesos de evidência homogêneos ou gradualmente distribuídos para as áreas protegidas e

pesos de evidência específicos às áreas de entorno das áreas protegidas. Após simulação até 2040, foram obtidas respostas diferentes em termos de quantidade e distribuição espacial do desmatamento na área de Lábrea. A utilização de pesos de evidência evoluindo com a distância euclidiana interna da área protegida parece ser mais realista sendo que reduz a quantidade de desmatamento nas áreas mais distantes da borda das áreas protegidas. Também, a distribuição espacial do desmatamento dentro dos seus limites é modificada, o desmatamento progredindo dentro da área protegida a partir dos seus limites externos. Enquanto ao efeito provocado pela consideração de pesos de evidência das áreas de entorno às áreas protegidas, observou-se uma distribuição do desmatamento menos realista, concentrando desmatamento ao redor das áreas protegidas. Assim, acredita-se que o cenário mais realista seja aquele que utiliza pesos de evidência gradualmente distribuídos em relação à distância euclidiana interna e que não inclui as variáveis “áreas de entorno”, ou seja, o cenário GOV-2. Em relação ao cenário de linha base (BAU-2), o cenário I-4 reduziu em 5,1 % (2.596 km²) da sua área desmatada.

Em síntese, este estudo sugere que a recém criação das áreas protegidas, foi importante por ter resultado na diminuição de 5.1% da área desmatada em 2040, mesmo se não reduziram em grande quantidade as taxas de desmatamento. Além de reduzir a quantidade de desmatamento, a conservação das florestas tropicais remanescentes é um grande desafio para o Brasil para reduzir perdas de biodiversidade, preservar recursos naturais endêmicos, evitar a fragmentação do *continuum* florestal, além de abrigar povos tradicionais permitindo a manutenção de atividades que respeitem a natureza e as tradições da Amazônia. Futuramente, partes dos recursos necessários para esse esforço podem vir na forma de créditos de carbono trocados por emissões de carbono evitadas com o desenvolvimento de mecanismos de redução do desmatamento e degradação (REDD). Recentemente, o primeiro projeto de REDD da Amazônia brasileira se originou na região de Novo Aripuanã (AM), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Juma. Os cálculos se basearam no modelo de Soares-Filho e colaboradores (2006) para avaliar o desmatamento evitado e nas estimações de biomassa de Nogueira e colaboradores (2008) para interpretar essa quantidade em termos de emissões de carbono evitadas. De maneira a aumentar a confiabilidade dos cálculos de emissões de carbono evitadas, ajustes na modelagem do efeito produzido pela criação de áreas protegidas, como foram realizados na parte Sudoeste do Arco do Desmatamento neste estudo, poderiam ser feitos em outras regiões da Amazônia. Cálculos mais precisos podem modificar o valor econômico que pode ser atribuído às áreas protegidas para sua conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A Crítica, 2004. “Trabalhador foi executado com requintes de crueldade”. A Crítica [Manaus]. 25 de abril 2004. p. C-3.

Aguiar, A.P. 2006. *Modeling Land-Use Change in the Brazilian Amazon: Exploring Inter Regional Heterogeneity*. PHD's Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, São José dos Campos. 153 pp.

Alencar, A.; Nepstad, D.; McGraph, D.; Moutinho, P.; Pacheco, P.; Del Carmen Vera Diaz, M.; Soares-Filho, B. S. 2004. *Desmatamento na Amazônia: Indo além da "Emergência Crônica"*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Belém, Pará. 84pp.

Amazonas em Tempo, 2008. “Morte em Lábrea sob investigação”. Amazonas em Tempo [Manaus]. 10 de março de 2008, p. A-1.

Andersen, L.; Granger, C.; Reis, E.; Winhold, D.; Wunder, S. 2002. *The dynamics of Deforestation and Economic Growth in the Brazilian Amazon*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 290 pp.

Barreto, P.; Arima, E.; Bitto, M. 2005. Pecuária e Desafios para a Conservação Ambiental na Amazônia. In: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) (Eds.). *Amazônia em foco nº1*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, Belém, Pará. 4p.

Bickel, U. 2004. *Brasil: expansão da soja, conflitos sócio-ecológicos e segurança alimentar*. Master's thesis, School of Agronomy, University of Bonn, Germany. 169pp.

Briassoulis, H. 2000. Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches. In: The Web Book of Regional Science (www.rri.wvu.edu/regscweb.htm). Morgantown: Regional Research Institute, West Virginia University, USA.

Brondizio, E. S.; McCracken, S. D.; Moran, E. F.; Siqueira, A. D.; Nelson, D. R.; Rodriguez-Pedraza, C. 2002. The colonist footprint: Toward a conceptual framework of land use and deforestation trajectories among small farmers in the Amazonian Frontier. In: C. H. Wood &

R. Porro (Eds.). *Deforestation and land use in the Amazon*. Gainesville, FL: University Press of Florida, USA. p. 133-161.

Bruner, A.G.; Gullison, E.; Rice, R.E.; da Fonseca, A.B. 2001. Effectiveness of Parks in Protecting Tropical Biodiversity. *Science*, 291:125-127.

Carvalho, G.O.; Nepstad, D.; McGrath, D.; Vera-Diaz, M. D. C.; Santilli, M.; Barros, A. C. 2002. Frontier Expansion in the Amazon: Balancing Development and Sustainability. *Environment*, 44(3): 34-45.

Fearnside, P. M. 1985. Agriculture in Amazonia. In: Prance, G. T.; Lovejoy, T. E. (Eds.). *Key Environments of Amazonia*. Pergamon Press, Oxford, UK. p. 393-418.

Fearnside, P. M. 1989. Projetos de colonização na Amazônia Brasileira: Objetivos conflitantes e capacidade de suporte humano. *Cadernos de Geociências*, 2: 7-25.

Fearnside, P. M. 1997. Environment services and as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics*, 20 (1): 53-70.

Fearnside, P. M. 2000. O avanço da soja como ameaça à biodiversidade na Amazônia. In: Lal, R.; Kimble, J.M & Stewart, B.A (Eds.). *Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação*, v.1: Conservação e Duna; Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 10-15 de Outubro de 2000. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil. 447 pp.

Fearnside, P. M., 2001. Land-tenure Issues as Factors in Environmental Destruction in Brazilian Amazonia: The Case of Southern Pará. *World Development*, 29 (8): 1361-1372.

Fearnside, P. M, 2003. Deforestation control in Mato Grosso: a new model for slowing the loss of Brazil's Amazon Forest. *Ambio*, 32(5): 343-345.

Fearnside, P. M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, Índices e Conseqüências. *Megadiversidade*, (1): 113-123.

Fearnside, P. M.; Graça, P. M. L. A. 2006. Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of a migration corridor to central Amazonia / BR-319. *Environment Management*, 38: 705-716.

Fearnside, P. M.; Graça, P. M. L. A.; Keizer, E.W.H; Maldonado, F.D.; Barbosa, R.I.; Nogueira, E. 2007. Desmatamento e emissões de carbono projetadas para o Sul do Amazonas, Brasil: Modelagem do Desmatamento e Emissões no Município de Apuí na Área da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR 319) no Período 2007-2050. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. Relatório Técnico.

Ferreira, L. V. 2001. Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade por meio da representatividade das unidades de conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia brasileira. In: Capobianco, J. P. R. (Ed.). *Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. Instituto Socioambiental ISA, São Paulo. p. 268-286.

Ferreira, L.V.; Venticinque, E.; Almeida, S. 2005. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados*, 19:1-10.

Ferreira, L.V. 2007. A efetividade das Terras Indígenas em conter o Desflorestamento na Amazônia Brasileira. Anais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), 59. Belém. Disponível em:<www.sbpnet.org.br/livro/59ra/pdf/Leandro2.pdf>. Acesso em: 04.03.2008.

Geist, H. J.; Lambin, E. F. 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience*, 52(2): 143-150.

Greenbaum, L., 1989. Plundering the timber on Brazilian Indian reservations. *Cultural Survival*. 13 (1): 23-26.

GTA. 2008. *A devastação das Unidades de Conservação e Terras Indígenas no Estado de Rondônia*. Grupo de Trabalho Amazônico (GTA), Porto Velho, Rondônia, Brasil. 62pp.

Hagen, A. 2003. Fuzzy set approach to assessing similarity of categorical maps. *International Journal of Geographical Information Science*, 17: 235-249.

Hecht, S.B.; Cockburn, A. 1990. The fate of the Forest: Developers, Destroyers, and Defenders of the Amazon. *Economic Geography*, 66 (2) : 174-176.

Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE). 2001. Censos demográficos. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000>> Acesso em: 21/01/2008.

Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE). 2007. Banco de dados- Geociências. Disponível em:< http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_geo> Acesso em: 21/01/2008.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite Projeto Prodes. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital>>. Acesso em: 12.10.2007, 23.11.2007, 14.01.2008, 4.02.2008, 25.12.08, 12.01.2009.

Instituto Socioambiental (ISA), Caracterização Socioambiental das Unidades de Conservação na Amazônia Brasileira. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/uc/>>. Acesso em: 27.09.2008.

Kaimowitz, D.; Mertens, B.; Wunder, S.; Pacheco; P. 2004. Hamburger Connection Fuels Amazon Destruction: Cattle Ranching and Deforestation in Brazil's Amazon. Center for International Forestry Research-CIFOR. 10 pp.

Kirby, K.R; Laurance, F.W.; Albernaz, A. K.; Schroth, G.; Fearnside, P.M; Bergen, S.; Venticinque, E. M.; da Costa, C. 2006. The future of deforestation in the Brazilian Amazon. *Futures*, 38: 432-453.

Lambin, E. F.; Rounsevell, M. D. A.; Geist, H. J. 2000. Are agricultural land-use models able to predict changes in land-use intensity? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82: 321-331.

Laurance, W. F.; Cochrane, M. A.; Bergen, S.; Fearnside, P. M.; Delamônica, P.; Barber, C.; D'Angelo, S.; Fernandes, T. 2001. The future of Brazilian Amazon. *Science*, 291: 438-439.

Margulis, S. 2003. Causes of Deforestation of the Brazilian Amazon. World Bank Working Paper. 77 pp.

Nepstad, D. C.; Barros, A. C.; Alencar, A.; Capobianco, J. P.; Bishop, J.; Mountinho, P.; Lefebvre, P.; Silva, U. L.; Prins, E. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management*, 154: 395-407.

Nepstad, D.; Schartzman, S.; Bamberger, B.; Santilli, M.; Ray, D.; Schlesinger, P.; Lefebvre, R.; Alencar, A.; Prinz, E.; Fiske, G.; Rolla, A. 2006. Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by Parks and Indigenous Lands. *Conservation Biology*, 20(1): 65-73.

Pedlowski, M. A.; Dale, V.H.; Matricardi, E.A.T; Pereira da Silva Filho, E. 1997. Patterns and impacts of deforestation in Rondônia, Brazil. *Landscape and Urban Planning*, 38: 149-157.

Nogueira, E.M.; Fearnside, P.M.; Nelson, B.W; Barbosa, R.I.; Keizer, E.W.H. 2008. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecology and Management*, 256 (11): 1853-1857.

Pedrosa, B. M.; Câmara, G. 2001. Aspectos Conceituais da Modelagem Dinâmica Espacial. Anais do WORCAP I, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. São José dos Campos, 25 de Outubro. 106-108 p.

RADAMBRASIL Projeto. 1978. Folha no. SB 20 Purus: geologia, pedologia, vegetação, e uso potencial da terra. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, RJ, 566p.

Ribeiro, B.; Veríssimo, A.; Pereira, K. 2005. O Avanço do Desmatamento sobre as Áreas Protegidas em Rondônia. *O Estado da Amazônia (IMAZON)*, 5: 1-5.

Rodrigues, H.O.; Soares-Filho, B.S.; Leles de Souza Costa, W. 2007. Dinamica-EGO, uma plataforma para modelagem de sistemas ambientais. *In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. Florianópolis, Santa Catarina, 21-26 abril 2007. p. 3089-3096.

Sá, R. M. L.; Ferreira, L. V. 2000. Áreas protegidas ou espaços ameaçados: o grau de implementação e vulnerabilidade das unidades de conservação federal brasileiras de uso indireto. Série Técnica III, WWF Brasil. Brasília.

Silva, K. E.; Pereira, K.P. 2005. Alterações na cobertura vegetal natural dos municípios do Sul do Amazonas. *In: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. Goiânia, Goiás, 16-21 de abril. 1667-1671 p.

Skole, D.L.; Chomentowski, W.H.; Salas, W.A.; Nobre, A.D. 1994. Physical and human dimensions of deforestation in Amazonia. *BioScience*, 44: 314–322.

Soares-Filho, B. S.; Cerqueira, G. C.; Pennachin, C. L. 2002. DINAMICA, a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling*, 154: 217-235.

Soares-Filho, B. S.; Cerqueira, G. C.; Araújo, W. L.; Voll, E. 2003. Modelagem de Dinâmica de Paisagem: Concepção e Potencial de Aplicação de Modelos de Simulação baseado em Autômato Celular. *In: Albernaz, A., Silva J.M.C.D., Valeriano D. (Eds) Ferramentas para modelagem da distribuição de espécies em ambientes tropicais*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará.

Soares-Filho, B.S.; Alencar, A.A.; Nepstad, D.C.; Cerqueira, G.C.; Diaz, M. del C.V.; Rivero, S.; Solórzano, L.; Voll, E. 2004. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: The Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology*, 10(5): 745-764.

Soares-Filho, B.S.; Nepstad, D.C.; Curran, L.; Cerqueira, G.C.; Garcia, R.A.; Ramos, C.A.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P.; Vol, E.; McGrath, D. 2005. Cenários de desmatamento para Amazônia. *Estudos Avançados*, 19(54): 138-152.

Soares-Filho, B.S., Nepstad, D.C.; Curran, L.M.; Cerqueira, G.C.; Garcia, R.A.; Ramos, C.A.; Voll, E.; McDonald, A.; McDonald, P.; Schlesinger, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440: 520-523.

Soares-Filho, B.; Dietzsch, L.. 2008. Reduction of Carbon Emissions associated with deforestation in Brazil: The Role of the Amazon Region Protected Areas Program (ARPA). World Wide Foundation, Brasilia, Brazil. 32pp.

Soares-Filho, B.S. Projeto Dinâmica. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/dinamica>>. Acesso em: 22.07.2008; 05.10.2008; 12.12.2008.

Souza, C.; Brandão, A.; Anderson, A.; Veríssimo, A. 2004. O avanço das estradas endógenas na Amazônia. In: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) (Eds). *Amazônia em foco*. Vol.1. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, Belém, Pará. 2 pp.

SNUC. 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: www.ibama.gov.br. Acesso em: 20/02/2008.

Veldkamp A.; Fresco, L.O. 1996. CLUE: a conceptual model to study the Conversion of Land-Use and its Effects. *Ecological Modelling*, 85: 253-270.

Ventana Systems Inc. 2007. VENSIM software, linking systems thinking to powerful dynamic models. Disponível em: <<http://www.VENSIM.com/software.html>>. Acesso em 3/04/2008.

Walker, R.; Moran, E. & Anselin, L. 2000. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: External capital and household process. *World Development*, 28(4): 683-699.