

Análise das mudanças do uso e cobertura da terra no município de Barra do Bugres no Mato Grosso utilizando a geo-solução TerraClass Amazônia

João Francisco Gonçalves Antunes ¹

Júlio César Dalla Mora Esquerdo ¹

Alexandre Camargo Coutinho ¹

João Luís dos Santos ²

Talita Nogueira Terra Parizzi ²

Lídia Sanches Bertolo ²

¹ Embrapa Informática Agropecuária

Av. André Tosello, 209, Caixa Postal 6041

13083-886 - Campinas, SP, Brasil

{joao.antunes, julio.esquerdo, alex.coutinho}@embrapa.br

² Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais - FUNCATE

Av. Dr. João Guilhermino, 429 - 12210-131

São José dos Campos, SP, Brasil

jluis_santos@terra.com.br

{talitanogueiraterra, bertolo.lidia}@gmail.com

Resumo. A Bacia do Alto Paraguai (BAP) que inclui o Pantanal é um ecossistema de importância estratégica para o Brasil. A planície do Pantanal é bem conservada, mas o planalto tem sofrido o impacto das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. O estado do Mato Grosso passou por uma rápida conversão da cobertura vegetal nas últimas décadas. Por isso é importante investigar a mudança de uso e cobertura da terra para definir estratégias que estimulem a conservação ambiental e o desenvolvimento regional. A região mato-grossense da BAP é contemplada pelos mapeamentos do Projeto TerraClass que oferece dados oficiais para o monitoramento do uso e cobertura da terra na porção desmatada da Amazônia Legal. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar, quantificar e analisar as mudanças do uso e cobertura da terra no município de Barra do Bugres, localizado no sudoeste mato-grossense, utilizando a geo-solução TerraClass Amazônia. A classe temática que mais se expandiu entre 2004 e 2014 foi a Cultura Agrícola Semiperene da cana-de-açúcar, de 448,39 km² para 568,40 km², representando um crescimento de 26,76%, onde 124,57 km² foram provenientes da Pastagem Cultivada Herbácea de 2004. A classe temática Pastagem Cultivada Arbustiva apresentou uma retração expressiva, com um decréscimo de 18,79%, de 499,89 km² para 406,00 km², dos quais 226,39 km² foram para a Pastagem Cultivada Herbácea em 2014. Os resultados mostraram o potencial de análise proporcionado pela versão preliminar da geo-solução TerraClass Amazônia no apoio à gestão territorial.

Palavras-chave: Bacia do Alto Paraguai, mapeamento, sistema de informações geográficas, diagrama de Sankey, gestão territorial.

Abstract. The Alto Paraguay Basin (BAP) that includes the Pantanal is an ecosystem of strategic importance for Brazil. The Pantanal floodplain is well preserved, but the plateau has suffered the impact of anthropic activities on natural resources. The state of Mato Grosso has experienced a relevant conversion of the vegetation cover in last decades. Therefore, it is important to investigate land use and cover change (LUCC) to define strategies that stimulate environmental conservation and regional development. The Mato Grosso region of BAP is covered by the mappings the TerraClass Project, which provides official data for the monitoring of LUCC in the deforested portion of the Legal Amazon. In this context, the objective of this work was to identify, quantify and analyze the LUCC in the municipality of Barra do Bugres, located in the southwest of Mato Grosso, using the data geosolution of TerraClass Amazon. The thematic class that expanded the most between 2004 and 2014 was the Semi-perennial Crop of the sugarcane, from 448.39 km² to 568.40 km², representing a growth of 26.76%, where 124.57 km² were came from the Cultivated Herbaceous Pasture of 2004. The Cultivated Shrub Pasture thematic class presented an expressive retraction, with a decrease of 18.79% from 499.89 km² to 406.00 km², of which 226.39 km² went to the Cultivated Herbaceous Pasture in 2014. The results showed the analysis potential provided by the preliminary version of the TerraClass Amazon geosolution to support the land management.

Keywords: Alto Paraguay Basin, mapping, geographic information system, Sankey diagram, land management.

1. Introdução

Embora as modificações antrópicas das paisagens em todo o mundo tenham acontecido ao longo da história, prioritariamente para obtenção de alimentos e outros itens essenciais, o ritmo e a magnitude das mudanças recentes têm ocorrido sem precedentes. A Bacia do Alto Paraguai (BAP) que inclui o Pantanal é um ecossistema de importância estratégica para o Brasil devido à diversidade ecológica da paisagem. A planície do Pantanal é bem conservada, mas o planalto tem passado por alterações antrópicas em substituição da vegetação nativa pela pecuária, pelos cultivos agrícolas, pelos reflorestamentos e pelas edificações urbanas (Silva et al., 2011).

O estado do Mato Grosso experimentou nas últimas décadas uma rápida conversão da cobertura vegetal, na qual as atividades extrativistas de madeira, pecuárias e agrícolas, promoveram grandes dinâmicas econômicas, sociais e ambientais, em detrimento da conservação dos recursos naturais (Becker, 2005). A ocupação do estado Mato Grosso foi fomentada por ações da política federal de colonização dos “espaços vazios” do Centro-Oeste, como também pela construção dos grandes eixos rodoviários para canalizar o escoamento da produção (Chioveto, 2014). Por isso, as informações sobre a identificação e caracterização do histórico de uso e cobertura da terra são necessárias para definir estratégias que estimulem a conservação ambiental e o desenvolvimento regional (Lambin e Geist, 2006).

O Projeto TerraClass Amazônia, uma parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), tem sido responsável pela execução dos mapeamentos oficiais do uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal, na resolução espacial de 30 m (Coutinho et al., 2013; Almeida et al., 2016). Atualmente, o TerraClass apresenta um histórico de cinco mapeamentos, referentes aos anos de 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014. As classes temáticas de uso e cobertura da terra são identificadas somente nas áreas desmatadas por corte raso que são mapeadas pelo Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (Prodes) (INPE, 2017). A região mato-grossense da BAP é contemplada pelos mapeamentos do TerraClass Amazônia, como no caso do município de Barra do Bugres, localizado no sudoeste do estado do Mato Grosso, propiciando a análise das mudanças de uso e cobertura da terra.

Com o crescente desenvolvimento das aplicações Web destinadas à obtenção e visualização dos dados geoespaciais, bem como a disseminação de bases geográficas, a equipe do Projeto TerraClass vem desenvolvendo uma geo-solução destinada a facilitar o acesso e a visualização dos dados geoespaciais a partir de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) pela Web, que permite de forma simples e intuitiva obter informações espacializadas dos mapeamentos, assim como executar análises da dinâmica de uso e cobertura da terra.

2. Objetivo

Identificar, quantificar e analisar as mudanças do uso e cobertura da terra no município de Barra do Bugres, localizado no sudoeste mato-grossense, utilizando a geo-solução TerraClass Amazônia.

3. Material e Métodos

O estado do Mato Grosso, situado na região sul da Amazônia, possui o segundo maior índice de desmatamento da Amazônia Legal, com uma taxa acumulada estimada pelo Prodes de 1988 até 2017 de 142.967 km² (INPE, 2018). A área do estudo compreende o município de Barra do Bugres, localizado no sudoeste mato-grossense, ilustrada na **Figura 1**.

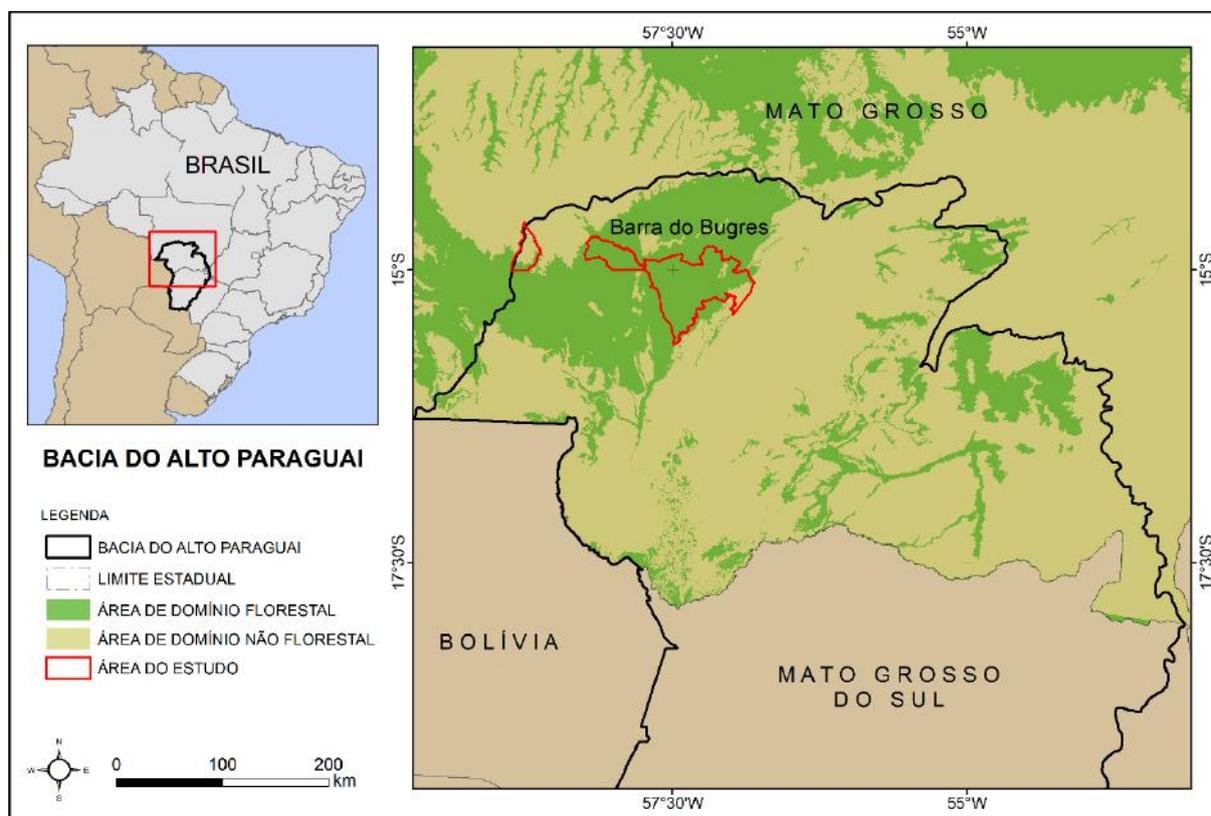


Figura 1. Localização do município de Barra do Bugres no sudoeste mato-grossense, inserido na Bacia do Alto Paraguai e em área de domínio florestal da Amazônia Legal.

O município de Barra do Bugres - MT, inserido na BAP, possui uma área territorial de 5.984,98 km² e está situado na Amazônia Legal Brasileira, basicamente em região de domínio florestal de acordo com os limites do Prodes, sendo 826,72 km² pertencentes a diferentes fitofisionomias de vegetação não florestal (Cerrado, Lavrado, Campinarama, etc.). A economia da região gira em torno do agronegócio da bovinocultura de corte e da indústria sucroalcooleira, tendo passado nos últimos anos por expressivos processos de transição do uso e cobertura da terra relacionados a expansão da cultura da cana-de-açúcar (Azevedo Júnior et al., 2012).

A dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Barra do Bugres - MT foi analisada por meio de uma versão preliminar da geo-solução TerraClass Amazônia que é um WebGIS para a disponibilização dos mapeamentos dos anos de 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014, oferecendo também um conjunto de ferramentas para análise espacial, conforme a interface Web representada na **Figura 2**.

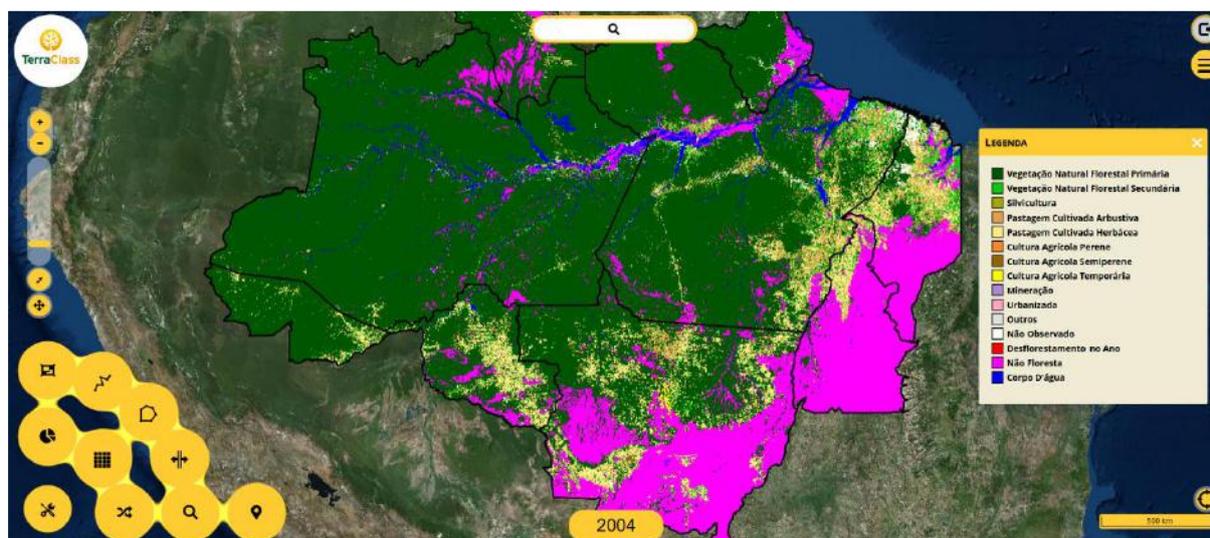


Figura 2. Interface Web da versão preliminar da geo-solução TerraClass Amazônia.

Os mapas disponíveis referem-se à segunda versão dos dados TerraClass Amazônia, os quais passaram por aprimoramentos na qualidade da classificação e por ajustes das classes temáticas, conforme a redefinição das seguintes legendas: Vegetação Natural Florestal Primária; Vegetação Natural Florestal Secundária; Silvicultura; Pastagem Cultivada Arbustiva; Pastagem Cultivada Herbácea; Cultura Agrícola Perene; Cultura Agrícola Semiperene; Cultura Agrícola Temporária; Mineração; Urbanizada; Outros; Não Observado; Desflorestamento no Ano; Não Floresta; e Corpo d'Água. Neste trabalho foram utilizados os mapeamentos dos anos de 2004 e 2014.

A geo-solução TerraClass Amazônia foi desenvolvido a partir de ferramentas de código aberto, com os dados armazenados em um banco de dados PostgreSQL, o qual utiliza as funcionalidades da extensão PostGIS para implementar as consultas espaciais de forma otimizada, conforme descrito por Santos et al. (2017). O sistema de geoinformações propicia a visualização, sobreposição e manipulação dos dados espaciais da série histórica do TerraClass na Internet, de forma rápida e intuitiva, oferecendo ferramentas para a comparação entre os anos. A geo-solução também disponibiliza um conjunto de ferramentas que visa facilitar aos usuários a consolidação das informações dos mapas a partir de diferentes recortes geográficos, nos níveis regional, estadual, municipal e por Unidade de Planejamento Hídrico (UPH). Além disso, é possível gerar matrizes de transições que mostram a dinâmica entre as classes em diferentes pares de anos.

Para subsidiar a avaliação da dinâmica dos diferentes usos da terra em toda a série histórica de dados TerraClass, a geo-solução também permite gerar o diagrama de Sankey, proposto por Schmidt (2008) para representar o fluxo de energia e sua distribuição ao longo de várias direções. Cada direção é representada por uma linha ou seta, cuja espessura indica a sua proporção ou quantidade de energia. Linhas mais espessas representam maior quantidade de energia sendo transmitida por aquela direção, enquanto que linhas mais finas representam menor energia sendo transmitida. O diagrama de Sankey na geo-solução TerraClass Amazônia foi implementado por meio da biblioteca D3 (Bostock, 2013), em que a variável adotada é a área e a origem/destino são as classes temáticas. Dessa forma, o diagrama é capaz de representar o fluxo de transições de áreas entre as classes temáticas ao longo dos anos, possibilitando a visualização no mapa das áreas relacionadas à transição selecionada, nos diferentes recortes geográficos.

4. Resultados e Discussão

A **Tabela 1** apresenta as áreas (km²) das classes temáticas de uso e cobertura da terra no município de Barra do Bugres - MT, nos anos de 2004 e 2014, cujos valores foram exportados por meio da geo-solução TerraClass Amazônia.

Tabela 1. Área das classes temáticas de uso e cobertura da terra nos anos de 2004 e 2014, no município de Barra do Bugres - MT.

Classe temática / Ano	Barra do Bugres - MT		
	Área (km ²)		
	2004	2014	Dinâmica
Vegetação Natural Florestal Primária	1.999,77	1.884,10	-115,66
Vegetação Natural Florestal Secundária	424,04	486,91	62,88
Silvicultura	0,00	0,01	0,01
Pastagem Cultivada Arbustiva	499,92	406,00	-93,92
Pastagens Cultivadas Herbácea	1.699,27	1.760,47	61,20
Cultura Agrícola Perene	0,00	0,00	0,00
Cultura Agrícola Semiperene	448,39	568,40	120,01
Cultura Agrícola Temporária	0,00	7,65	7,65
Mineração	0,00	0,00	0,00
Urbanizada	6,03	9,58	3,56
Outros	10,18	17,47	7,28
Não Observado	6,65	0,85	-5,80
Desflorestamento no Ano	49,82	2,62	-47,20
Não Floresta	826,72	826,72	0,00
Corpo d'Água	14,27	14,27	0,00
TOTAL	5.985,06	5.985,06	0,00

A **Figura 3** exibe os gráficos de setores gerados pela geo-solução TerraClass Amazônia, mostrando as frequências relativas mais relevantes das classes temáticas de uso e cobertura da terra no município de Barra do Bugres - MT, nos anos 2004 e 2014.

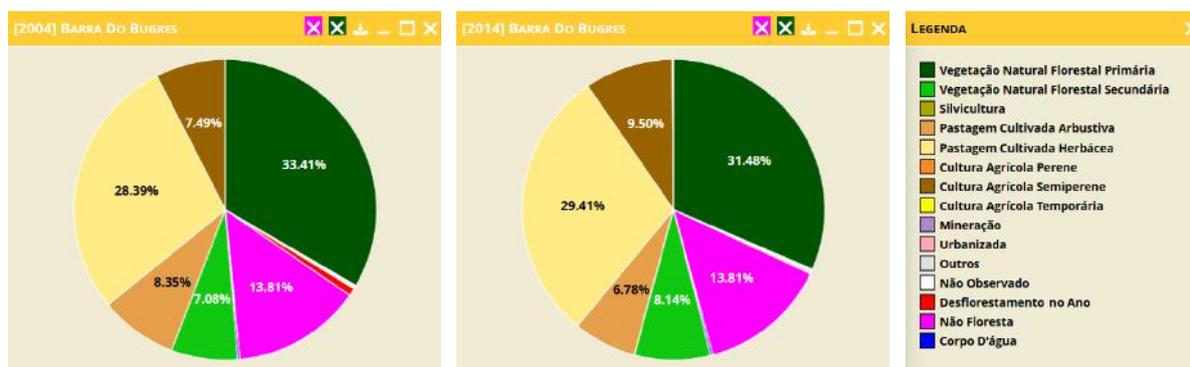


Figura 3. Frequências relativas mais relevantes das classes de uso e cobertura da terra no município de Barra do Bugres - MT, nos anos 2004 e 2014.

Pelos resultados apresentados na **Tabela 1** e na **Figura 3**, é possível verificar que o município de Barra do Bugres - MT perdeu 115,66 km² de florestas de 2004 a 2014, reduzindo em 5,78% as áreas de domínio florestal, porém o desmatamento apresentou uma grande redução de 94,74%. A classe temática Vegetação Natural Florestal Secundária obteve um ganho de 62,88 km², correspondente a 14,83% de áreas em avançado processo de regeneração.

Nesse período de 10 anos ocorreu um aumento bastante significativo da classe temática Cultura Agrícola Semiperene, que se refere ao mapeamento da cana-de-açúcar, sendo a classe temática que mais cresceu em termos relativos e absolutos. Em 2004 a cana-de-açúcar estava presente em 7,49% do território do município, passando para 9,50% em 2014, ganhando 120,01 km² em área, o que representou um crescimento de 26,76%.

Essa constatação vai de encontro ao apontado por Santos et al. (2013), em que o município de Barra do Bugres - MT apresentou a maior expansão de área cultivada com cana-de-açúcar de 1990 a 2011, devido à necessidade de matéria prima para produção de etanol pela usina Barralcool e incentivos oferecidos ao setor sucroalcooleiro, sendo os fatores responsáveis pelo ganho de escala em volume de produção. Em contrapartida, as alterações dos espaços ocupados pela vegetação nativa para o uso da terra pela cana-de-açúcar podem ocasionar problemas ambientais relacionados a erosão e a compactação do solo, assim como a contaminação da água por agrotóxicos nas áreas com vegetação natural remanescente, principalmente nas proximidades dos rios no planalto da BAP que têm a sua vazão aumentada na época das chuvas e extravasam para a planície do Pantanal (Neves et al., 2015).

A outra classe temática que perdeu espaço no município de Barra do Bugres - MT no período analisado foi Pastagem Cultivada Arbustiva, passando de 8,35% em 2004 para 6,78% em 2014, ou seja, uma redução de 93,92 km². Já a classe temática Pastagem Cultivada Herbácea ganhou 61,20 km², passando de 28,39% para 29,41%, um acréscimo de 3,60% de 2004 a 2014.

O crescimento na produção de cana-de-açúcar normalmente está associado à incorporação de áreas que anteriormente eram destinadas a atividades de pecuária. Para um melhor entendimento dos processos da dinâmica entre as classes temáticas, foi gerada uma matriz de transição a partir da geo-solução TerraClass Amazônia, que cruza os resultados dos mapeamentos em 2004 e 2014, como mostrado na **Figura 4**.

[2004 — 2014] BARRA DO BUGRES

	2004	2014	km2	Vegetação Natural Florestal Primária	Vegetação Natural Florestal Secundária	Silvicultura	Pastagem Cultivada Arbustiva	Pastagem Cultivada Herbácea	Cultura Agrícola Semiperene	Cultura Agrícola Temporária	Urbanizada	Outros	Não Observado	Desflorestamento no Ano	Não Floresta	Corpo D'água	TOTAL
Vegetação Natural Florestal Primária	1884.10	21.28	0.01	23.88	59.70	7.08	-	0.01	0.97	0.12	2.62	-	-	-	-	-	1999.76
Vegetação Natural Florestal Secundária	-	285.39	-	44.39	68.15	22.75	0.52	0.10	2.71	0.01	-	-	-	-	-	-	424.04
Silvicultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastagem Cultivada Arbustiva	-	81.93	-	168.38	226.39	14.46	0.07	0.13	8.50	0.02	-	-	-	-	-	-	499.89
Pastagem Cultivada Herbácea	-	83.76	-	156.77	1320.74	124.57	7.05	2.78	2.92	0.64	-	-	-	-	-	-	1699.23
Cultura Agrícola Semiperene	-	3.32	-	7.07	40.37	397.49	-	0.08	-	0.06	-	-	-	-	-	-	448.39
Cultura Agrícola Temporária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urbanizada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.03	-	-	-	-	-	-	6.03
Outros	-	2.11	-	2.03	4.02	0.40	-	0.03	1.60	-	-	-	-	-	-	-	10.18
Não Observado	-	0.34	-	0.62	5.12	0.14	-	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-	6.65
Desflorestamento no Ano	-	8.76	-	2.86	35.94	1.50	-	-	0.77	-	-	-	-	-	-	-	49.82
Não Floresta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	826.72	-	826.72
Corpo D'água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.27	14.27
TOTAL	1884.10	486.89	0.01	406.00	1760.43	568.40	7.65	9.58	17.47	0.85	2.62	826.72	14.27	5984.98			

Figura 4. Matriz de transição entre as classes temáticas de uso e cobertura da terra entre os anos de 2004 e 2014 no município de Barra do Bugres - MT.

Pela **Figura 4** pode-se verificar que a diagonal principal da matriz de transição apresenta as áreas que se mantiveram constantes entre os mapeamentos 2004 e 2014, o que corresponde a 81,95%, enquanto que os valores fora da diagonal principal apresentam as transições entre as classes temáticas no período de 10 anos, representando 18,05% do total das áreas.

Também é possível observar que na maior parte das novas áreas da classe temática Cultura Agrícola Semiperene em 2014, ou seja, a cana-de-açúcar, 124,57 km² vieram das áreas que em 2004 eram da classe temática Pastagem Cultivada Herbácea, confirmando que o aumento das áreas de cultivo da cana-de-açúcar está diretamente associado a conversão de áreas antes destinadas a pecuária.

A transição da classe temática Pastagem Cultivada Arbustiva para Pastagem Cultivada Herbácea de 226,39 km² é a dinâmica mais expressiva encontrada no município de Barra do Bugres - MT, com 20,96% do total. Já a classe temática Pastagem Cultivada Herbácea perdeu 156,77 km² para Pastagem Cultivada Arbustiva, o que corresponde a 14,51% da dinâmica. Tal fato indica a intensificação do uso da terra relacionada a criação de gado de corte, ao mesmo tempo que existem áreas de pasto abandonado com rebrota de algum tipo de vegetação.

A **Figura 5** apresenta o diagrama de Sankey, gerado por meio da geo-solução TerraClass Amazônia, que possibilita uma análise detalhada das transições de uso e cobertura da terra. Neste caso foram selecionados os anos 2004 e 2014 da análise no município de Barra do Bugres - MT e ativada a classe temática Cultura Agrícola Semiperene no ano de 2014.

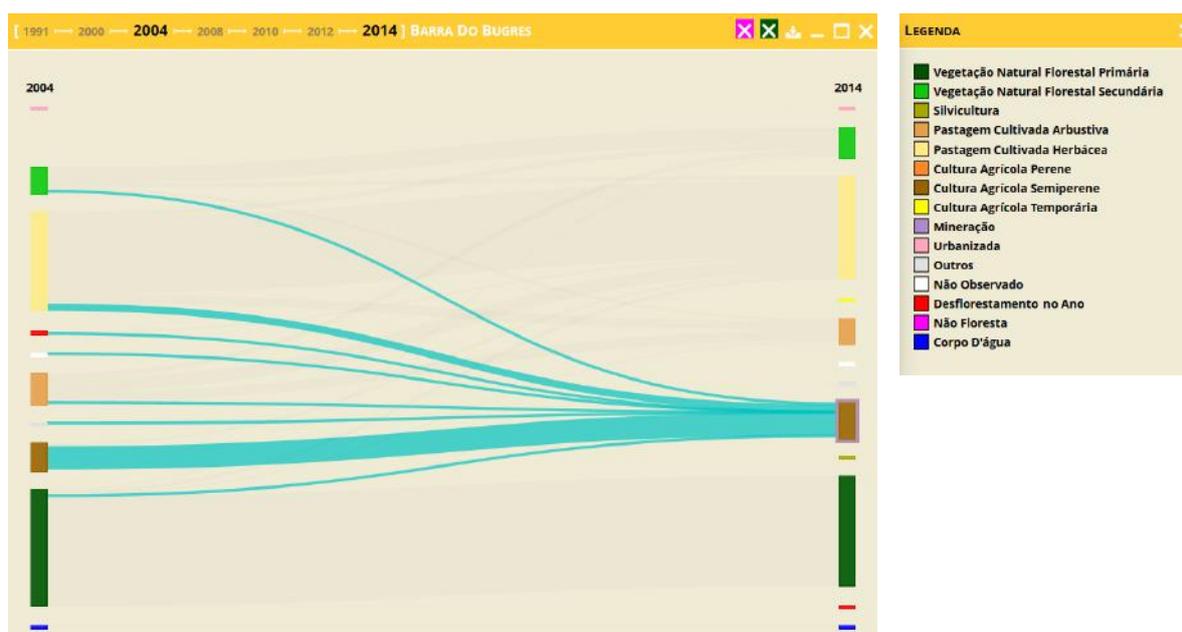


Figura 5. Diagrama de Sankey gerado para os anos 2004 e 2014 no município de Barra do Bugres - MT e ativada a classe temática Cultura Agrícola Semiperene no ano de 2014.

A **Figura 5** mostra as linhas realçadas na coloração ciano referentes aos fluxos de todas as classes temáticas provenientes do ano 2004 que são convertidos para Cultura Agrícola Semiperene em 2014. Pode-se observar que os maiores fluxos em direção a esta classe temática em 2014 são originários da própria classe Cultura Agrícola Semiperene em 2004. Posicionando-se o cursor sobre esta linha, verifica-se que 397,49 km² da área é mantida no período de 10 anos. Além disso, pode-se notar também que o fluxo que parte da classe temática Pastagem Cultivada Herbácea em 2004 é o que representa a maior conversão para a classe temática Cultura Agrícola Semiperene em 2014, com 124,57 km².

A **Figura 6** apresenta o diagrama de Sankey, gerado por meio da geo-solução TerraClass Amazônia, selecionado os anos 2004 e 2014 da análise no município de Barra do Bugres - MT e ativada a classe temática Pastagem Cultivada Arbustiva em 2004.



Figura 6. Diagrama de Sankey gerado para os anos 2004 e 2014 no município de Barra do Bugres - MT e ativada a classe temática Pastagem Cultivada Arbustiva em 2004.

A **Figura 6** mostra as linhas realçadas na coloração ciano referentes aos fluxos provenientes da classe temática Pastagem Cultivada Arbustiva que são convertidos para todas as classes temáticas em 2014. Pode-se observar que o maior fluxo é em direção a classe temática Pastagem Cultivada Herbácea em 2014. Posicionando-se o cursor sobre esta linha, verifica-se que 226,39 km² da área é convertida no período de 10 anos. Além disso, pode-se notar também que o fluxo que se mantém em direção a esta mesma classe temática Pastagem Cultivada Arbustiva em 2014 é de 168,38 km².

A geo-solução TerraClass Amazônia também oferece uma ponte automática com o SATVeg (Embrapa, 2018), o Sistema de Análise Temporal da Vegetação que permite a visualização instantânea do perfil temporal do índice vegetativo NDVI do sensor MODIS, na resolução espacial de 250 m, a partir da seleção de uma localização geográfica sobre o mapeamento. A **Figura 7** apresenta o perfil temporal do NDVI de uma área selecionada através do fluxo da classe temática Pastagem Cultivada Herbácea em 2004 para Cultura Agrícola Semiperene em 2014 no diagrama de Sankey (**Figura 5**).

A visualização da série temporal no período abrangido pelos mapeamentos do TerraClass 2004 e 2014, auxilia na identificação das mudanças do uso e cobertura da terra. Pela **Figura 7** pode-se observar que até 2012 a área apresenta o comportamento da classe temática Pastagem Cultivada Herbácea, relacionado a variação da fenologia da vegetação causada pela sazonalidade do clima na região durante o ano, marcada por valores de NDVI mais baixos no período de seca e valores relativamente mais altos no período chuvoso, com mudanças gradativas. Em meados de 2012 verifica-se a transição para a Cultura Agrícola Semiperene, no caso a cana-de-açúcar com um ciclo de produção de 12 meses, caracterizada por valores mais baixos do NDVI na fase de perfilhamento no período de seca, atingindo o pico vegetativo na fase de crescimento durante o período chuvoso, com os valores do NDVI decrescendo na fase de maturação na época da colheita.

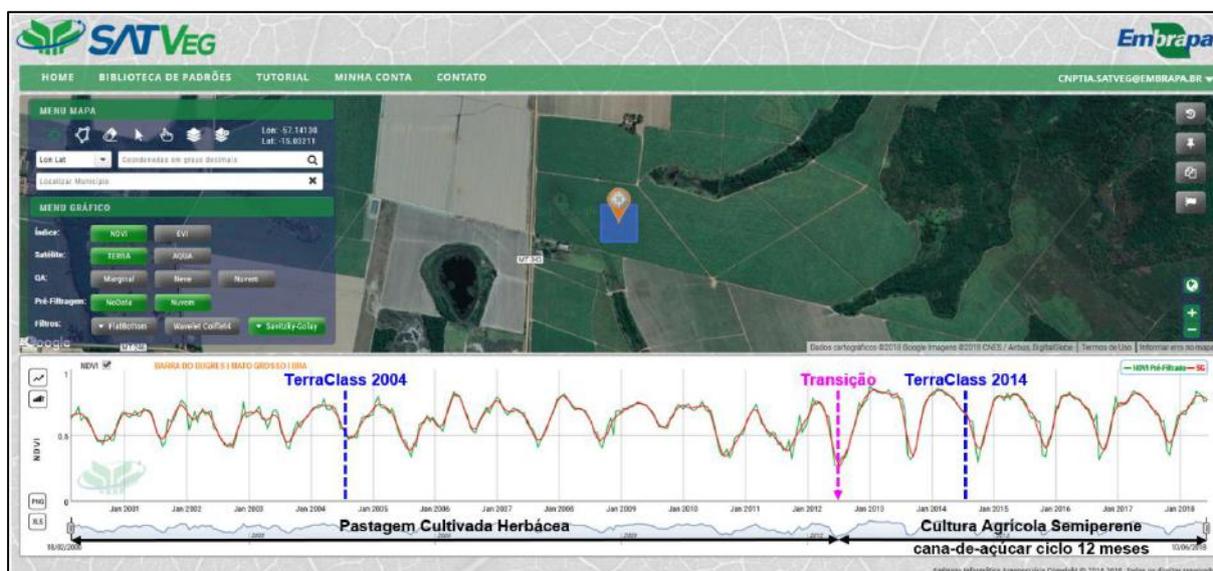


Figura 7. Perfil de NDVI/MODIS de uma área de transição da Pastagem Cultivada Herbácea para Cultura Agrícola Semiperene no município de Barra do Bugres - MT.

Cabe ressaltar que as transições de uso e cobertura da terra podem não ocorrer de forma direta entre as classes temáticas no período de 10 anos, o que pode ser analisado mais detalhadamente por meio do diagrama de Sankey, selecionando-se simultaneamente outros anos dos mapeamentos do TerraClass Amazônia.

5. Conclusões

Por meio de ferramentas computacionais presentes na versão preliminar da geo-solução TerraClass Amazônia, foi possível gerar informações de maneira rápida sobre o uso e cobertura da terra e suas transições no município de Barra do Bugres, localizado no sudoeste mato-grossense.

A classe temática que mais se expandiu entre 2004 e 2014 foi a Cultura Agrícola Semiperene da cana-de-açúcar, de 448,39 km² para 568,40 km², representando um crescimento de 26,76%, onde 124,57 km² foram provenientes da Pastagem Cultivada Herbácea de 2004. A classe temática Pastagem Cultivada Arbustiva apresentou uma retração expressiva, com um decréscimo de 18,79%, de 499,89 km² para 406,00 km², dos quais 226,39 km² foram para a Pastagem Cultivada Herbácea em 2014.

Os resultados mostraram o potencial de análise proporcionado pela versão preliminar da geo-solução TerraClass Amazônia no apoio à gestão territorial, que também irá incorporar os mapeamentos do ano 1991 e 2000 e, especialmente, com a complementação dos mapeamentos do Projeto TerraClass Cerrado, do ano de 2013 já existente e dos anos 2016, 2018 e 2020 que serão executados futuramente.

6. Referências

- Almeida, C. A.; Coutinho A. C.; Esquerdo, J. C. D. M.; Adami, M.; Venturieri, A.; Diniz, C. G.; Dessay, N.; Durieux, L.; Gomes, A. R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amazonica*, v. 46, n. 3, p. 291-302, 2016.
- Azevedo Júnior, W. C.; Dallemole, D.; FÁRIA, A. M. M. Análise locacional e impactos econômicos do segmento sucroalcooleiro em Mato Grosso. *Revista Estudos do CEPE*, n. 35, p. 259-285, 2012.
- Becker, B. K. Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.
- Bostock, M. *Data-Driven Documents*. Disponível em: <<https://d3js.org>>. Acesso em: 4 jul. 2018.

Chioveto, M. O. T. **Desenvolvimento rural no Mato Grosso e seus biomas**. 245 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014.

Coutinho, A. C.; Almeida, C. A.; Venturieri, A.; Esquerdo, J. C. D. M.; Silva, M. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008**. 1. ed. v. 1. 108p. Brasília-DF, Belém-PA: Embrapa, INPE, 2013.

Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **SATVeg**. Disponível em: <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **PRODES**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 4 jul. 2017.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal Brasileira (AMZ)**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/dashboard/prodes-rates.html>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

Lambin, E. F.; Geist, H. J. **Land-Use and Land-Cover Change: local processes and global impacts**. Springer Science & Business Media, 2006.

Neves, S.M.A.S.; Nunes, M.C.M.; Neves, R. J.; Kreitlow, J. P.; Galvanin, E. A. S. **Environmental Earth Sciences**, v. 74, n. 1, p. 813-827, 2015.

Santos, J. L. dos; Antunes, J. F. G.; Esquerdo, J. C. D. M.; Coutinho, A. C.; Maziero, L. P. Otimização de um banco de dados geográficos utilizando PostGIS. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...**, São José dos Campos/SP. **Anais...** São José dos Campos/SP: INPE, 2017.

Santos, S. M. L.; Neves, S. M. A. S.; Silva, F. S.; Galvanin, E. A. S.; Kreitlow, J. P. Análise espacial da expansão da cultura de cana-de-açúcar na microrregião de Tangará da serra, Mato Grosso, **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 195-214, 2013.

Schmidt, M. The Sankey diagram in energy and material flow management: Part I: History. **Journal of Industrial Ecology**, v. 12, n. 1, p. 82-94, 2008.

Silva, J. dos S. V. da; Abdon, M. de M.; Silva, S. M. A. da; MORAES, J. A. de. Evolution of deforestation in the Brazilian Pantanal and surroundings in the timeframe 1976 - 2008. **Geografia**, Rio Claro, v. 36, num. esp., p. 35-55, jun. 2011.