



MAPBIOMAS

Nota Técnica sobre Mapeamento de Pastagens

Leandro L. Parente²

Julia Z. Shimbo⁴

Marcos R. Rosa³

Tasso R. de Azevedo¹

Vinicius V. Mesquita⁵

¹ Coordenador Geral do MapBiomas

² Co-coordenador da equipe LAPIG/UFG para mapeamento de Pastagens no MapBiomas

³ Coordenador Técnico do MapBiomas

⁴ Coordenadora Científica do MapBiomas

⁵ Pesquisador da Equipe LAPIG para o Mapeamento de Pastagens no MapBiomas

12.06.2020

Apresentação

Entre os dias 03 e 09 de Junho começaram a circular na redes três textos de autoria da Consultoria AthenaAgro, assim intitulados: (1) Pastagens: Os dados que estão sendo divulgados são confiáveis; (2) Pastagens: conclusões erradas a partir de dados incorretos; (3) Pastagens: qual evolução histórica faz mais sentido?

Os textos tratam essencialmente de uma **crítica ao Projeto MapBiomias e à série histórica de mapeamento de pastagens** no âmbito das coleções de mapas anuais de cobertura e uso do solo do Brasil e as aparentes discrepâncias com relação aos dados do Censo Agropecuário do IBGE.

Os textos apresentam também uma série de afirmações e hipóteses sobre as causas e consequências do avanço ou redução das áreas de pastagens, e suas consequências para políticas públicas e os negócios que não cabe serem debatidas nesta nota por representarem a opinião e análise do autor as quais, concordando ou não, devem ser respeitadas e não dizem respeito ao MapBiomias.

Como grupo de pesquisa que é, o MapBiomias valoriza e acolhe as críticas aos aspectos científicos do trabalho pois nos permitem evoluir continuamente nos produtos disponibilizados.

Porém neste caso há uma diferença importante pois o **autor insinua e faz acusações graves relativas à transparência, o rigor metodológico e até a possível manipulação de dados.**

Em respeito aos mais de uma centena de pesquisadores que trabalham dia e noite para fazer o mais completo e detalhado mapeamento do uso da terra em operação no Brasil decidimos escrever esta nota técnica. Através dela trataremos de cada um dos pontos levantados nos três textos de forma a elucidar e esclarecer as dúvidas suscitadas.

Reforçamos nosso compromisso com a produção de dados isentos, cientificamente embasados, tecnicamente robustos e absolutamente transparentes como tem disso desde 2015, ano que em foi composta a rede de duas dezenas de instituições que fazem parte do MapBiomias no Brasil, e outras tantas envolvidas em outros doze países onde o projeto é desenvolvido.

Sumário

PARTE 1 – Resposta aos questionamentos referente a metodologia, robustez científica, transparência e imparcialidade do Projeto MapBiomias. (5)

- 1.1. O que é e como funciona o MapBiomias
- 1.2. A metodologia do MapBiomias
- 1.3. Como garantimos a robustez científica
- 1.4. A publicidade e transparência do MapBiomias

PARTE 2 – Resposta aos questionamentos referente a consistência e confiabilidade do mapeamento de pastagens do Projeto MapBiomias. (20)

- 2.1. Dados de Pastagem do MapBiomias
- 2.2. Avaliação de Acurácia
- 2.3. Validação de Campo
- 2.4. Diferenças nas Coleções do MapBiomias
- 2.5. Comparação do MapBiomias com Censo Agropecuário
- 2.6. Comparação com Outros Mapeamentos Oficiais
- 2.7. Comparação com Série Histórica proposta pela AthenaAgro

PARTE 3 - Considerações Finais e Referências Científicas (49)

PARTE 1 – Resposta aos questionamentos referente a metodologia, robustez científica, transparência e imparcialidade do Projeto MapBiomias.

Os texto da AthenaAgro que motivaram esta nota técnica questionam a metodologia, robustez científica, transparência e imparcialidade do Projeto MapBiomias.

Os autores do artigo acusam o projeto de não ter metodologia consolidada e publicada, não se submeter a revisão de pares e não seguir práticas científicas. Sugere ainda que o projeto não faz processos de validação e não respondem a questionamentos dos usuários. Por fim, ainda acusa o projeto de manipular dados.

A seguir pretendemos esclarecer:

1. O que é e como funciona o MapBiomias;
2. Como é a metodologia de trabalho do MapBiomias;
3. Como garantimos a robustez científica em todas as frentes de trabalho;
4. Como o DNA da rede está vinculado à transparência e ao trabalho colaborativo.

PARTE 1 – Resposta aos questionamentos referente a metodologia, robustez científica, transparência e imparcialidade do Projeto MapBiomias.

- 1.1. O que é e como funciona o MapBiomias** (07)
- 1.2. A metodologia do MapBiomias** (08)
- 1.3. Como garantimos a robustez científica** (11)
- 1.4. A publicidade e transparência do MapBiomias** (16)

1.1. O que é e como funciona o MapBiomás

O [MapBiomás](#) é uma **iniciativa multi-institucional**, formada em 2015, que reúne mais de cem pesquisadores e técnicos de **universidades, ONGs e empresas de tecnologia** dedicados ao **monitoramento das mudanças na cobertura e uso do solo no Brasil** (acesse [aqui](#) lista completa de instituições e pesquisadores envolvidos no projeto).

A rede faz uso de ferramentas de inteligência artificial aplicadas ao sensoriamento remoto combinadas com o conhecimento sobre os diferentes usos da terra no país. O principal produto da iniciativa é a Coleção de **Mapas Anuais de Cobertura e Uso do Solo do Brasil, com resolução de 30 m e uma série temporal já publicada que abrange o período de 1985 a 2018**. O Brasil foi o primeiro e ainda é o único país no mundo a contar com uma série anual de dados de cobertura e uso da terra completa, abrangendo todo o território nacional e com resolução de 30 m.

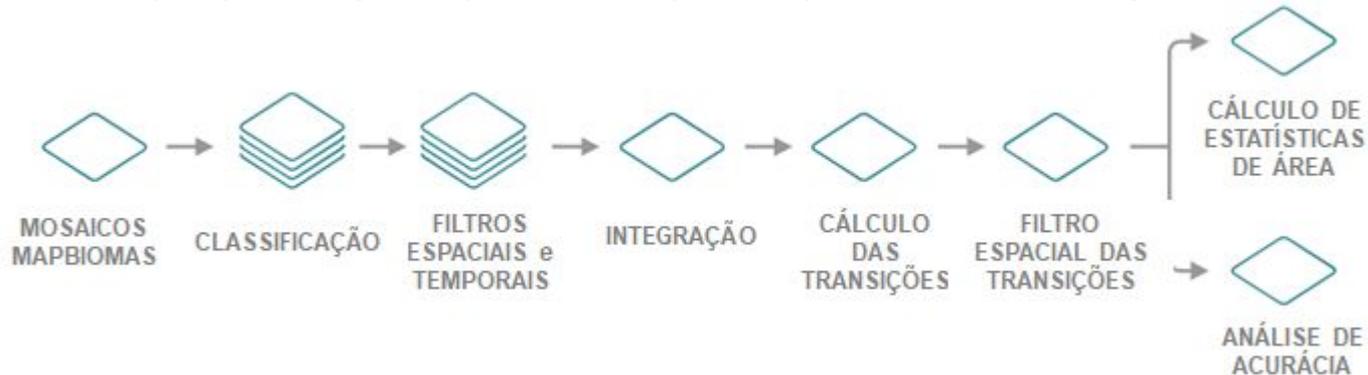
O MapBiomás é financiado com recursos da filantropia e da cooperação internacional. **Não recebe quaisquer recursos do governo.**



1.2. A Metodologia do MapBiomas

Para produzir um mapeamento completo com 20 classes de cobertura ou uso, as equipes se dividem por biomas e temas transversais (ex. agricultura, zona costeira, pastagem) garantindo que os grupos com melhor expertise e conhecimento regional ou setorial se responsabilizem por cada tema ou bioma. Cada equipe produz **o melhor mapeamento possível de cada tema para toda série histórica**. Este processo é realizado usando o algoritmo de aprendizado de máquina Random Forest, aplicado em coleções de imagens dos satélites Landsat através da plataforma de processamento em nuvem Google Earth Engine.

Posteriormente, os dados passam por uma série de filtros espaciais e temporais e **são integrados em um mapa único para cada ano, mediante aplicação de regras de prevalência específicas para cada bioma ou região**.



1.2. A Metodologia do MapBiomas

COLEÇÕES MAPBIOMAS

Periodicamente o **mapeamento e toda série histórica é revisada, aprimorada e atualizada.**

O indicador principal para justificar a revisão dos dados é o aumento da acurácia dos mapas.

Estas atualizações são organizadas na forma de **coleções de dados.**

A **coleção mais atualizada é a 4.1** lançada no início de 2020. A Coleção 5 deve ser lançada em agosto e tratará os dados atualizados até 2019 além de novas classes mapeadas.

Coleção Beta e 1.0

2008 - 2015

Coleção 2.0 e 2.3

2000 - 2016

Coleção 3.0 e 3.1

1985 - 2017

Coleção 4.0 e 4.1

1985 - 2018

1.2. A Metodologia do MapBiomas

DOCUMENTAÇÃO DA METODOLOGIA

Toda a **metodologia do MapBiomas é publicada** e atualizada a cada coleção na forma de [*Algorithm Theoretical Basis Document*](#) (ATBD) que descreve não só o método, mas todas as inovações e atualizações dos métodos aplicados em cada uma das Coleções do MapBiomas.

Além do ATBD geral é apresentado um **apêndice com as especificidades do método para cada bioma e tema transversal**.



1.3. Como garantimos a robustez científica

ANÁLISE DE ACURÁCIA

O indicador principal para análise da evolução e qualidade dos mapeamentos do MapBiomas é a **análise de acurácia**.

O projeto investiu um ano de trabalho para coletar **85 mil pontos de referência** avaliados de forma independente por três analistas para todos os 34 anos da série histórica mapeada, totalizando 2,9 milhões de pontos de referência.

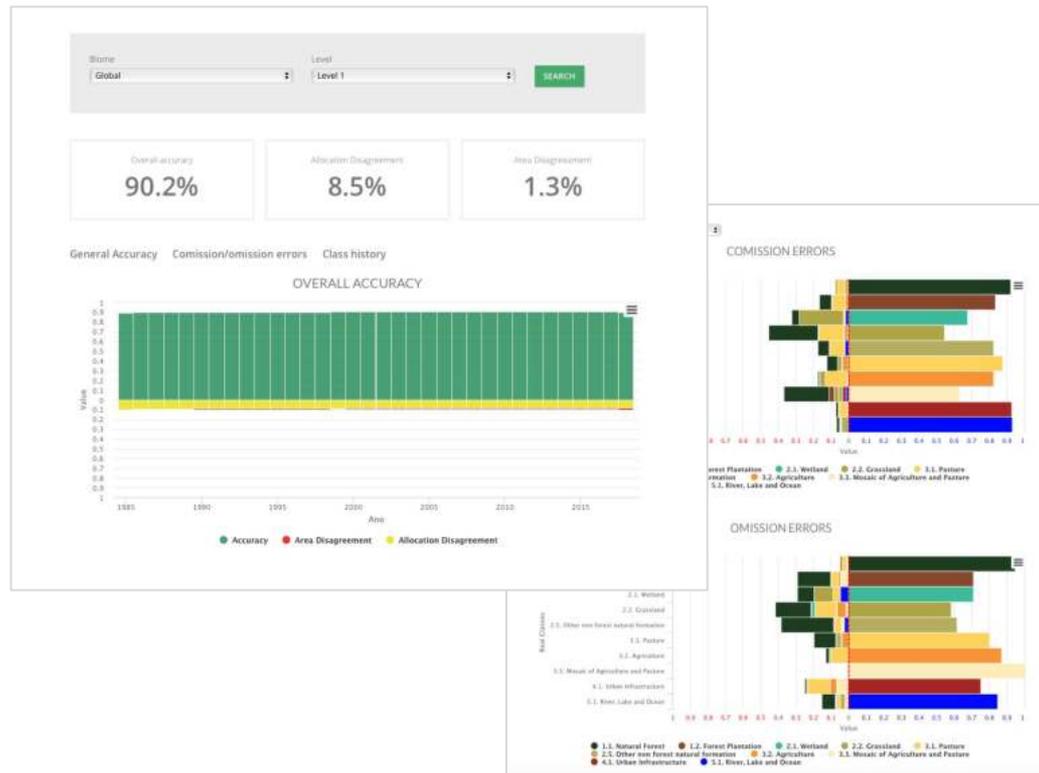


1.3. Como garantimos a robustez científica

Análise de Acurácia

Isso permite **analisar a acurácia** de forma detalhada e transparente **por bioma, classe de uso e ano da série histórica** em interface desenhada especialmente para isso, onde é possível **identificar** a matriz de confusão com os **erros de omissão e comissão** associados ao mapeamento.

A **acurácia da Coleção 4.1 do MapBiomas é de 90,2%** no nível 1 da legenda e 86,4% no nível 3 (mais detalhado).



1.3. Como garantimos a robustez científica

MAPAS DE REFERÊNCIA

Além disso, cada grupo do MapBiomias realiza análises concordância com outros **mapas e dados de referência** produzidos por outras instituições para os diferentes recortes temáticos ou territorial.

Todos os [mapas de referência](#) também são apresentados no portal do MapBiomias para cada uma das Coleções publicadas.

As equipes de cada bioma e tema transversal realizam **missões de campo** e **consultas com os pares especialistas** de cada tema para identificar críticas e sugestões que servem de guia para as oportunidades de aprimoramento dos mapas e da forma de disponibilização dos dados.

MAPAS DE REFERÊNCIA

Aqui se encontram os mapas utilizados como referência pelo MapBiomias para validar algoritmos de classificação ou avaliar a qualidade da classificação automática do projeto. Estas referências são oriundas de diversas organizações e com escopo temporal e geográfico variado.

Alguns desses mapas ainda não tem acesso público por estarem em processo de publicação. Quando disponíveis indicamos o link para baixar os dados direto da fonte dos mapas.

Coleção #

Nome do Mapa/Produto	Descrição	Fonte / Autor	Escala	Ano do Mapa	Ano de Publicação	Tipo de Acesso	Referência para download dos dados na fonte original (ou endereço para baixar dados no INPE)
Mapa de Limites do Bioma	Mapa de Limites do Bioma 1:5 000 000 produzido pelo IBGE, versão 2005, versão 2010 e pelo os mapas de Limites do Bioma 1:1 000 000 (IBGE) e o mapa de fronteiras do 1:1 000 000 (IBGE).	Centro Não Indígenas	1 000 000	2016	2016	Aberto	download_rti
Mapa de Limites do Bioma	Mapa de Limites do Bioma 1:250 000 produzido pelo IBGE	IBGE	1 250 000	2020	2020	Aberto	Mapa de Limites do Bioma 1:250 000 produzido pelo IBGE
Tema Clima, Cerrado	Mapamento do Livro e Capítulos de Tema do Cerrado	IBGE, SENAC, BIRACARA, INPE, UFPA e UFPA	1 250 000	2015	2016	Restrito	Mapa de Limites do Bioma 1:250 000 produzido pelo IBGE
Mapa de Limites do Bioma	Mapa de Limites do Bioma 1:250 000 produzido pelo IBGE	IBGE	1 250 000	2020	2020	Aberto	Mapa de Limites do Bioma 1:250 000 produzido pelo IBGE
Mapa de Limites do Bioma	Mapa de Limites do Bioma 1:250 000 produzido pelo IBGE	IBGE	1 250 000	2020	2020	Aberto	Mapa de Limites do Bioma 1:250 000 produzido pelo IBGE

1.3. Como garantimos a robustez científica

PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

Os pesquisadores dos diferentes temas do MapBiomias **publicam seus trabalhos em revistas científicas internacionais de primeira linha com rigoroso processo de revisão de pares (peer review)**. Especificamente para o tema de Pastagem foram quatro publicações feitas pela equipe do LAPIG/UFG que coordena o tema transversal de pastagens no MapBiomias (ver referências no final da nota).

Além das equipes do MapBiomias outros grupos de pesquisa de diversas áreas publicam constantemente trabalhos científicos que fazem uso direto ou referência aos dados produzidos pelo MapBiomias. Apenas **no ano de 2019 foram 93 publicações científicas**.

The image shows a screenshot of a scientific article page from the journal *Remote Sensing of Environment*. The article title is "Assessing the Spatial and Occupation Dynamics of the Brazilian Pasturelands Based on the Automated Classification of MODIS Images from 2000 to 2016". The authors listed are Leandro Parente and Lucio Ferreira. The abstract discusses the use of MODIS satellite imagery and the Random Forest algorithm to analyze pastureland dynamics in Brazil from 2000 to 2016. The introduction section begins by discussing the global demand for food and the challenges of increasing food production through extensification and intensification. The page also includes a "Corresponding author" section with contact information for Leandro Parente.

1.3. Como garantimos a robustez científica

COMITÊ CIENTÍFICO

O Projeto conta ainda com um [Comitê Técnico Científico](#) formado por pesquisadores com vasta experiência em sensoriamento remoto e mapeamento de cobertura e uso do solo.

Eles coordenam iniciativas fundamentais como:

- GEO (Group of Earth Observations),
- GLAD (Global Land Analysis and Discovery),
- Inventário Brasileiro de Emissões de Gases de Efeito Estufa,
- Inventário Florestal Brasileiro,
- Terraclass.

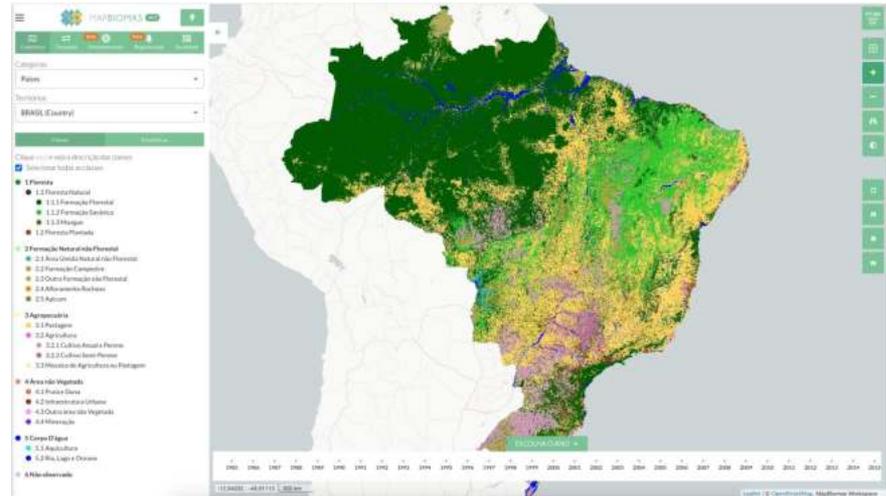


1.4. Da Publicidade e Transparência do MapBiomas

PLATAFORMA ONLINE

Todos os mapas, estatísticas e documentação do método produzidos pelo MapBiomas são **disponibilizados de forma aberta e gratuita** numa [plataforma online](#) que permite analisar as mudanças de uso da terra em todo o período de 1985 a 2018.

Os dados podem ser **acessados ou baixados** via [interface web](#) do portal do projeto, via [geoserviço](#) ou ainda via [plug-ins](#) para programas de geoprocessamento. Os **algoritmos e códigos fonte** do MapBiomas são disponibilizados no GitHub e no [Google Earth Engine](#).



1.4. Da Publicidade e Transparência do MapBiomas

Para **estimular o debate** e promover o uso de dados de cobertura e uso da terra no planejamento, implementação e monitoramento de políticas de interesse público o MapBiomas promove anualmente o **Seminário Anual sobre Cobertura e Uso da Terra** que este ano segue para a 6ª edição.

Ao longo do projeto foram **promovidas consultas e reuniões técnicas com especialistas** e pesquisadores de cada bioma e tema transversal para avaliar os dados produzidos, e elencar ideias e demandas para melhoria dos dados e as funcionalidades disponibilizados pelo MapBiomas para todos os usuários.

Um destes seminários, realizados em outubro de 2017, **reuniu por dois dias mais de 70 especialistas em Pecuária e Pastagens** em Brasília, inclusive o autor dos três textos aqui discutidos. No [seminário](#) a metodologia do MapBiomas e do mapeamento das pastagens foi detalhadamente explicada e debatida com todos os participantes.

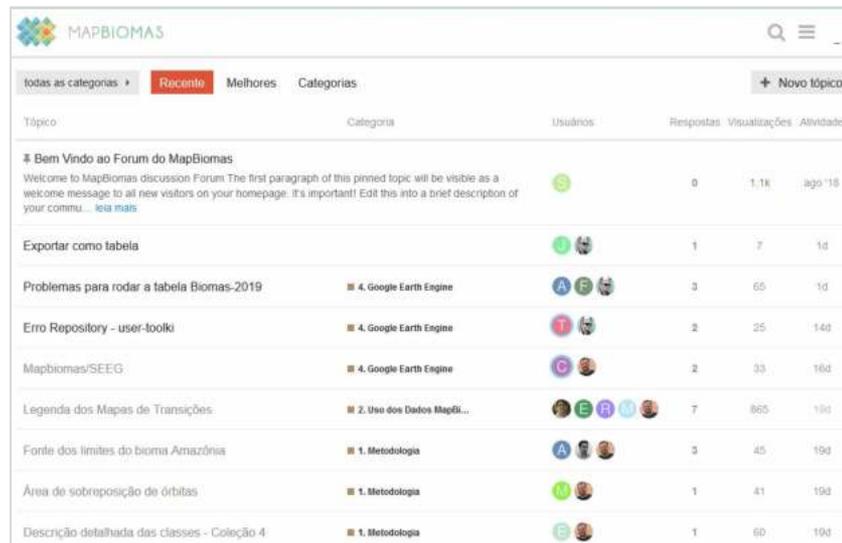


1.4. Da Publicidade e Transparência do MapBiomas

A Plataforma do MapBiomas oferece aos usuários a **possibilidade de gerar mapas customizados** a partir de uma conta gratuita na **função [Meus Mapas](#)** que conta com mais de **6 mil inscritos**.

O projeto conta ainda com o **[Fórum MapBiomas](#)** que é um **espaço digital de debate** sobre métodos, tecnologias e dados do projeto além de tirar dúvidas sobre os dados ou **receber críticas e sugestões**. O Fórum é **aberto para qualquer usuário** e nele a **interação é direta com os técnicos e pesquisadores do MapBiomas**.

Por fim as equipes do MapBiomas oferecem **vídeos tutoriais, cursos e treinamentos** para diversas organizações públicas (ex. TCU, EMBRAPA, IBGE, IBAMA, ICMBio, Ministério Público) e privadas sobre o uso da metodologia, tecnologia, ferramentas e dados do MapBiomas.



Tópico	Categoria	Usuários	Respostas	Visualizações	Atividade
Bem Vindo ao Fórum do MapBiomas Welcome to MapBiomas discussion Forum The first paragraph of this pinned topic will be visible as a welcome message to all new visitors on your homepage. It's important! Edit this into a brief description of your commu... leia mais					
Exportar como tabela			1	7	1d
Problemas para rodar a tabela Biomas-2019	4. Google Earth Engine		3	65	1d
Erro Repository - user-toolkit	4. Google Earth Engine		2	25	14d
Mapbiomas/SEEG	4. Google Earth Engine		2	33	16d
Legenda dos Mapas de Transições	2. Uso dos Dados MapBi...		7	865	19d
Fonte dos limites do bioma Amazônia	1. Metodologia		3	45	19d
Área de sobreposição de órbitas	1. Metodologia		1	41	19d
Descrição detalhada das classes - Coleção 4	1. Metodologia		1	60	19d

1.5. Do Ineditismo à disseminação do MapBiomias

O MapBiomias é uma iniciativa inédita e que está reinventando a forma de mapear e acompanhar as mudanças na cobertura e uso do solo. Nos métodos tradicionais de sensoriamento remoto para fazer o mapa de 1 ano do Brasil demora-se em média 18 meses e não é possível realizar mapeamento de vários anos em paralelo uma vez que eles precisam ser realizados de forma consecutiva.

A principal inovação técnica desenvolvida é a estratégia de mapeamento a partir da análise de cada um dos 9,2 bilhões de pixels de 30x30m que compõe o território nacional utilizando não só dimensão espacial e espectral, mas também a dimensão temporal. Assim o projeto consegue hoje rodar três décadas de mapas anuais de cobertura e uso do solo de todo o país na metade do tempo que se faz um mapa anual no método tradicional com níveis de acurácia iguais e em alguns casos até superiores.

Outra inovação do projeto é o trabalho em rede envolvendo pesquisadores e técnicos de universidades, ONGs e empresas de tecnologia que operam remotamente compartilhando de forma contínua a mesma infraestrutura e instrumental a partir de diferentes pontos espalhados pelo território nacional. Em conjunto trazem para o universo do geoprocessamento técnicas de planejamento ágil como a prototipagem rápida e ciclos de desenvolvimento e avaliação curtos e focados.

As inovações do projeto e a forma como todos os dados, métodos e ferramentas são disponibilizados permitiram que novas iniciativas fossem desenvolvidas em outras regiões. Atualmente existem iniciativas MapBiomias na Indonésia, todos os países da Amazônia, Argentina, Paraguai e Uruguai. Essas iniciativas formam a **Rede MapBiomias (MapBiomias Network)**.



PARTE 2 – Resposta aos questionamentos referente a consistência e confiabilidade do mapeamento de pastagens do Projeto MapBiomas.

Os três textos de opinião que motivaram esta nota técnica questionam a consistência, a confiabilidade e correção do mapeamento de pastagem produzido pelo Projeto MapBiomas.

Os autores do artigo sustentam que os dados de pastagem do MapBiomas estariam errados por não serem consistentes com os dados do Censo Agropecuário feito pelo IBGE e ainda sugere que haveria manipulação dos dados uma vez que diferentes Coleções mudaram a área estimada de pastagens e ainda sugere que os dados sejam retirados do ar. Por fim apresenta como alternativa uma série histórica com dados de pastagem produzidos pelos próprios autores.

Os dados do MapBiomas utilizados nesta nota técnica estão publicamente disponíveis em <https://mapbiomas.org> e <https://pastagem.org>, de forma a permitir a replicabilidade das análises aqui apresentadas.

A seguir pretendemos mostrar que:

- I. os **dados do MapBiomas são gerados com consistência, correção, robustez científica, imparcialidade e transparência** ímpar no estudo da cobertura e uso do solo no Brasil;
- II. a **comparação direta com os dados do Censo não só é equivocada, como induz a erros primários** na estimativa de área da agropecuária e em particular das pastagens no Brasil; e
- III. quando **comparada com mapeamentos geoespecializados feitos pelas instituições oficiais o MapBiomas é plenamente compatível.**

PARTE 2 – Resposta aos questionamentos referente a consistência e confiabilidade do mapeamento de pastagens do Projeto MapBiomas.

- 2.1. Dados de Pastagem do MapBiomas (22)**
- 2.2. Avaliação de Acurácia (23)**
- 2.3. Validação de Campo (24)**
- 2.4. Diferenças nas Coleções do MapBiomas (25)**
- 2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário (28)**
- 2.6. Comparação com Outros Mapeamentos Oficiais (38)**
- 2.7. Comparação com Série Histórica proposta pela AthenaAgro (46)**

2.1. Dados de Pastagem do MapBiomias

O método de mapeamento de pastagem utilizado no MapBiomias, desenvolvido sob a liderança do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás (LAPIG/UFG), foi recorrentemente submetido a revisão de pares, conforme as boas práticas acadêmicas, e atualmente **encontra-se publicado nos principais periódicos científicos de sensoriamento remoto do mundo** (Parente *et al.*, 2017; Parente *et al.*, 2018; Parente *et al.*, 2019a e b).

Estas publicações detalham o método utilizado, **baseado em algoritmos de aprendizado de máquina e análise temporal de imagens de satélite, bem como os procedimentos de calibração, avaliação de acurácia e validação em campo**, com levantamentos realizados pelo LAPIG e demais organizações parceiras (EMBRAPA, The Nature Conservancy, Aliança da Terra, Associação de Plantas do Nordeste-APNE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS e Rally da Pecuária).

Posto isto, **podemos afirmar categoricamente que o mapeamento da pastagem no MapBiomias possui transparência metodológica, rigor científico e credibilidade dentro da comunidade acadêmica nacional e internacional de sensoriamento remoto.**



2.2. Avaliação de Acurácia

Os dados do MapBiomias são resultado da capacidade de monitoramento da superfície terrestre por imagens de satélite, a qual possibilitou a geração de diversos produtos de mapeamento no Brasil (Almeida *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2007; Sano *et al.*, 2007; Sano *et al.*, 2019) e no Mundo (Townshend *et al.*, 2012; Griffiths *et al.*, 2013; Hansen *et al.*, 2013).

Por se tratar de produtos obtidos por sensoriamento remoto, o **padrão científico vigente estabelece que tais dados devem ser acompanhados de uma análise de acurácia**, estatisticamente representativa, capaz de quantificar os erros e acertos de mapeamento (Stehman & Foody, 2019).

A partir da Coleção 3.1 os dados do MapBiomias passaram a ser publicados com uma análise de acurácia, conduzida de forma independente em conformidade com as boas práticas acadêmico-científicas, a qual avaliou por interpretação visual mais de 85 mil pontos distribuídos aleatoriamente pelo território brasileiro ao longo de 33 anos (entre 1985 à 2018).

Segundo essa análise, a **Coleção 4.1 possui uma acurácia global de ~90,2% (nível 1), e especificamente a classe “Pastagem” apresenta 80,4% de acurácia do produtor e 87,8% de acurácia do usuário.**

A análise de acurácia para as demais coleções revela uma melhora contínua no mapeamento, indicando que o MapBiomias está gerando um produto progressivamente mais consistente. As análises completas de acurácia das coleções do MapBiomias estão disponíveis nos links a seguir ([Acurácias da col 3.1](#); [Acurácias da col 4](#); [Acurácias da coleção 4.1](#)).

Através deles é possível avaliar a acurácia e a matriz de confusão para cada ano da série em cada bioma e diferentes níveis de detalhamento da legenda.

2.3. Validação de Campo

Para os anos mais recentes, os mapas de pastagem do MapBiomas foram submetidos a uma avaliação em campo, que percorreu 16.400 km, em 19 estados brasileiros, entre 2017 e 2018.

Essas viagens de campo foram realizadas em parceria com instituições e pesquisadores da [EMBRAPA Cerrados](#), [EMBRAPA Meio-Ambiente](#), [EMBRAPA Amazônia Oriental](#), Universidade Estadual de Feira de Santana ([UEFS](#)), Associação Plantas do Nordeste ([APNE](#)) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul ([UFRGS](#)), produzindo um conjunto com mais de 18.000 pontos amostrais de uso e cobertura da terra, sendo 690 pontos com registros fotográficos e caracterização dos pastos visitados.

Utilizando essa base verificamos que ~80% dos pontos foram corretamente mapeados como pastagem pelo MapBiomas na Coleção 4.1, em seus respectivos anos.



Uma análise realizada com os pontos do **Rally da Pecuária** identificou uma concordância de 91 a 94% nas diferentes edições do Rally.

2.4. Diferenças nas Coleções do MapBiomas

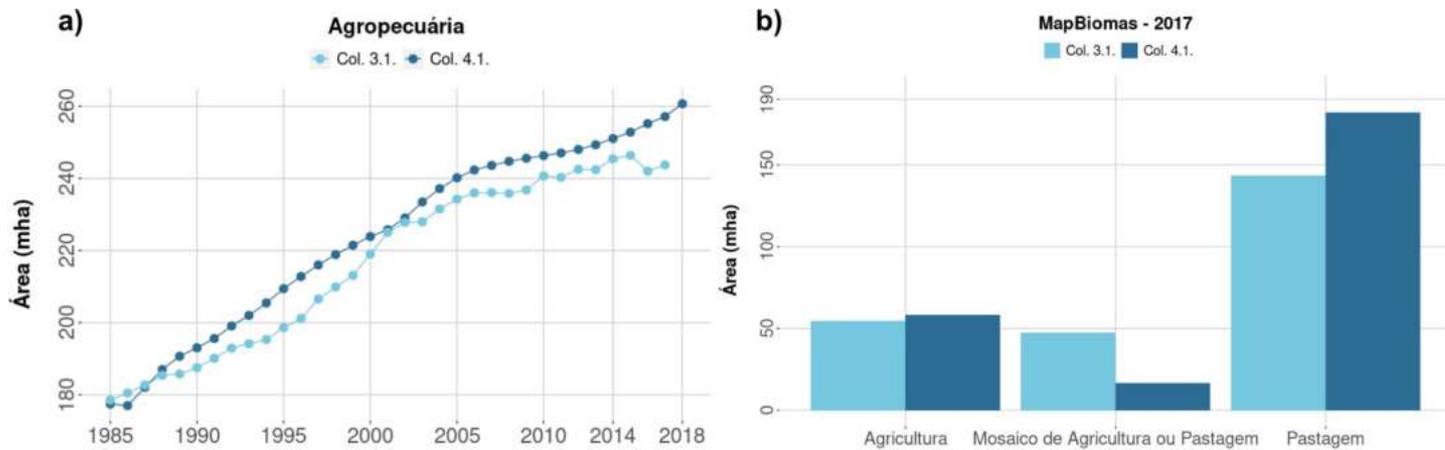
Os textos da AthenaAgro sugerem que o MapBiomas produz coleções de dados inconsistentes e não justificadas. Sobre as divergências na área de pastagem, apontadas entre as coleções do MapBiomas, vale destacar que a iniciativa não produziu nenhum mapeamento para o ano de 2018 na Coleção 3.1, conforme relatado pela Athenagro na comparação com a Coleção 4.1. Assim, tal comparação deve considerar o ano de 2017, por ser o último ano de mapeamento comum às duas coleções.

A **diferença em área de pastagem** entre as duas coleções se justifica por mudanças metodológicas, feitas para reduzir a área da classe de **“Mosaico de Agricultura ou Pastagem”** (conforme detalhado no documento [Algorithm Theoretical Basis Document](#)). Esta classe está associada a locais com características de uso agropecuário, mas que têm padrões de ocupação heterogêneos, onde não foi possível distinguir pastagem e agricultura. **A cada Coleção do MapBiomas as equipes buscam reduzir essas áreas de confusão**, sendo inclusive uma das principais demandas dos usuários do MapBiomas.

Desse modo, **na Coleção 4.1, o aumento verificado nas áreas de “Pastagem” e “Agricultura” foi compensado pela redução de 30 Mha da classe “Mosaico de Agricultura ou Pastagem”**. Observa-se que a área total de agropecuária mapeada ao longo série histórica das duas coleções apresentou números relativamente próximos ao longo dos anos (conforme figura na próxima página).

2.4. Diferenças nas Coleções do MapBiomias

Em resumo, **o aumento da área de pastagem e agricultura verificado na Coleção 4.1**, longe de representar um erro, **está relacionado a um ganho de qualidade do mapeamento, o que pode ser observado pelo aumento da acurácia de nível 2 da legenda (onde se localiza a classe de pastagem) de 87,9% para 88,9%.**



Áreas de Agropecuária referentes às Coleções 3.1 e 4.1 do MapBiomias em 2017. O aumento das áreas de “Pastagem” e “Agricultura” foram compensadas pela diminuição da área da classe “Mosaico de Agricultura ou Pastagem”.

2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário

Sobre a suposta inconsistência dos dados do MapBiomas com os dados do IBGE, **nota-se que os autores cometem um equívoco básico de sustentar a crítica com base nos dados do Censo Agropecuário**, chegando inclusive a afirmar que o projeto estaria *“colocando em cheque a credibilidade da principal base de informações estatísticas do país”*. Nada mais distante da realidade.

O IBGE é uma instituição de excelência e o [Censo Agropecuário](#) é de vital importância para prover uma base de dados pública e consistente, capaz de retratar as características da agropecuária brasileira com seus diversos atores e meios de produção.

Implementado através de entrevistas presenciais conduzidas em 5 milhões de estabelecimentos rurais do país ([Questionário aplicado em 2017](#)), o Censo Agropecuário foi concebido com propósito e universo de análise muito distinto do MapBiomas, de forma que toda e **qualquer comparação entre as duas iniciativas deve ser realizada com cuidado e atenção**, tendo em vista as diferenças estruturais entre as duas bases de dados.

Diferenças entre os dados gerados pelo Censo Agropecuário e pelo MapBiomas.

Tema	Censo Agropecuário	MapBiomas
Objetivo principal	Caracterização da atividade agropecuária brasileira	Monitoramento das mudanças de uso e cobertura da terra no Brasil
Fonte de dados	Questionário aplicado nos estabelecimentos rurais	Imagens de satélite
Área de abrangência	Entre ~374 Mha (1985) e ~351 Mha (2017)	~851 Mha em todos os anos
Unidade de análise mínima disponível aos usuários	Município (Formato tabular)	Pixel 30x30m(Formato matricial)
Universo de análise	Dezenas de indicadores envolvendo características dos estabelecimentos e produtores rurais	Área e transição de uso e cobertura da terra
Classes utilizadas pela atividade pecuária	Pastagem natural e pastagem plantada	Pastagem e formação natural campestre

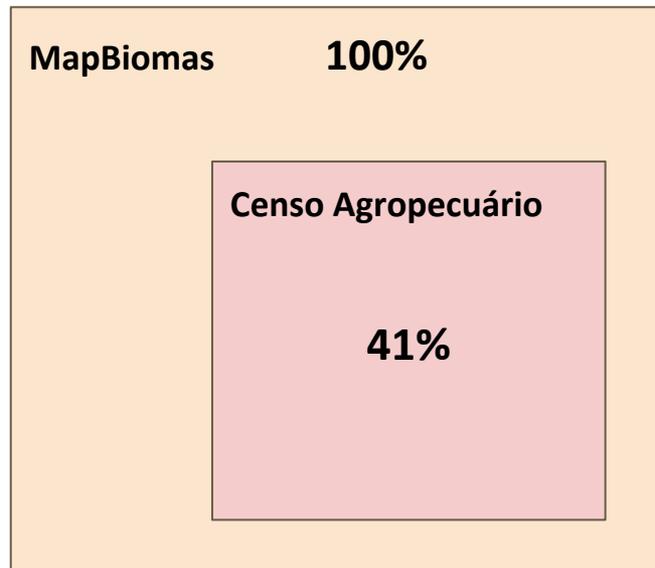
2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário

ABRANGÊNCIA TERRITORIAL

A utilização de imagens de satélite da série Landsat permitiu ao MapBiomas mapear a totalidade do território brasileiro (~851 Mha) em todos os anos entre 1985 e 2018.

O levantamento do Censo Agropecuário foca em uma parte do território nacional (351 Mha ou 41% do território em 2017) correspondente a 5,07 milhões de estabelecimentos rurais*.

** A diferença para o total de imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR) que ultrapassa os 5,6 milhões (SICAR) pode ser explicada em parte pelo fato de que um estabelecimento rural poder conter mais de um imóvel rural sob administração, resultando em uma única entrevista.*



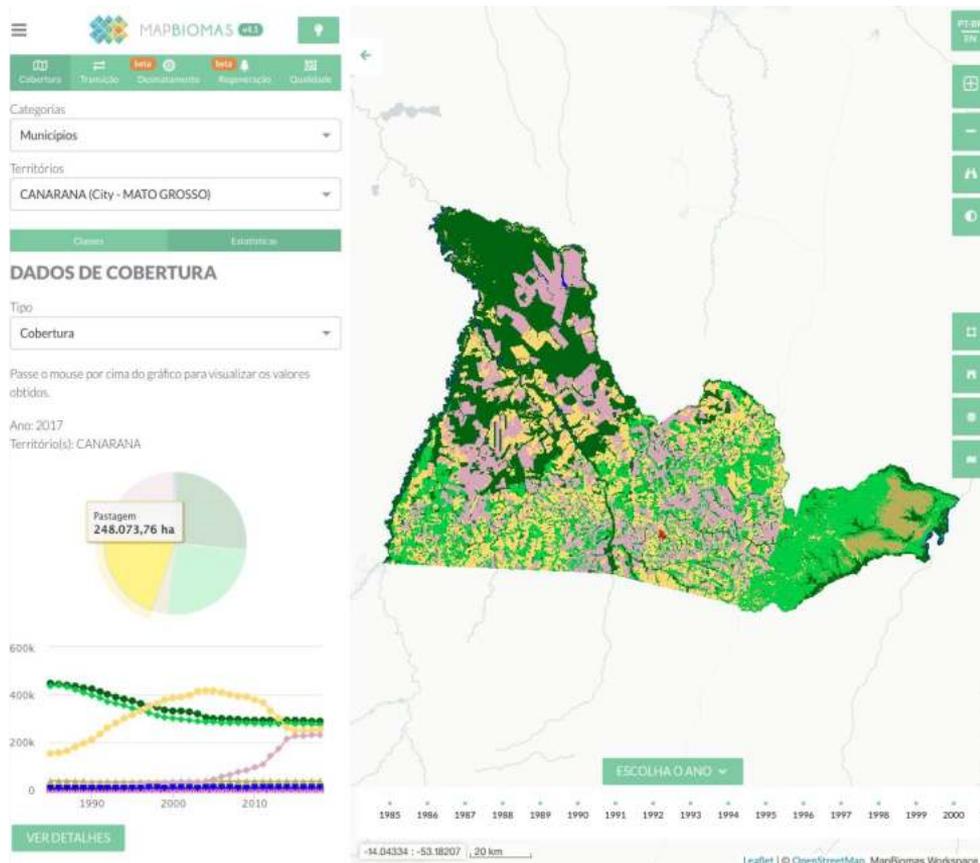
2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário

ABRANGÊNCIA TERRITORIAL

Para **exemplificar essa diferença** vamos considerar o município de **Canarana/MT**. Lá o Censo Agropecuário 2017 visitou 444 estabelecimentos, enquanto que existem cadastrados no CAR 1.012 imóveis rurais.

Em 2017, o Censo Agropecuário indicou uma área de pastagem de ~161 mil hectares, enquanto a área mapeada pelo MapBiomas (Col. 4.1) foi de ~208 mil hectares, para as regiões dentro CAR. Considerando as áreas mapeadas fora do CAR, e, em tese, também fora do Censo Agropecuário, obtemos um total de ~248 mil hectares de pastagem.

Essa diferença é ainda maior se compararmos toda a área de agropecuária do município mapeada pelo MapBiomas (~478 mil ha) e a soma das áreas de pastagem, lavoura e sistemas agroflorestais indicadas pelo Censo Agropecuário (~369 mil ha).



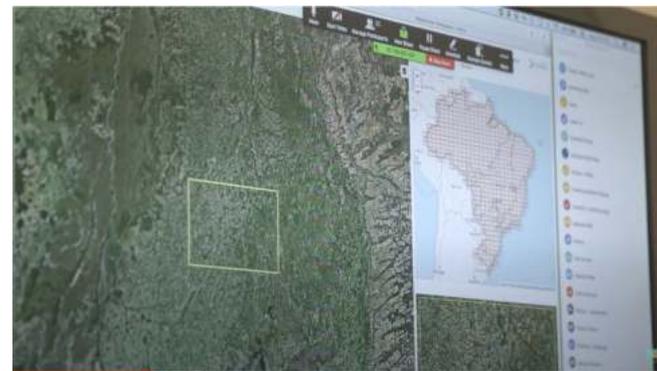
2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário

NATUREZA DO MÉTODO: OBSERVADO vs DECLARADO

Mesmo quando o universo de propriedades rurais for equivalente, é esperado que os dados apresentem diferenças substanciais. Isso porque que estamos comparando **um dado de natureza autodeclaratória (Censo), obtido por meio de um formulário, com um dado gerado por mensuração direta a partir da imagens de satélite (MapBiomas).**

Além disso, o dado declarado de uso da terra não é verificado para confirmar se condiz com a realidade. Assim, não é possível avaliar a acurácia do dado final e tão pouco há condições de refazer o questionário, quando for encontrado algum tipo de erro.

** uma pesquisa interessante inclusive seria usar os dados das Coleções do MapBiomas para avaliar a consistência das informações dos questionários a partir do cruzamento com os polígonos que delimitam as propriedades rurais do CAR.*



Plataforma de Mapeamento do MapBiomas



Censo Agropecuário

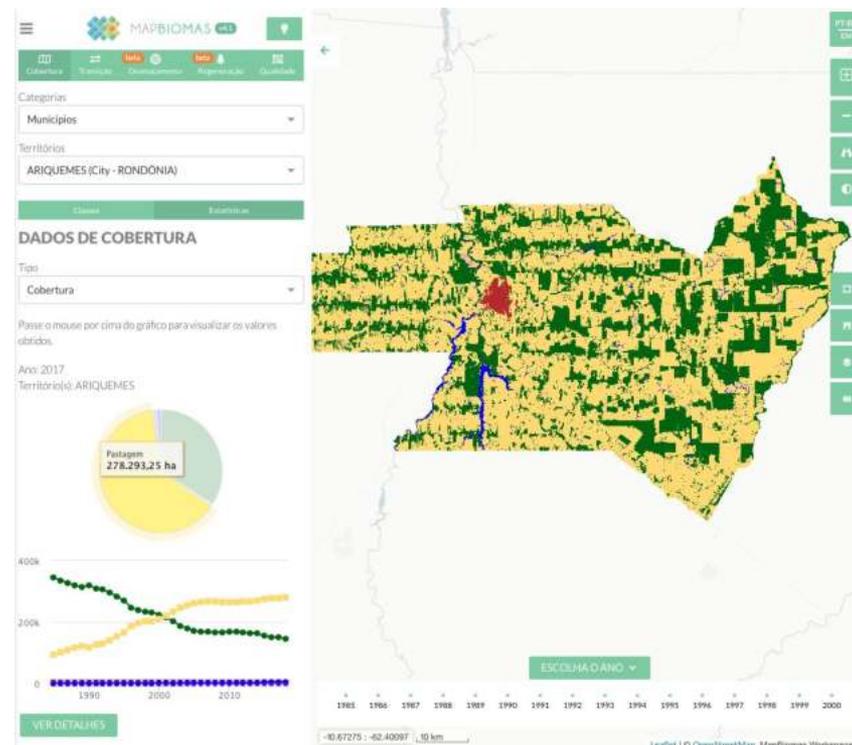
2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário

NATUREZA DO MÉTODO: OBSERVADO vs DECLARADO

Para exemplificar essa situação vamos considerar o município de Ariquemes/RO. Lá o IBGE visitou 2.927 estabelecimentos rurais em 2017, uma quantidade próxima às 3.087 propriedades rurais registradas no CAR.

Ao restringir o mapeamento de 2017 do MapBiomas (Col. 4.1) somente para a região do CAR obtemos ~201 mil hectares de pastagem, quantidade menor que os ~221 mil hectares indicados pelo Censo Agropecuário, para o mesmo ano.

Por outro lado, se considerarmos toda a área de pastagem mapeada no município, dentro e fora do CAR, obtemos um total de ~278 mil hectares na Coleção 4.1.

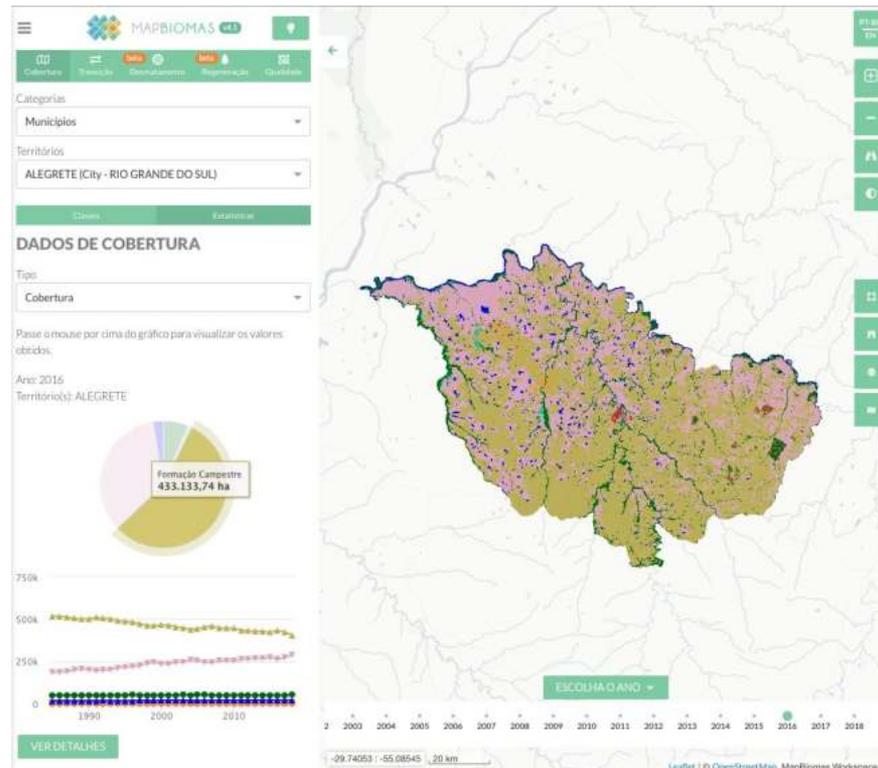


2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário

SEPARAÇÃO DE PASTAGEM NATURAL E PLANTADA

Essas divergências podem ainda ocorrer em função da **separação entre as classes pastagem plantada e natural**, existente apenas no Censo Agropecuário. No caso do MapBiomas, as pastagens naturais são representadas na classe “Formação Natural Campestre” (que pode ou não ser pastejada). Ou seja, é outra forma de enquadramento.

Por exemplo, o município de Alegrete/RS possui em média ~566.000 animais bovinos, de acordo com a série histórica da [Pesquisa Pecuária Municipal-PPM](#) do IBGE, porém não dispõe de nenhum hectare de área mapeada como pastagem pelo MapBiomas. As áreas utilizadas pela atividade pecuária neste município encontram-se na classe “Formação Natural Campestre”, que correspondem a ~517 mil e ~433 mil hectares em 1996 e 2006, respectivamente, (Coleção 4.1). Para os mesmo anos, o Censo Agropecuário indicou 544 mil (1996) e 477 mil (2006) hectares de pastagem natural.



2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário

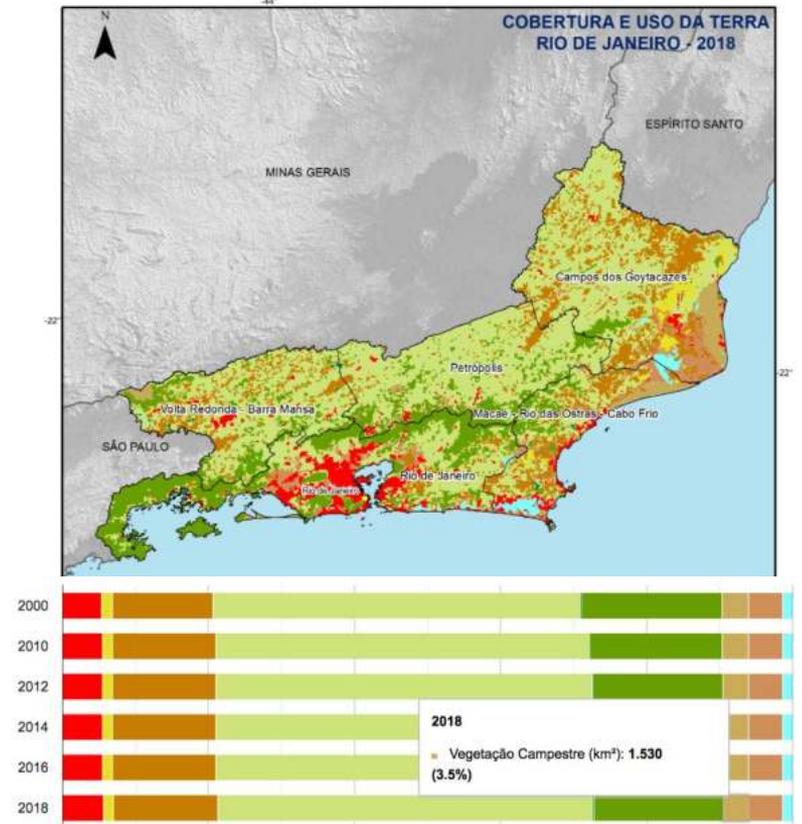
SEPARAÇÃO DE PASTAGEM NATURAL E PLANTADA

A distinção entre as classes pastagem plantada e natural, por meio declaratório, pode apresentar algumas inconsistências. Como exemplo, citamos aquelas encontradas no estado do Rio de Janeiro, onde o Censo Agropecuário indicou como pastagem natural ~901 mil e 891 mil hectares em 1996 e 2017, respectivamente.

Ocorre que o Rio de Janeiro encontra-se quase que integralmente em região de Mata Atlântica, onde a ocorrência de vegetação campestre natural é muito limitada.

O próprio IBGE, no programa de [Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil](#), mapeou em todo o Estado do Rio de Janeiro apenas ~184 mil hectares de vegetação campestre em 2018, área muito inferior ao reportado pelo Censo Agropecuário como pastagem natural (voltaremos a este outro produto do IBGE mais adiante).

Essa discrepância significa que o Censo errou? Não, pois o Censo reflete a autodeclaração dos entrevistados. Um produtor pode interpretar que um pasto antigo da sua propriedade seja natural, sem que seja possível ao entrevistador checar a informação. Esta informação inclusive pode ser útil para elaborar políticas de melhoria de pastagem.



2.5. Comparação do MapBiomas com Censo Agropecuário

Compreendendo melhor as diferenças entre as duas bases de dados, fica claro que o universo de análise do Censo Agropecuário é significativa diferente do MapBiomas, assim como o que está sendo medido (observado vs declarado).

Recorrer aos dados do Censo Agropecuário como representação fiel da composição da cobertura e uso do solo de todo o Brasil – como faz o autor dos textos que criticam o MapBiomas - **é um equívoco e induz** estimativas erradas da área ocupada pelos diferentes usos do solo no meio rural.

Vale ressaltar que o próprio IBGE não usa o Censo para este propósito. Ao invés disso, há um programa específico para monitorar o uso e ocupação da terra no Brasil, como veremos a seguir.

2.6. Comparação com Mapeamentos Oficiais

Considerando as diferenças estruturais apontadas na seção anterior, acreditamos ser mais adequado comparar os dados do MapBiomas, gerados por satélite, com outros produtos oficiais de mapeamento também baseados em imagens de satélite ([Mapas de referência utilizados pelo MapBiomas](#)).

Para este exercício usaremos dois levantamentos oficiais do Brasil:

- [Programa de Monitoramento da Mudança de Uso da Terra no Brasil](#), produzido pelo IBGE.
- **Projeto TerraClass**, desenvolvido em parceria pelo INPE e EMBRAPA, responsável por caracterizar o uso pós desmatamento detectado pelo [PRODES](#), e



2.6. Comparação com Mapeamentos Oficiais

Programa de Monitoramento da Mudança de Uso da Terra no Brasil (IBGE)

Em 2015, o IBGE iniciou o [Programa de Monitoramento da Cobertura de Uso da Terra no Brasil](#) (MCUT), responsável por mapear sistematicamente a totalidade do território nacional. A iniciativa se baseia em imagens do satélite MODIS (com resolução espacial de ~250m) e métodos de geoprocessamento por segmentação e edição matricial (IBGE, 2015), com área mínima mapeada de 1 km² (no MapBiomas a área mínima é de 0,09 km²).

A primeira edição foi publicada em 2015 com os dados de 2000 (ano base), 2010 e 2012, incluindo as matrizes de transição. A segunda versão, de 2017, acrescentou o ano de 2014 e as últimas atualizações publicadas em 2018 e 2020, acrescentaram 2016 e 2018, respectivamente.



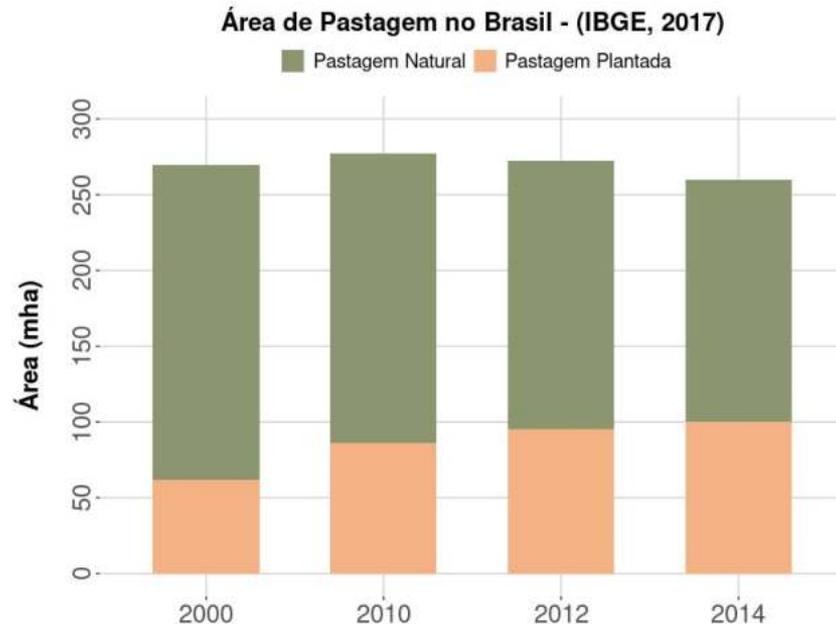
2.6. Comparação com Mapeamentos Oficiais

Programa de Monitoramento da Mudança de Uso da Terra no Brasil (IBGE)

Assim como nas coleções do MapBiomas, estas outras iniciativas de mapeamentos também passam por um processo de revisão e melhoria contínua. A cada publicação são feitos ajustes de legenda e atualização dos mapas e dos dados das classes analisadas.

Até a publicação do mapa do IBGE em 2017, as pastagens eram mapeadas distinguindo-se as classes pastagens naturais e plantadas. Praticamente toda a vegetação campestre do país estava inserida na classe de pastagem natural.

A área total de pastagem chegou a representar 277 milhões de hectares em 2010.



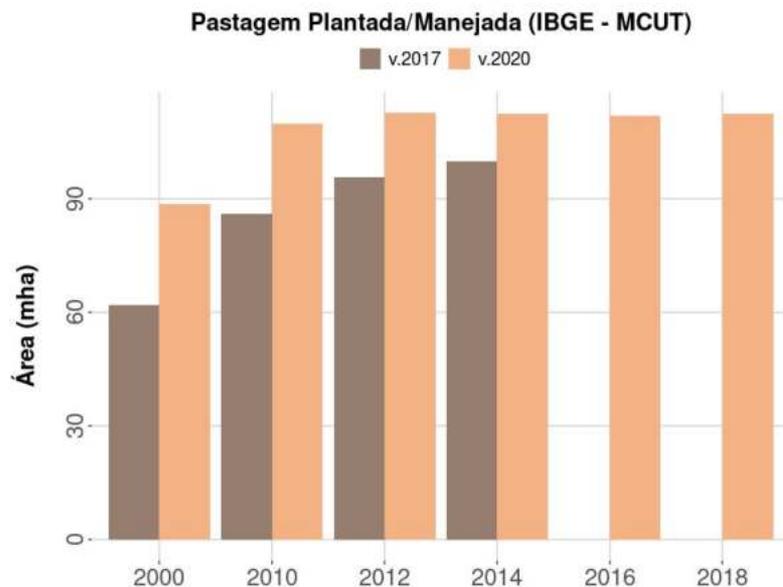
2.6. Comparação com Mapeamentos Oficiais

Programa de Monitoramento da Mudança de Uso da Terra no Brasil (IBGE)

A partir de 2018 essa distinção foi retirada da legenda. A classe pastagem plantada foi substituída por “Pastagem Manejada”, e grande parte do que estava na classe pastagem natural foi incorporado na classe vegetação campestre, com a consequente revisão dos dados de todos os anos da série.

A figura ao lado mostra a comparação dos dados de área de pastagem plantada/manejada mapeada pelo IBGE em duas diferentes coleções publicadas em 2017 e 2020.

Assim como no caso do MapBiomas, a prática de ajuste da legenda e de revisão de dados quantitativos, é fruto de uma metodologia robusta cientificamente que aprimora o dado publicado, e não o oposto.



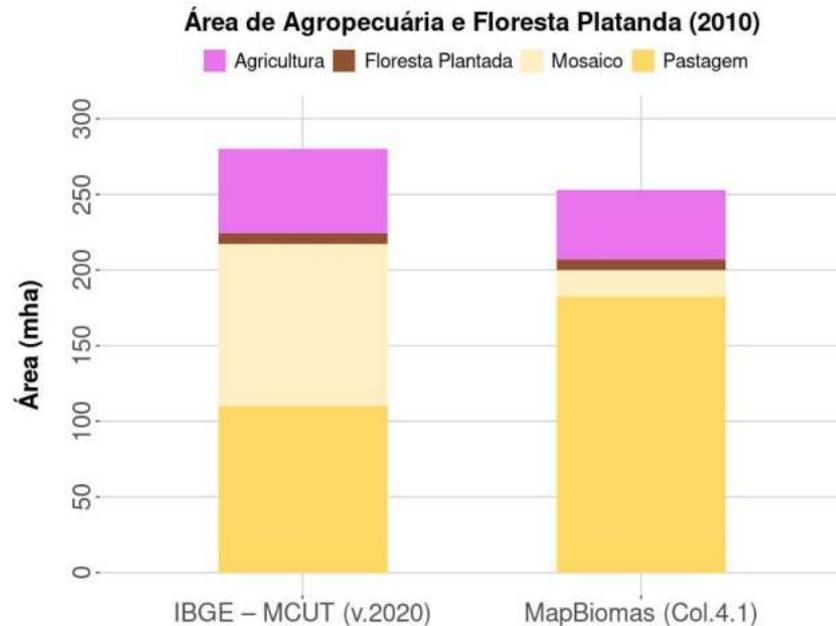
Comparação entre as séries históricas da evolução da área de Pastagens Plantadas/Manejadas no monitoramento da cobertura e uso da terra do IBGE.

2.6. Comparação com Mapeamentos Oficiais

Programa de Monitoramento da Mudança de Uso da Terra no Brasil (IBGE)

Tanto os mapas do IBGE, como os do MapBiomias, apresentam uma classe mista, denominada “mosaico”. Nela predominam áreas de uso agrícola ou pecuário, com ou sem remanescentes de vegetação nativa, na qual não é possível distinguir um uso predominante entre agricultura, pecuária, uso misto ou remanescente de vegetação nativa.

No caso do IBGE as áreas mapeadas na classe mosaico são **significativamente maiores do que aquelas do MapBiomias Coleção 4.1**. Isso deriva da diferença de resolução das imagens de satélite utilizadas. Quanto menor a resolução espacial maior é a dificuldade de distinguir as classe em áreas de contato, aumentando a área classificada como mosaico.



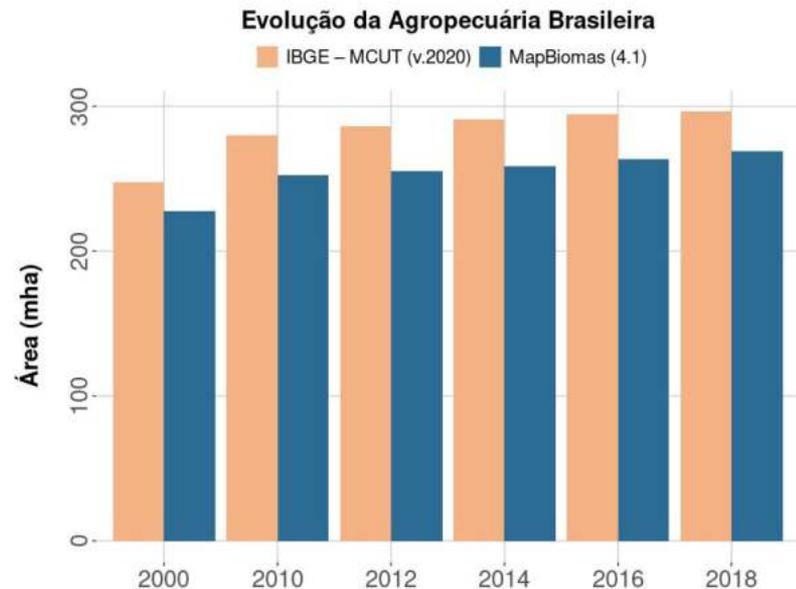
Comparação (MapBiomias 4.1 e IBGE 2020) da área de agropecuária mapeada (incluindo florestas plantadas) e a distribuição de classes mapeadas em 2010.

2.6. Comparação com Mapeamentos Oficiais

Programa de Monitoramento da Mudança de Uso da Terra no Brasil (IBGE)

Uma forma de avaliar a consistência entre os mapeamentos é avaliar a evolução da área de agropecuária. Compatibilizando a legenda de classes dos mapeamentos, e considerando como uso agropecuário a soma das áreas de pastagem, agricultura, floresta plantada e mosaico (“Mosaico de ocupações”, no IBGE, e “Mosaico de agricultura e pastagem”, no MapBiomas), **observa-se uma tendência de expansão muito coerente entre os dados produzidos pelo IBGE e pelo MapBiomas.**

Há uma tendência do MapBiomas mapear uma área de agropecuária menor que o IBGE. Isso decorre tanto pelas diferenças no detalhamento espacial dos dados (imagens MODIS ~250m x imagens Landsat ~30m), quanto pelo fato de que parte das pastagens naturais estão inseridas nas formações campestres.



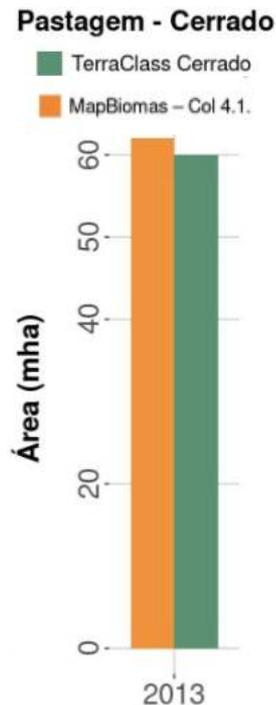
Evolução da agropecuária brasileira, desde 2000, segundo o monitoramento da cobertura e uso da terra do IBGE e a coleção 4.1 do MapBiomas

2.6. Comparação com Outros Mapeamentos Oficiais

TerraClass Cerrado

No projeto TerraClass, os pesquisadores do INPE e da EMBRAPA avaliam o atual uso da terra das áreas de desmatamento detectadas pelo Programa de Monitoramento do Desmatamento (PRODES) na Amazônia e, mais recentemente, no Cerrado.

Para o bioma Cerrado, o [TerraClass Cerrado](#) disponibiliza apenas dados do mapeamento referente a 2013, no qual identificou ~60 Mha de pastagem, área muito próxima dos ~62 Mha obtidos pelo MapBiomas (Col 4.1) no mesmo ano.



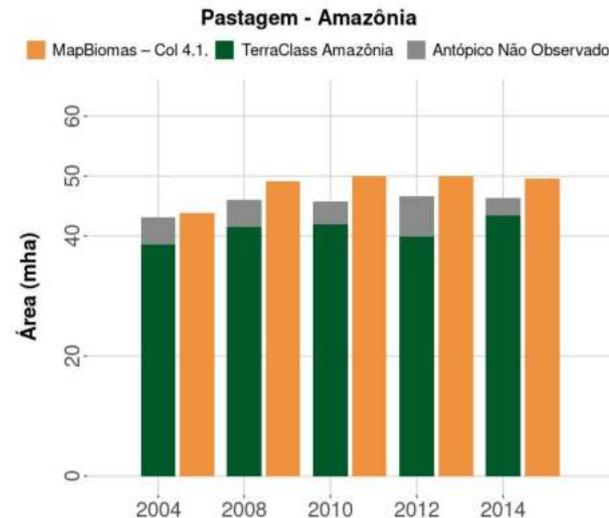
2.6. Comparação com Mapeamentos Oficiais

TerraClass Amazônia

Ao combinar toda a área de pastagem mapeada pelo [TerraClass Amazônia](#) e comparar com a classe “Pastagem” do MapBiomas (Col. 4.1), é possível observar uma convergência em área ao longo de toda a série histórica (2004 à 2014), indicando a mesma tendência de expansão das pastagens no bioma Amazônia.

As diferenças de área entre os dois produtos pode ser explicada, em parte, por regiões antrópicas delimitadas pelo PRODES e classificadas pelo TerraClass como “Não observado”, por conta da cobertura de nuvens nas imagens que são interpretadas visualmente. Como o MapBiomas utiliza todas as imagens Landsat disponíveis para classificar o uso e cobertura do solo, a cobertura de nuvens tem menos impacto no mapeamento das pastagens na Amazônia.

Outra diferença importante é a capacidade do MapBiomas de mapear pastagem também nas áreas não florestais do bioma. Em 2014, elas corresponderam a 655 mil hectares, possibilidade essa ausente no TerraClass, uma vez que o PRODES não monitora essas áreas.



Área de pastagem no bioma Amazônia segundo o TerraClass Amazônia e o MapBiomas Coleção 4.1. Para realizar esta comparação as informações do TerraClass Amazônia foram recortadas pelo limite do bioma Amazônia estabelecido pelo IBGE em 2019, e atualmente utilizado na Coleção 4.1 do MapBiomas.

2.7. Comparação com Série Histórica proposta pela AthenaAgro

Nos textos, a **AthenaAgro cita uma estimativa própria** para apresentar a área ocupada pelas pastagens no Brasil.

Não encontramos uma publicação científica que embase esses dados. Há apenas um artigo de opinião publicado no próprio site da empresa, datado de 03 de abril de 2019, em que um gráfico é apresentado com uma curva da evolução das áreas de pastagem, junto a uma estimativa de produtividade.

Como fonte do gráfico aparece: "*Fonte: AthenaAgro, dados Agroconsult, Agrosatélite, IBGE, INPE/TerraClass, Lapig, Prodes, Rally da Pecuária, MapBiomass*". Este formato impossibilita associar os dados do gráfico a qualquer uma das fontes.

Deduz-se que trata-se de um cálculo da AthenaAgro que, de algum modo, em algum ponto, levou em consideração os dados destas várias instituições. Entretanto, o artigo não apresenta o método usado ou as referências utilizadas para embasar o procedimento quantitativo.



Projeção da evolução da área de pastagens no Brasil feita pela AthenaAgro.

2.7. Comparação com Série Histórica proposta pela AthenaAgro

Após buscar em todo o site da empresa, e também em outras fontes, onde o mesmo gráfico está presente, como no anuário estatístico da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC), por exemplo, **não conseguimos encontrar nenhuma referência sobre qual metodologia foi utilizada, nem mesmo uma tabela com os números utilizados para compor o gráfico**. No artigo há uma tentativa de explicar como teriam sido feito as estimativas, contudo sem oferecer os elementos para que a metodologia possa ser replicada.

A partir da explicação oferecida, depreende-se que **o exercício de cálculo é orientado pela expectativa de se obter um valor que se aproxime aos dados do Censo Agropecuário**, que são assumidos pela Consultoria como dados de referência para áreas de pastagem no país.

Como já explicado anteriormente (ver item 2.5), os **dados do Censo não devem ser usados como referência direta para a área de cobertura e uso do solo do país**, tanto por resultarem da autodeclaração dos proprietários, como por abranger menos da metade (41%) do território.

Este equívoco, gera erros que perpassam todo o dado apresentado. Como o mesmo não se baseia em dados espacialmente explícitos, não é possível sequer compará-lo com a realidade.

Se fossem utilizados os dados adequados do IBGE, oriundos do [Programa de Monitoramento da Cobertura de Uso da Terra no Brasil](#), teria-se chegado a uma curva certamente diferente para representar a evolução da área de pastagens no mesmo período.

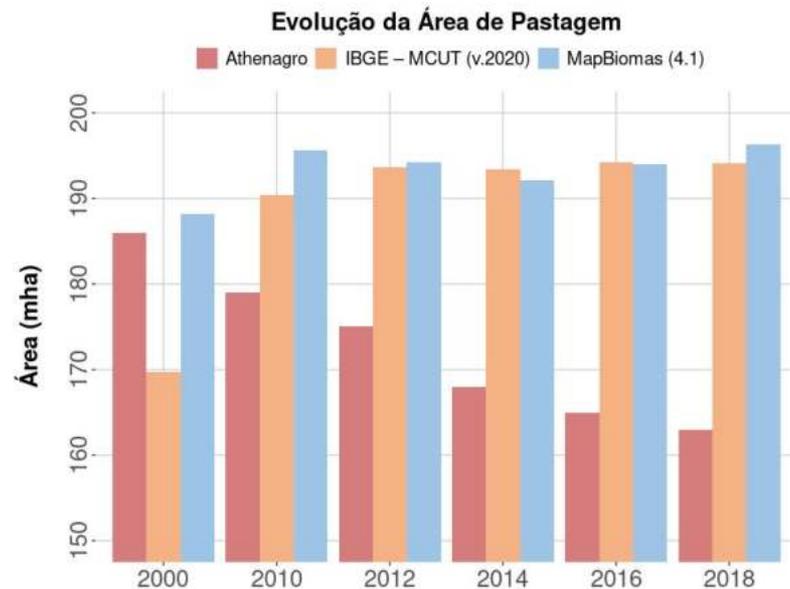
2.7. Comparação com Série Histórica proposta pela AthenaAgro

Todos os levantamentos feitos a partir da observação geoespacial do território, com suporte de imagens de satélite, apontam o crescimento ou estabilização da área ocupada pelas pastagens no Brasil nas últimas décadas.

A Figura ao lado mostra as tendências da evolução da área de pastagem no Brasil, comparando os dados da Athena Consultoria, do MapBiomas Coleção 4.1 e do IBGE Monitoramento Mudança de Uso da Terra 2000-2018.

Como resultado, os dados da série histórica da AthenaAgro Consultoria apresentam uma área de pastagem no ano 2018 subestimada e uma tendência temporal de decréscimo, o que contraria os dados de mapeamentos, tanto do IBGE como do MapBiomas.

O uso destes dados para estimar a evolução da produtividade da cadeia produtiva da pecuária pode levar a equívocos importantes, podendo distorcer e desvalorizar os dados relevantes do trabalho que a AthenaAgro faz hoje com o Rally da Pecuária.



Evolução da área de pastagem no Brasil 2000-2018. Os dados da AthenaAgro são baseados no documento "Evolução da Área de Pastagens no Brasil" interpretando os valores plotados no gráfico, uma vez que não há tabela de dados disponível, podendo resultar em alguma imprecisão em relação ao valor original exato. Os dados do MapBiomas são da Coleção 4.1 e os do IBGE do documento Mudanças no Uso da Terra de 2020. Tanto nos dados do MapBiomas como nos do IBGE a área de pastagem inclui 75% da área de mosaico de ocupações.

Considerações Finais

1. O Projeto MapBiomias sempre esteve e continua aberto para receber todo o tipo de sugestões e críticas para avançar no propósito de construir um sólido entendimento sobre as mudanças da cobertura e do uso do solo no Brasil de forma colaborativa, transparente e cientificamente robusta.
2. Durante os cinco anos do projeto os canais de comunicação do MapBiomias têm recebido milhares de consultas de usuários do Brasil e do exterior, e procuram atender ao limite do possível todas as demandas apresentadas.
3. Em 2019, foi contratada uma [avaliação externa](#) do projeto que destacou o nível de engajamento, de atenção e transparência do MapBiomias para com a comunidade acadêmica e os usuários em geral, sendo considerado um dos pontos fortes do projeto.
4. Para contatar o MapBiomias para dirimir quaisquer outras dúvidas escreva para contato@mapbiomas.org, acesse nossa redes sociais ou participe do Fórum MapBiomias onde a comunidade de usuários interage com as equipes do MapBiomias sobre os diferentes aspectos técnicos e científicos do projeto.

Referencial Científico

Almeida, C. A. de, Coutinho, A. C., Esquerdo, J. C. D. M., Adami, M., Venturieri, A., DINIZ, C. G., ... Gomes, A. R. (2016). 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*, 46, 291–302.

Griffiths, P., Linden, S. van der, Kuemmerle, T., & Hostert, P. (2013). A Pixel-Based Landsat Compositing Algorithm for Large Area Land Cover Mapping. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 6(5), 2088–2101. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2012.2228167>

Ferreira, M. E., Ferreira, L. G., Sano, E. E., & Shimabukuro, Y. E. (2007). Spectral linear mixture modelling approaches for land cover mapping of tropical savanna areas in Brazil. *International Journal of Remote Sensing*, 28(2), 413–429. <https://doi.org/10.1080/01431160500181507>

IBGE. Mudanças na cobertura e uso da terra : 2000-2010-2012. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 2015. Acesso em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94724.pdf>

IBGE. Mudanças na cobertura e uso da terra : 2000-2010-2012-2014. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 2017. Acesso em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101469.pdf>

IBGE. Mudanças na cobertura e uso da terra : 2016-2018. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 2020. Acesso em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101703.pdf>

Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., ... Townshend, J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342(6160), 850 LP – 853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>

Referencial Científico (cont.)

Parente, L., Ferreira, L., Faria, A., Nogueira, S., Araújo, F., Teixeira, L., & Hagen, S. A new mapping approach based on the landsat 8 spectral and temporal domains. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 62, p. 135-143, 2017.

Parente, L., & Ferreira, L. (2018). Assessing the spatial and occupation dynamics of the Brazilian pasturelands based on the automated classification of MODIS images from 2000 to 2016. *Remote Sensing*, v. 10, n. 4, p. 606, 2018.

Parente, L., Mesquita, V., Miziara, F., Baumann, L., & Ferreira, L. Assessing the pasturelands and livestock dynamics in Brazil, from 1985 to 2017: A novel approach based on high spatial resolution imagery and Google Earth Engine cloud computing. *Remote Sensing of Environment*, v. 232, p. 111301, 2019a.

Parente, L., Taquary, E., Silva, A. P., Souza, C., & Ferreira, L. Next Generation Mapping: Combining Deep Learning, Cloud Computing, and Big Remote Sensing Data. *Remote Sensing*, v. 11, n. 23, p. 2881, 2019b.

Sano, E. E., Rosa, R., Brito, J. L. S., & Ferreira, L. G. (2007). Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados. *Embrapa*, 190, 33.

Sano, E. E., Rosa, R., Scaramuzza, C. A. de M., Adami, M., Bolfe, E. L., Coutinho, A. C., ... Bayma-Silva, G. (2019). Land use dynamics in the Brazilian Cerrado in the period from 2002 to 2013. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00138>

Stehman, S. V., & Foody, G. M. Key issues in rigorous accuracy assessment of land cover products. *Remote Sensing of Environment*, v. 231, p. 111199, 2019.

Townshend, J. R., Masek, J. G., Huang, C., Vermote, E. F., Gao, F., Channan, S., ... Wolfe, R. E. (2012). Global characterization and monitoring of forest cover using Landsat data: Opportunities and challenges. *International Journal of Digital Earth*, 5(5), 373–397. <https://doi.org/10.1080/17538947.2012.713190>



MAPBIOMAS

<http://mapbiomas.org>