

MAPEAMENTO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA REDD+ COMO MECANISMO DE PAGAMENTO POR SERVIÇO AMBIENTAL NO CERRADO TOCANTINENSE

Yara Cruz Ferreira¹, Luciana S. Soler¹, Alexandre Marques¹, Rafael Rodiani¹ e Jean Ometto¹

¹Centro de Ciencia do Sistema Terrestre, Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, yara.ferreira@inpe.br, luciana.soler@inpe.br, alexandre.marques@inpe.br, rafael.rodiani@inpe.br e jean.ometto@inpe.br

RESUMO

No Brasil as mudanças de uso da terra são grandes ameaças aos serviços ecossistêmicos, em especial relacionados à disponibilidade hídrica. No Cerrado Tocantinense a relevância da manutenção dos recursos hídricos e sua vegetação associada, são determinantes na resiliência dos sistemas socioambientais às mudanças climáticas. Este trabalho tem como objetivo identificar áreas potenciais para pagamento por serviços ambientais, no contexto das políticas nacionais de REDD+, em dois níveis de análise. No nível local combinamos dados declaratórios do SICAR de limites de propriedades com dado de uso/cobertura da terra (Mapbiomas). No nível regional combinamos dados espaciais de estoque de carbono oficiais do Brasil com limites de Ottobacias nível 3. A combinação de resultados de ambos os níveis de análise fornece a qualificação e quantificação de áreas potenciais, permitindo evidenciar áreas já consideradas relevantes, bem como revelar áreas-chaves de conservação da vegetação nativa.

Palavras-chave — REDD+, Cerrado, estoque de carbono, pagamento por serviço ambiental (PSA)

ABSTRACT

In Brazil land use changes have been pointed out as big impacts to ecosystem services related to water provision. In the state of Tocantins, there are close links between water streams and its associated vegetation, which can determine the resilience of socioenvironmental systems to eminent climatic changes. This study aims to identify potential areas for payment of ecosystem services, in the context of national and regional REDD+ policies, under two levels of analysis. At the local level we combine property limits given by spatial declaratory data from SICAR to land cover maps (MapBiomas). At the regional level we combine Ottobasins limits to carbon stock. The combination of both provide the qualification and quantification of potential areas, which highlights known areas taken as hot spots for carbon stocks, but also key areas not yet revealed even though relevant to point of view of forest and biodiversity conservation.

Key words — REDD+, Cerrado, carbon stock, payment of ecosystem service (PES)

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a agricultura comercial e a expansão de pastagens para pecuária têm sido apontadas como responsáveis pela perda de serviços ecossistêmicos relacionados em escala regional a recursos hídricos e à regulação do clima. [1-3] Alternativas de uso sustentável dos sistemas da terra pelos agricultores e comunidades locais podem minimizar os impactos negativos da expansão agrícola. [4,5] Desde a década de 2000, a expansão de terra para a produção de *commodities* agrícolas tem sido intensificada no Cerrado brasileiro, especialmente na região MATOPIBA, limite geopolítico entre os estados federais do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Inserido em sua totalidade no MATOPIBA, o estado do Tocantins está no cerne desta intensificação agrícola, bem como de suas consequências socioambientais como a degradação de corpos d'água e da vegetação nativa associada afetando comunidades rurais tradicionais e as emergentes urbanas.

O Cadastro ambiental Rural (SICAR) do Ministério do ambiente (MMA) é um sistema de registro nacional on-line de terras na escala das propriedades, compulsório para todos os proprietários de terras privadas rurais, e disponível publicamente [6]; sendo importante ferramenta no combate à degradação ambiental.

A partir de 2010 com os acordos da COP-16 de Cancún Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC/ONU) reconheceram os mecanismos de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD+) como pertinentes para as negociações climáticas de redução e/ou compensação de emissões. Isto se deve em virtude de sua relevância na conservação, manejo sustentável e aumento dos estoques de carbono florestal como ações capazes de gerar créditos de carbono. Porém, somente em 2013 durante a COP-19 em Varsóvia é que foi estabelecido o marco regulatório sobre REDD+, o qual visa impulsionar a governança em níveis nacionais usando políticas de PSA em países em desenvolvimento. [7]

Uma vez que o REDD+ tornou-se uma estratégia atraente para reduzir o desmatamento na Amazônia, sua implementação em áreas estratégicas no Cerrado deve contribuir para o que o Brasil cumpra suas metas de redução de desmatamento. [7,8]. Neste contexto, das três comunicações nacionais brasileiras à UNFCCC/ONU contendo inventários de atualizações das emissões de gases de efeito estufa, suas fontes e sumidouros, incluindo a

dinâmica da terra e o desmatamento. [10]. No terceiro inventário, o Brasil apresentou o nível de emissões de referência de floresta (FREL) para o bioma Cerrado, o qual parametriza os níveis de emissões do bioma visando acordos para regular o mercado REDD+ no Cerrado.

Igualmente a outros tipos de mecanismos PAS o REDD+ no Tocantins objetiva valorizar, em termos monetários, a relevância ambiental de preservar os recursos naturais, promovendo a conservação de serviços ecossistêmicos que sustentam a produtividade agrícola.[1,11,12] Assim, este trabalho visa identificar áreas potenciais para pagamento por serviços ambientais, no contexto das políticas nacionais de REDD+, em dois níveis de análise no estado do Tocantins.

2 ÁREA DE ESTUDO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro que cobre mais de 2,0 milhões de km² (Figura 1) e representa 24% do território brasileiro, abrangendo 1.388 municípios em 11 Unidades Federais do Brasil. Várias fitofisionomias caracterizam a vegetação natural do Cerrado que varia de formação herbácea a mata de galeria sob três diferentes estruturas de árvores e conteúdo de biomassa.[12,13] Entre os serviços ecossistêmicos fornecidos pelo Cerrado, o elevado número de espécies endêmicas, torna a região um *hot spot* devido à sua biodiversidade global estimada em 5%, e sua biodiversidade total nacional estimada em 30% [14-15] O estado do Tocantins tem a maioria do seu território composto pelo bioma Cerrado tendo assim uma vital importância para sua preservação.

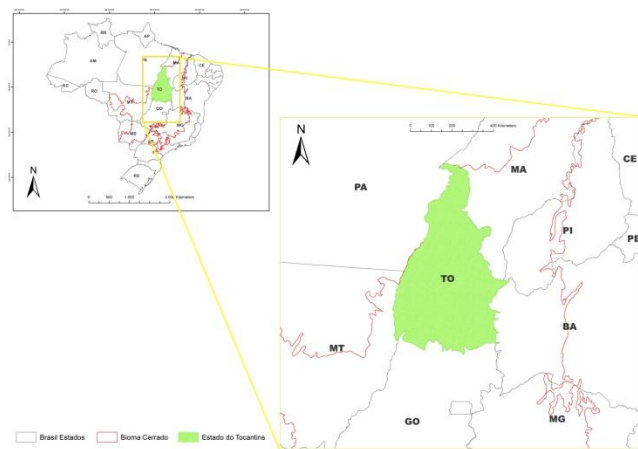


Figura 1. Área de Estudo

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

Para o mapeamento de áreas potenciais para REDD+ no estado do Tocantins foram utilizados os softwares Qgis 2.14.3 e PostgreSQL 9.5. para confecção e análise espacial

de banco de dados espacial a partir da base de dados contendo: 1) Limites de propriedades da base SICAR, 2) Mapa de uso e cobertura da terra de 2016 versão 2 do projeto Mapbiomas; 3) Limites de bacias hidrográficas segundo delimitação Ottobacias nível 3, fornecidos online pela Agência Nacional de Águas (ANA); 4) Estimativas de estoque de carbono fornecido através do terceiro inventário de estimativas de emissão pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

2.2. Métodos

Foi adotada uma metodologia de pontuação (*score*) como regra de pontuação para identificar as áreas potenciais tanto no nível de propriedades quanto de bacias hidrográficas, seguindo as políticas de REDD+ no que tange às fitofisionomias, suas áreas remanescentes e seus estoques de carbono.

Para o nível de análise local adotamos os limites de propriedades do estado Tocantins, os quais foram processados com ferramentas de geomática para a eliminação de polígonos duplicados e correção de erros de topologia. O mapa de uso e cobertura da terra recebeu um filtro para separar somente as classes de cobertura correspondentes às fitofisionomias aplicáveis à política REDD+ estabelecida no FREL, as quais são denominadas em grandes classes segundo esta política como Floresta densa e Floresta aberta.

O primeiro critério de *score* é baseado na quantidade de área de cobertura florestal dentro dos limites das propriedades. Regras de pontuação foram definidas de acordo com o percentual de cobertura florestal variando de zero a 100% dentro de seus limites totais recebendo os seguintes valores: a) 0% de cobertura florestal recebem *score* 1; b) 0 a 10% recebem *score* 2; c) >10 até 35% recebem *score* 3 e; d) >35% recebem *score* 4.

Para o nível de análise regional foi realizado o cruzamento espacial entre os limites de Ottobacias nível 3 e as estimativas de estoque de carbono, a fim de qualificar o estoque de carbono remanescente no contexto regional. Assim, um segundo critério de *score* adotou valores percentuais das estimativas de estoque de carbono relativos às áreas de cada Ottobacia com tais estoques ocorrendo dentro estado do Tocantins, a saber: a) Ottobacia contendo mais de 50% de área com estoques de carbono variando entre 0 e 36,24 tC / ha recebe *score* 1; b) Ottobacia contendo mais de 50% de área com estoques variando entre 39,92 e 62,70 recebe *score* 2; c) Ottobacia contendo mais de 50% de sua área com estoques variando entre 87,55 e 98,27 recebem um *score* 3, e; d) Ottobacias contendo mais de 50% de área com estoques variando entre 118,48 e 225,09 recebem o maior *score* 4. Estes dois últimos *scores* são considerados áreas adequadas para REDD+ segundo as políticas vigentes.

E por fim o terceiro critério é uma combinação do primeiro com o segundo listados acima, e é dado pela união espacial de áreas classificadas como potenciais para REDD+ segundo a análise local de remanescentes dentro das propriedades, bem como a análise regional de percentuais de áreas de Ottobacias contendo estoques de carbono definidos pelo FREL como Floresta densa ou Floresta aberta. As regras finais de pontuação estão ilustradas na Figura 2, onde pontuações mais altas resultam da combinação de áreas como maior percentual da classe de Floresta densa e maiores estoques de carbono dentro das unidades hidrográficas dadas pelo nível 3 de Ottobacias.

Combinação de Score Final

Score Floresta	Score Estoque de Carbono na Bacia	Score Floresta	Score Estoque de Carbono na Bacia	Score Floresta	Score Estoque de Carbono na Bacia	Score Floresta	Score Estoque de Carbono na Bacia
4	4	4	2	2	4	2	2
4	3	4	1	2	3	2	1
3	4	3	2	1	4	1	2
3	3	3	1	4	3	1	1

Figura 2. Critérios finais de pontuação

4. RESULTADOS

A figura 3 demonstra a distribuição espacial dos limites das propriedades dados pela base do SICAR na porção do bioma Cerrado no estado do Tocantins. Esta figura ilustra os scores das propriedades de acordo com sua potencialidade para políticas de REDD+. Já a Tabela 1 mostra os resultados em termos quantitativos e percentuais. Observa-se que do total de 34798 propriedades, 58,87% (i.e. 20487 propriedades) representam alto potencial para políticas de REDD+. Considerando o médio potencial temos 10019 propriedades ou 28,79% do total, enquanto que com baixo ou sem potencial temos 4292 propriedades representando apenas 12,34%.

Total de propriedades	Alto potencial	Medio potencial	Baixo potencial	Sem potencial
34798	20487	10019	2752	1540
	58,87%	28,79%	7,91%	4,43%

Tabela 1. Propriedades do estado do Tocantins distribuídas por score por potencialidade para políticas de REDD+.

A Figura 3 ilustra a distribuição espacial das Ottobacias que ocorrem no Cerrado Tocantinense representadas por seus valores de score sendo quanto mais altos mais adequados às políticas de REDD+. Para fins de comparação, a Tabela 2 mostra a quantidade e percentual de propriedades sob os diferentes valores de score resultantes da combinação dos critérios de cobertura florestal e estoque de carbono.

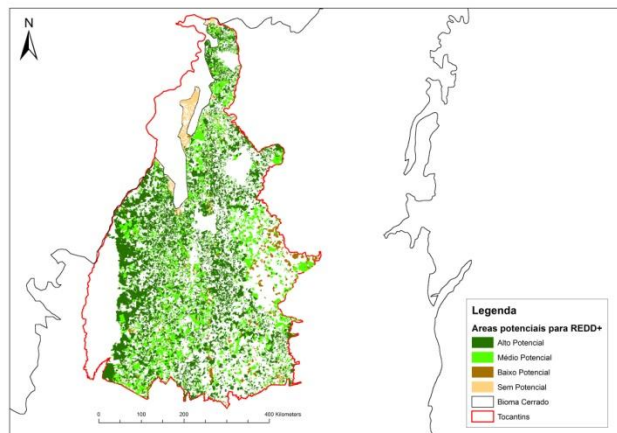


Figura 3. Representação das propriedades do estado do Tocantins distribuídas por seu potencial para políticas de REDD+

Observa-se um declínio brusco na quantidade de propriedades com alto potencial em relação aos resultados da Tabela 1. Neste resultado final somente 30 propriedades ou 0,09% do total foram classificadas como tendo alto potencial para políticas de REDD+. Já as propriedades com médio potencial foram a maioria representando 87,58% do total (30476 propriedades). Propriedades com baixo potencial ou nulo representaram 12,33% do total (4292 propriedades). Diante desta nova combinação de distribuição de propriedades por score a Figura 4 ilustra a potencialidade regional das propriedades com maiores potenciais localizadas dentro das bacias hidrográficas com perfis de estoque de carbono recomendados para implementação de políticas de REDD+.

Total de propriedades	Alto potencial	Medio potencial	Baixo potencial	Sem potencial
34798	30	30476	1	4291
	0,09%	87,58%	0,00%	12,33%

Tabela 2. Propriedades do estado do Tocantins distribuídas por score resultante da combinação do critério de cobertura vegetal e estoque de carbono.

5. DISCUSSÃO

Observando comparativamente as Figuras 3 e 5 é clara a diferença da distribuição espacial das propriedades com relação aos valores de score por potencialidade para as políticas de REDD+. Essa diferença de distribuição é corroborada pelas Tabelas 1 e 2, sendo que o score final relativo ao alto potencial perde representatividade, enquanto o médio potencial se consolida como o grande representante no Cerrado Tocantinense. Estas alterações de cenários se dão após a combinação de critérios, onde inúmeras propriedades com grande cobertura florestal passaram de alto para médio potencial. Este fato pode ser explicado na figura 4 que indica grande parte das Ottobacias na área de estudo tem valores medianos de estoque de carbono.

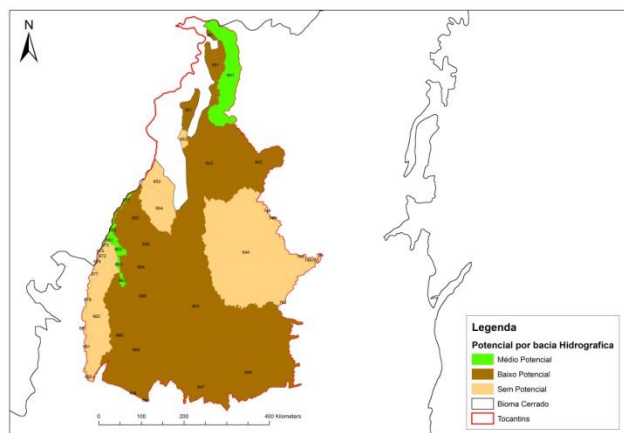


Figura 4. Estoque de carbono no estado do Tocantins por bacia hidrográfica.

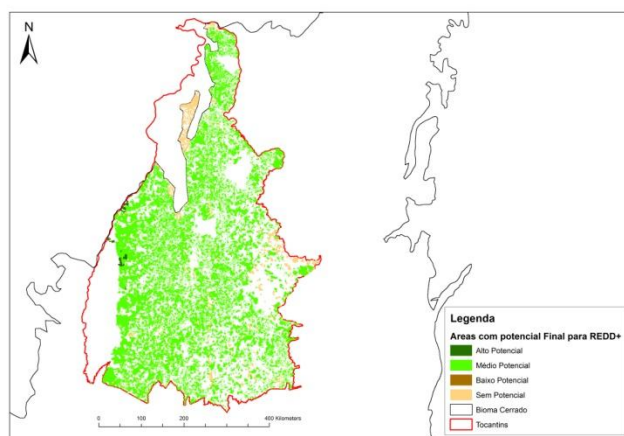


Figura 5. Estoque de carbono no estado do Tocantins por bacia hidrográfica.

Assim, mesmo existindo cobertura florestal o potencial de estoque de carbono das fitofisionomias é mediano, como na maior parte do Cerrado, mas exceto em áreas de transição com o bioma Amazônia. Diante dessa análise observa-se que, para o estado do Tocantins, o risco de atribuir grande importância somente aos estoques de carbono visando implementação de políticas de REDD+ pode marcar áreas de propriedades privadas com reservas florestais relevantes que também possuem estoques de carbono relevantes, apesar de valores medianos. Neste contexto, é preciso considerar questões relevantes como distribuição de biodiversidade e a existência de reservas em bloco para fins de conectividade ecológica para nortear políticas de REDD+ atualmente em processo de regulamentação no estado.

5. CONCLUSÕES

O estado do Tocantins por ser quase todo representado pelo bioma Cerrado deve adotar práticas e políticas emergenciais para sua conservação. Com os dados obtidos nesse trabalho é possível ter noções sobre regiões e temas relevantes para

aprofundamento em estudos que visem nortear as políticas de preservação florestal, principalmente com relação à preservação dos recursos hídricos tão relevantes no Cerrado e sua contribuição continental. As políticas de REDD+ são essenciais para as melhores práticas de preservação no estado, uma vez que fomentam ações para manter a vegetação nativa culturalmente e injustamente desvalorizada em seu papel de garantir os serviços ecossistêmicos. Assim, gestores estaduais devem olhar para além do potencial de estoque de carbono, incluindo elementos como biodiversidade combinadas com o potencial local das propriedades potencializado por ações sociais e civis.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Bonini, I.; Hur Marimon-Junior, B.; Matricardi, E.; Phillips, O.; Petter, F.; Oliveira, B.; Marimon, B.S. Collapse of ecosystem carbon stocks due to forest conversion to soybean plantations at the Amazon-Cerrado transition. *Forest Ecol. and Manag.* 2018, v.414.
- [2] Lahsen, M.; Bustamante, M.; Dalla-Nora, E.L. Undervaluing and overexploiting the Brazilian cerrado at our peril. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 2016, 58, 4-15.
- [3] Spera, S.A.; Galford, G.L.; Coe, M.T.; Macedo, M.N.; Mustard, J.F. Land-use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. *Global Change Biology* 2016, v. 22.
- [4] Sawyer, D. Climate change, biofuels and eco-social impacts in the Brazilian Amazon and Cerrado. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2008, 363, 1747-1752.
- [5] Costa, M.P.; Schoeneboom, J.C.; Oliveira, S.A.; Viñas, R.S.; de Medeiros, G.A. A socio-economic efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on Ica. *Journal of Cleaner Production* 2018 v. 171.
- [6] MMA. Sistema nacional de cadastro ambiental rural. Governo Federal: Brasília, 2016.
- [7] Salles, G.P.; Salinas, D.T.P.; Paulino, S.R. Execução de projetos de REDD+ no Brasil por meio de diferentes modalidades de financiamento. *Rev. de Economia e Sociologia Rural* 2017, v. 55.
- [8] Börner, J.; Wunder, S. Paying for avoided deforestation in the Brazilian Amazon: From cost assessment to scheme design. *Int Forest Rev* 2008, 10, 496-511.
- [9] UNFCCC. COP-19. United Nations Framework Convention on Climate Change: Warsaw, Poland, 2013.
- [10] MMA. Sistemas de estimativas de emissões de gases de efeito estufa. SEEG 4.0 ed.; Clima, M.d.M.A.O.d., Ed. Brasília, 2017.
- [11] Hunke, P.; Mueller, E.N.; Schröder, B.; Zeilhofer, P. The Brazilian Cerrado: Assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. *Ecohydrology* 2015 v. 8, 1154-1180.
- [12] Miranda, S.C.; Bustamante, M.; Palace, M.; Hagen, S.; Keller, M.; Ferreira, L.G. Regional variations in biomass distribution in Brazilian savanna woodland. *Biotropica* 2014, 46, 125-138.
- [13] Ribeiro, J.F.; Walter, B.M.T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In *Cerrado: Ecologia e flora*, Sano, S.M.; Almeida, S.P.; Ribeiro, J.F., Eds. Embrapa Cerrados: Planaltina, 2008; pp 151-212.
- [14] MMA. Base de dados sobre exploração dos recursos naturais. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2005.
- [15] Wilson, E.O. Threats to biodiversity. *Scientific American* 1989, 261.