

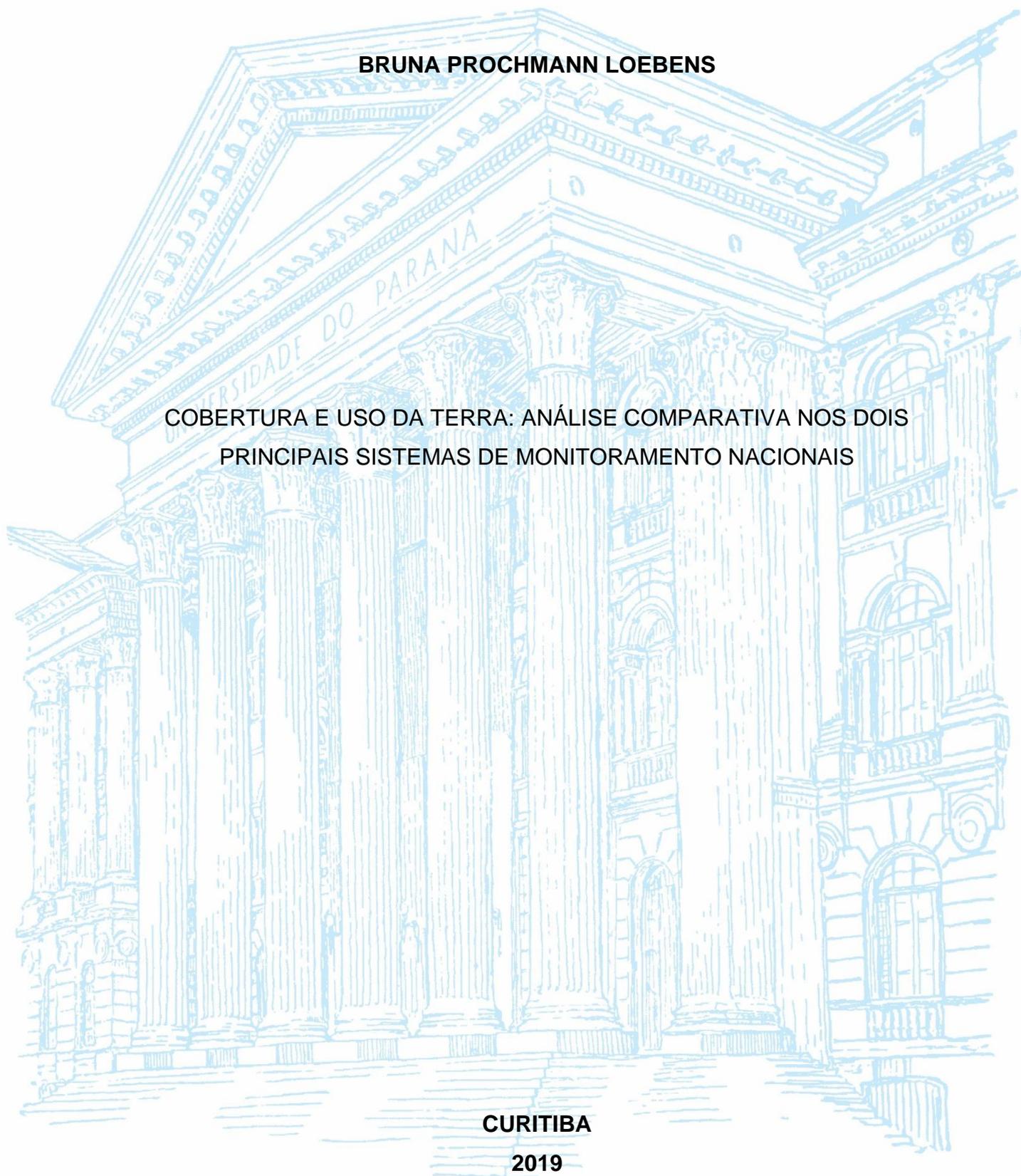
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA PROCHMANN LOEBENS

**COBERTURA E USO DA TERRA: ANÁLISE COMPARATIVA NOS DOIS
PRINCIPAIS SISTEMAS DE MONITORAMENTO NACIONAIS**

CURITIBA

2019



BRUNA PROCHMANN LOEBENS

COBERTURA E USO DA TERRA: ANÁLISE COMPARATIVA NOS DOIS
PRINCIPAIS SISTEMAS DE MONITORAMENTO NACIONAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Macedo

CURITIBA

2019

TERMO DE APROVAÇÃO
BRUNA PROCHMANN LOEBENS

COBERTURA E USO DA TERRA: ANÁLISE COMPARATIVA NOS DOIS
PRINCIPAIS SISTEMAS DE MONITORAMENTO NACIONAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Prof. Dr. Rodrigo Macedo
Orientador – Departamento de Geomática, UFPR.

Profa. Dra. Ana Paula Dalla Corte
Departamento de Ciências Florestais, UFPR.

Prof. Dr. Emílio Mercuri
Departamento de Engenharia Ambiental, UFPR.

Curitiba, Novembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que estiveram ao meu lado nos últimos meses, nos últimos anos e ao longo de toda minha vida acadêmica.

Agradecer primeiramente ao meu pai, por ter me colocado nesse caminho, me apoiado até o último minuto e por ter sido o melhor pai do mundo. Que onde quer que ele esteja, possa sentir o orgulho do sonho de ver a filha virar engenheira se realizando. Foi por você.

Agradecer minha mãe, por aguentar a barra de criar uma filha que não para nunca em casa e adora desobedecer a umas ordens. Por estar ali pra tudo e por ter me criado tão bem.

Agradecer ao meu irmão do meio, que mesmo longe nunca sai de perto de mim. E ao mais novo, por me arrancar um sorriso toda vez que eu o vejo.

Agradecer a família que eu escolhi: as minhas panelas preferidas. Aos amigos do vôlei, da cervejada e da universidade.

Ao carinho e acolhimento da fraternidade, o famoso C7.

Em especial, nesses últimos meses, ao Lucas por ter segurado minha barra quando eu mesma achei que não conseguia segurar e por ter adotado comigo duas outras pessoinhas especiais: Maria Tereza, que adora passar raiva junto comigo e que consegue me fazer rir nos momentos que eu mais preciso. E o Herick, por conseguir me fazer acreditar em tudo de novo.

Não menos importante à Giovana por todos os conselhos e todo o apoio emocional que eu precisei ao longo desses anos.

Agradecer também a todas as brigas que eu tive no meio dessa jornada, todas elas me levaram a ser quem eu sou hoje.

Por cada um de vocês, eu sou grata.

E pra cada um de vocês, eu dedico esse trabalho.

“Uma vez me disseram que o lugar em que alguém está pensando em você, é o lugar para onde você deve voltar.” - Masashi Kishimoto

RESUMO

Os conceitos de cobertura da terra e o de uso da terra são recorrentemente confundidos e mesclados quando tentamos classificá-los. Para que se possa identificar tanto os padrões de cobertura, quanto os de uso, são seguidos métodos de classificação de área oriundos do imageamento por satélites, estes que por sua vez, não são coesos entre si. Esse estudo avalia os sistemas de classificação adotados pelos dois principais sistemas de monitoramento de cobertura e uso da terra (IBGE e MAPBIOMAS), apontando pontos positivos e negativos de cada um e resulta em uma proposta comparativa entre ambas e com uma ideia de associação de conceitos. Assim, como conclusão propõe-se um sistema de classificação unificado coeso, que abrange ambos sistemas e propicia a oportunidade de comparação entre eles, bem como a proposta de classes a serem priorizadas em meio esta proposta de unificação.

Palavras-chave: Cobertura da terra. Uso da terra. Sistemas de classificação. Proposta Comparativa.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DOS BIOMAS BRASILEIROS	16
FIGURA 2 - DIVISÃO DO BRASIL EM BLOCOS PARA O TRABALHO DE MAPEAMENTO – IBGE	24
FIGURA 3 - COBERTURA E USO DA TERRA SEGUNDO IBGE DO ANO DE 2016	28
FIGURA 4 - DIVISÃO DO BRASIL EM BLOCOS COM A DIVISÃO DE BIOMAS PARA O MAPEAMENTO – MAPBIOMAS	30
FIGURA 5 - METODOLOGIA DE ANÁLISE DE IMAGENS DO MAPBIOMAS.....	31
FIGURA 6 - COBERTURA E USO DA TERRA SEGUNDO MAPBIOMAS DO ANO DE 2016	38

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE BIOMAS	16
QUADRO 2 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: ÁREA ARTIFICIAL.....	40
QUADRO 3 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: ÁREA AGRÍCOLA.....	41
QUADRO 4 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: PASTAGEM DE MANEJO	41
QUADRO 5 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: MOSAICO DE OCUPAÇÕES EM ÁREAS FLORESTAIS E CAMPESTRES.....	42
QUADRO 6 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: SILVICULTURA	42
QUADRO 7 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: VEGETAÇÃO FLORESTAL.....	43
QUADRO 8 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: ÁREA ÚMIDA	44
QUADRO 9 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: VEGETAÇÃO CAMPESTRE.....	44
QUADRO 10 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: CORPOS D'AGUA	45
QUADRO 11 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: ÁREAS DESCOBERTAS.....	45
QUADRO 12 - COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DO IBGE E DO MAPBIOMAS.	46

Lista de Tabelas

TABELA 1 - CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA (IBGE)24

TABELA 2 - CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA (MAPBIOMAS)31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO	14
2.1 DEFINIÇÕES	14
2.1.1 REGIÃO FITOECOLÓGICA	14
2.1.2 DOMÍNIO.....	14
2.1.3 ECORREGIÕES.....	14
2.1.4 BIOMAS.....	15
2.1.5 USO DA TERRA.....	17
2.1.6 COBERTURA DA TERRA.....	17
2.2 HISTÓRICO	18
2.2.1 CENÁRIO MUNDIAL	18
2.2.2 PIONEIRISMO FAO E USGS.....	19
2.2.3 CENÁRIO BRASILEIRO	20
3 PROCEDIMENTOS.....	21
4 RESULTADOS	22
4.1.1 IBGE	22
4.1.2 MAPBIOMAS	29
5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS	39
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, as tecnologias e as técnicas de sensoriamento remoto têm se tornado cada vez mais acuradas, levando-as a uma utilização mais frequente no mapeamento da cobertura terrestre e no monitoramento dos recursos naturais. Atualmente, podemos obter dados em intervalos de tempo relativamente curtos, o que propicia uma análise mais complexa dos dados obtidos.

Ao entrar em contato com estas informações, é preciso que um estudo minucioso seja feito, a fim de extrair todo e qualquer conhecimento útil e necessário para o planejamento, manejo e monitoramento dos recursos. Todos os elementos provenientes das técnicas de sensoriamento, necessitam de uma classificação e, junto a ela, uma representação visual que seja de fácil entendimento ao público. Para tanto, são utilizados mapeamentos temáticos, onde os alvos da superfície terrestre, detectados pelos sensores remotos, são caracterizados e associados a classes temáticas que definem o uso e a cobertura da terra.

Assim, um conhecimento prévio sobre os conceitos de cobertura e uso da terra é necessário para a compreensão dos padrões estipulados em sua organização, bem como a percepção da tendência do espaço analisado. Dessa maneira, todo o trabalho de obtenção e interpretação dos dados, deve ser correlacionado à busca de conhecimento, com o propósito de caracterizar as categorias de vegetação natural que reveste o solo, ou quanto a sua utilização quando antropizado, como também onde geograficamente podemos encontra-las.

Os conceitos relativos aos tópicos supracitados são muito próximos, por isso, muitas vezes são usados indistintamente. A cobertura da terra está diretamente associada com tipos de cobertura natural ou artificial, que é de fato o que as imagens de sensoriamento remoto são capazes de registrar. Porém, as imagens não registram as atividades humanas realizadas diretamente, cabe ao intérprete buscar as associações embasadas nas características das imagens geradas e padrões de formas para derivar informações acerca das atividades de uso (ARAUJO et. al, 2007).

Além disso, a análise das imagens oriundas da interpretação das informações dos satélites, deve ser constante. Ou seja, se a mantivermos ininterrupta, será possível quantificar o dinamismo do território, bem como distinguir o uso da terra quando relacionado as atividades humanas. Com isso, reconhecer novos espaços abertos

para a criação de animais ou pastagens, áreas de desmatamentos, analisar o crescimento industrial e das cidades.

Infelizmente, é relativamente comum notarmos certa confusão nas definições pelos leitores. E como se isto não bastasse, a subclassificação oriunda da divisão inicial - entre cobertura e uso da terra - ainda não recebe um padrão reconhecido, nem em termos mundiais nem nacionais. Assim, faz-se de notória acuidade, a implementação de um sistema harmônico e comparável de classificação junto a uma observação contínua dos dados obtidos, para que decisões mais precisas possam ser tomadas a fim de gerar menor impacto econômico e ambiental nos locais desejados.

Visto isso, a presente proposta é estabelecer uma relação entre as classes de cobertura e uso da terra, e descrevê-las de tal maneira a possibilitar ao leitor que seja possível compreender não somente os principais conceitos e definições, mas também as principais divergências e pontos em comum entre as classificações em âmbitos global e nacional.

Após mostrar como se prosseguiu a evolução histórica da visão das entidades responsáveis pelos mapeamentos (para fins de cobertura da terra), foram expostas definições visando dirimir eventuais mal-entendidos acerca de seu conteúdo.

Com a descrição dos procedimentos envolvidos na obtenção de dados e sua posterior leitura, é possível recomendar uma proposta de harmonização, objetivando lidar com diversos sistemas de classificação.

O estudo propõe, uma uniformização do sistema de classificação de cobertura da terra, levando em conta aqueles que atualmente estão em uso por grandes instituições de análise de dados geográficos, para que assim seja possível aferir uma técnica de monitoramento de qualidade e uniforme.

Assim, motivada pela falta de coesão entre tais classificações, a sequência do trabalho se dará pela descrição de métodos de monitoramento resultando na aplicação de cada classe proposta e a definição de um estudo de caso comparativo (IBGE e MapBiomas).

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é analisar os principais sistemas de classificação de uso e cobertura da terra, possibilitando a recomendação de uma proposta de harmonização que torne o sistema de classificação comparável.

2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 DEFINIÇÕES

2.1.1 REGIÃO FITOECOLÓGICA

A definição de região fitoecológica, para o IBGE¹, é um conjunto de ambientes que tenham passado pelo mesmo fenômeno geológico regional, se submetido aos mesmos processos geomorfológicos e possuindo mesmas características regionais de clima, apresentam a mesma vegetação.

Segundo o IBGE as regiões fitoecológicas estão apresentadas a seguir.

Essa classificação dá-se pela hierarquia de formações florestais, sendo detalhadas primeiro pela fitossociologia e em seguida por estudos ecológicos (IBGE, 2012).

2.1.2 DOMÍNIO

Domínio é uma designação da biologia que representa a sistemática taxonômica estruturada nas diferenças evolucionárias contidas no genoma dos seres vivos, que os agrupam de acordo com a sua semelhança na estrutura biológica mais básica (WOESE et al, 1990).

Assim, o domínio contempla a subdivisão de reino que é caracterizado como um local muito específico caracterizado em comunidades por espécies endêmicas, ou seja, as espécies ocorrem única e exclusivamente naquele espaço geográfico (LIFE², 2015).

2.1.3 ECORREGIÕES

As ecorregiões são áreas consideradas como homogêneas que possuem condições ambientais similares, representadas em escalas regionais. Podemos defini-las como o conjunto de comunidades naturais, delimitados por condições físicas do meio ou por características comportamentais e evolutivas das espécies inseridas em

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

² Instituto *Lasting Initiative for Earth* – Instituto de Iniciativa Duradoura para a Terra

sua extensão, bem como fatores críticos que são essenciais para a manutenção a longo prazo da sua viabilidade (XIMENES, 2009).

Para o seu mapeamento, levou-se em consideração as variáveis bióticas e abióticas como clima, hidrologia, morfologia da paisagem, vegetação e o solo, assim regiões espaciais que apresentem uma homogeneidade terão seus limites desenhados e receberão a mesma classificação. A principal função do mapeamento de ecorregiões é facilitar a identificação dos lugares e a similaridade de espécies nele encontradas, a fim de auxiliar na tomada de decisões quanto ao gerenciamento dos recursos naturais.

2.1.4 BIOMAS

O bioma teve seu conceito embasado como em parte do estudo da ecologia dinâmica, em tudo o que se relacione a uma junção dos conhecimentos acerca da formação plantas, animais e o ambiente em que eles estão situados. A “formação planta-animal”, como também é chamado, é a unidade básica da comunidade que está relacionada ao meio e a sua troca de energia e matéria (MMA³, 2004).

Sendo assim, o conceito pressupõe a generalização de um grupo, que é observado como uma unidade biótica de maior extensão geográfica, que compreende várias comunidades em diferentes estágios de evolução e que recebe o nome segundo sua vegetação predominante. O bioma é identificável regionalmente, através de suas condições físicas predominantes, sejam elas: climáticas, litológicas, geomorfológicas, ou seja, dotadas de uma história geológica semelhante (IBGE, 2019).

O bioma inclui toda e qualquer interação entre os meios físico, animal e vegetal, que apresentem semelhança perante a uma escala significativa, no qual se observa a similaridade das condições geoclimáticas e uma diversidade biológica própria.

O Quadro 1 compara os biomas e as ecorregiões compreendidos no Brasil e o QUADRO 1 mostra a localização de cada um.

³ Ministério do Meio Ambiente

QUADRO 1 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE BIOMAS

BIOMAS	ECORREGIÕES
IBGE + MMA	WWF ⁴
Amazônia	Amazônia
Caatinga	Caatinga
Cerrado	Cerrados
Mata Atlântica	Mata Atlântica
Pampa	Campos Sulinos
Pantanal	Pantanal
Bioma Marinho	Zona Costeira

FIGURA 1 - MAPA DOS BIOMAS BRASILEIROS



FONTE: IBGE (2012).

⁴ World Wide Fund for Nature - Fundo Mundial da Natureza

2.1.5 USO DA TERRA

O uso da terra é associado a ação humana sob o meio. Utilizando os bens fornecidos pela natureza, com a intenção de obter produtos e benefícios, o ser humano altera as condições iniciais naturais da terra. Ou seja, ele busca uma forma de sobrevivência ou uma maneira socioeconômica de se manter ativo no mercado através da agricultura, habitação, criação de animais, por exemplo (IBGE, 2013).

2.1.6 COBERTURA DA TERRA

A definição de cobertura da terra é de extrema importância pois comumente é confundida ou erroneamente utilizada como uso da terra. Como visto no tópico anterior, uso da terra refere-se à função da terra, enquanto cobertura da terra refere-se ao padrão dos elementos constantes à superfície do planeta. Uso da terra tem forte relação com questões sociais, fundiárias e jurídicas, enquanto cobertura da terra é essencialmente biofísica (FAO, 2000).

Segundo Bie (1996) apud IBGE (2013), a cobertura da terra é dada pelos elementos naturais disponíveis no meio, como a vegetação, água, gelo, rochas, areias, bem como toda a criação artificial feita pelo ser humano, tudo o que possa recobrir a superfície do globo terrestre. Apesar das diferenças, há correlação entre os conceitos de cobertura e uso da terra, devido a ação humana. Ou seja, a maioria das atividades antrópicas influenciam no tipo de revestimento de solo, seja ele industrial, agrícola, residencial ou industrial.

Para obter os dados quanto ao mapeamento de uso da terra, são utilizadas imagens de satélites e estudos embasados na observação, com o principal objetivo de avaliar mudanças em um espaço temporal, para diagnosticar áreas ambientalmente alteradas, analisar os impactos gerados para auxiliar no aperfeiçoamento dos indicadores de qualidade ambiental. Desta mesma, a classificação de cobertura da terra, contribui para o entendimento dos processos econômico e social nos diversos momentos de sua trajetória (IBGE, 2015).

2.2 HISTÓRICO

2.2.1 CENÁRIO MUNDIAL

Os casos oriundos do imageamento por satélite teve início em 1972, quando a NASA lançou o primeiro satélite de sensoriamento remoto do mundo. Denominado Landsat-1, operou por um período de cinco anos e adquiriu mais de trezentas mil imagens da cobertura terrestre. Após o sucesso do lançamento do primeiro satélite, foram lançados mais dois com configurações semelhantes, o Landsat-2 (1975) e Landsat-3 (1978), seguidos por um satélite com configurações aprimoradas projetadas para dar um melhor suporte à pesquisa relacionada a utilização dos recursos naturais, denominado Landsat-4 (1982). Dois anos depois lançaram o Landsat-5 semelhante à versão anterior.

Ambos atingiram a vida útil e teriam que ser substituídos pelo Landsat-6, porém, o mesmo enfrentou dificuldades no lançamento e não conseguiu atingir sua órbita. Assim, apenas em 1999, o Landsat-7 contendo um instrumento capaz de ampliar as possibilidades de uso (Sensor ETM+) foi lançado. O Landsat 7 enviou dados completos para a Terra até 2003, quando apresentou avarias de hardware e começou a operar com o espelho corretor de linha desligado. Desde então, as imagens continuam adquiridas e enviadas para a Terra, mas para torná-las aptas à utilização necessitam de correções prévias e análise de exatidão no posicionamento e calibração dos pixels.

Continuando o projeto, em 2013 foi lançado o Landsat-8, que atua com o sensor OLI⁵ (*Operational Land Imager*) e o TIRS⁶ (*Thermal Infrared Sensor*) que darão suporte aos sensores já existentes agora analisando regiões costeiras e analisando a presença de nuvens (EMBRAPA, 2013).

Assim, esse programa oriundo da colaboração entre NASA⁷ e a Unidade de Serviços Geológicos dos Estados Unidos é o maior provedor de informações sobre a cobertura de terra. Diariamente, eles repassam informações importantes que ajudam nas tomadas de decisões acerca do uso do solo relacionados a fonte de recursos naturais e ao meio ambiente (NASA, 2019).

⁵ OLI - Mede nas porções infravermelhas visíveis, infravermelho próximo e ondas curtas do espectro.

⁶ Filtros espectrais sobre determinadas regiões produzem os dois canais espectrais.

⁷ *National Aeronautics and Space Administration* – Serviço Nacional da aeronáutica e Espaço

A necessidade de conhecer as propriedades de cobertura da terra se tornou evidente na segunda metade da década de 1960, quando a USGS⁸ conseguiu convencer o governo norte americano a investir na construção de um programa próprio de satélites para observação da Terra. Este consistiria no lançamento de satélites que teriam como principal função a observação dos recursos naturais da Terra (INPE, 2019).

Um programa oriundo da colaboração entre NASA e a Unidade de Serviços Geológicos dos Estados Unidos, resultante da insistência pela produtora de serviços geológicos, acabou por se tornar o maior provedor de informações sobre a cobertura de terra. Diariamente, eles repassam informações importantes que ajudam nas tomadas de decisões acerca do uso do solo relacionados a fonte de recursos naturais e ao meio ambiente (NASA, 2019).

Assim, os dados de mapeamento de cobertura da terra adquiridos para análises globais, são utilizados (teoricamente) como base para os mapeamentos nacionais. A USGS, por exemplo, produziu um mapa de cobertura da terra utilizando-se o sensor MODIS⁹ com resolução espacial de 500m.

Uma outra iniciativa internacional foi o GlobeCover, que surgiu como uma proposta oriunda da Agencia Espacial Europeia (ESA), para produzir mapas de cobertura da terra com o sensor MERIS¹⁰ com uma resolução espacial de 300m.

2.2.2 PIONEIRISMO FAO e USGS

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, cresceu substancialmente a partir do período pós segunda guerra mundial, seu pequeno núcleo foi formado no final de 1945 e no início de 1946. Com o passar do tempo sofreu muitas mudanças e sempre buscou adaptar-se para atender às necessidades e desejos de seus países membros.

Desde a sua fundação até os dias atuais, a organização vem adaptando seus princípios ao crescimento populacional. Assim, com o aumento da poluição e avanço da tecnologia, aumenta-se o escopo e a complexidade dos problemas de alimentação, habitação e manutenção dos recursos dos recursos naturais. Com relação a criação

⁸ *United States Geological Survey* - Serviços Geológicos dos Estados Unidos

⁹ *Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*

¹⁰ Sensor provedor de imagens

de novas tecnologias, podemos citar, por exemplo um avião comercial que se sujeita ao transporte de plantas e pragas ou até de animais de um continente para outro, o que afetaria diretamente a fauna e flora do seu destino final (PHILLIPS,1981).

Por outro lado, a USGS teve início muito antes da segunda guerra mundial, em 1879. Seu objetivo principal era reunir todos aqueles que tinham algum conhecimento na área da geologia a fim de delimitar as áreas públicas, para que assim, um reconhecimento melhor das áreas de agricultura pudesse ser feito.

O seu propósito era exclusivamente este, até que os estudos geológicos fossem relacionados à procura de metais preciosos. Focando no valor das peças que poderiam ser encontradas, o governo passou a investir nas pesquisas e aprimorar os sistemas de estudo da terra.

Manteve-se assim até o período da segunda guerra mundial, onde um investimento maior (por parte do governo) foi feito, garantindo uma grande evolução nos quesitos de pesquisa e no pensamento acerca do uso e da cobertura da terra (RABBITT, 2018).

Durante o período pós-guerra, foi possível observar o profissionalismo no segmento de mapeamento/monitoramento de cobertura e uso da terra. O trabalho contínuo destas, permite que um monitoramento adequado seja mantido e como consequência, um meio ambiente mais saudável. Seus resultados implicam diretamente no gerenciamento das tomadas de decisão visando àquelas que influam sob uma menor intensidade sobre o ambiente.

2.2.3 CENÁRIO BRASILEIRO

Da mesma forma com que o avanço acontecia na escala mundial, na escala nacional também ocorriam avanços. Visando o controle de cobertura e uso da terra, foi criado o projeto Radam (Radar Amazônia) seguido do Radam Brasil (VILAS BOAS, 2012).

O primeiro passou a ser operado em 1970 com foco voltado para Amazônia, objetivando cobrir as áreas através de um radar aerotransportado (VILAS BOAS, 2012). As imagens obtidas estavam na escala 1:250.000 e puderam ser aproveitadas para diversos estudos de integração entre o meio biótico e físico, incluindo mapas

temáticos de geologia, geomorfologia, vegetação, uso potencial da terra e capacidade de uso dos recursos naturais (CPRM¹¹, 2019).

A partir de 1985, como produtos de radar dos projetos RADAM e RADAMBRASIL, foram disponibilizados ao público 550 mosaicos semi-controlados na escala 1:250.000, cobrindo o território nacional, editados em papel comum e fotográfico, encontrando-se organizados conforme o Mapa Índice de Referência - MIR do IBGE (CPRM, 2019).

A partir de 2004, o Ministério do Meio Ambiente lançou o Mapa da Vegetação Natural sob os cuidados do Probio¹², contendo informações sobre todos os biomas brasileiros. Todo o projeto Probio foi baseado nas imagens adquiridas pelo Landsat em 2002 e seguiu as classificações de vegetação dispostas no respectivo manual do IBGE.

Mais recentemente, o IBGE publicou um monitoramento da cobertura e uso da terra no Brasil, mostrando os mapeamentos de 2000 à 2010, 2010 à 2012, 2012 à 2014, 2014 à 2016, com resolução espacial de 250m e escala aproximada de 1:1.000.000.

O MapBiomas também mapeia a cobertura e uso da terra no Brasil, anualmente e de forma semiautomática, principalmente através da série de dados do Landsat disponibilizada na plataforma Google Earth Engine.

Os programas PRODES¹³ e TerraClass¹⁴ têm mapas resultantes do bioma Amazônia. Está em desenvolvimento a ampliação para os demais biomas.

3 PROCEDIMENTOS

A motivação desse trabalho se deu pela percepção na incompatibilidade da classificação de cobertura e uso da terra, tais diferenças são dadas em parte pela troca nos conceitos iniciais dos tópicos acima citados.

Devido a isso, este trabalho tem início com uma revisão bibliográfica, realizada através de pesquisas feitas em livros, artigos científicos e conteúdo online da internet, percorrendo sobre fatores que levaram ao entendimento das diferenças entre

¹¹ Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil.

¹² Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira

¹³ Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia

¹⁴ Projeto responsável por qualificar o desflorestamento na Amazônia Legal Brasileira

cobertura e uso da terra. Assim, posteriormente, possibilitou que se pudesse discorrer sobre dados secundários relacionados a dois sistemas de classificação, que por sua vez, puderam ser analisados no presente estudo.

Desta forma, as classificações a serem analisadas a fim de obter um padrão satisfatório a ambas colocações, foram as apresentadas pelo IBGE e pelo MapBiomas. Tais pesquisas podem ser verificadas nos seguintes sítios eletrônicos: “www.ibge.gov.br” e “www.mapbiomas.org”.

4 RESULTADOS

Na sequência, seguem os resultados da pesquisa bibliográfica quanto aos principais monitoramentos nacionais de cobertura e uso da terra. Intencionalmente, foram priorizados apenas os mapeamentos do IBGE e do Projeto MapBiomas, cujos sistemas de classificação foram comparados quanto à compatibilidade e comparabilidade.

4.1.1 IBGE

O monitoramento feito pela instituição acerca da cobertura da terra objetiva especializar e quantificar as mudanças que ocorrem ao longo dos anos, oriundas principalmente das atividades humanas (IBGE, 2013). Os períodos analisados são: 2000-2010; 2010-2012; 2012-2014; 2014-2016.

Como insumos auxiliares no processo de interpretação visual das imagens, foram utilizados os dados do PRODES (INPE); séries temporais das imagens Landsat, séries temporais do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), consultas ao Google Earth, dados provenientes das pesquisas agropecuárias do IBGE, além de informações de campanhas de campo realizadas nos diferentes biomas brasileiros (IBGE, 2015).

Atualmente, a análise é realizada por quadrículas de 450km², no Sistema de Informação Geográfica denominado QGIS (IBGE, 2018).

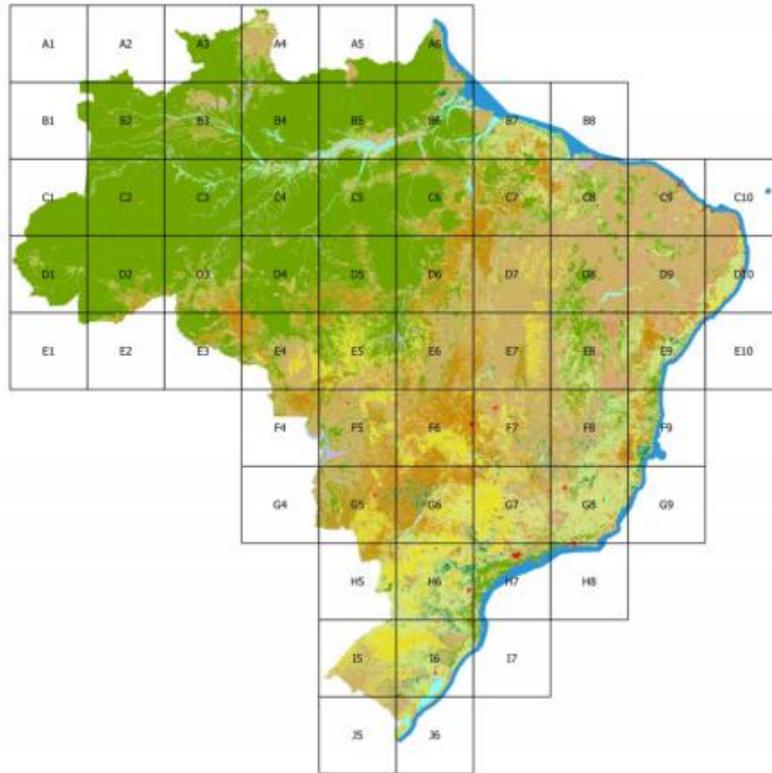
A fim de obter a correlação final entre a subdivisão imposta no gradeamento e a cobertura de terra presente, os dados obtidos são colocados frente à uma máscara de vegetação. Esta é encontrada no projeto de Levantamento de Recursos Naturais

da Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais do IBGE (IBGE, 2012), na escala de 1:250.000. Nela são definidas as células de vegetação florestal e as de vegetação campestre de acordo com as fitofisionomias do mapa de vegetação e a classificação proposta pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

Os dados do IBGE têm se tornado mais eficientes ao passar dos anos, pois o instituto passou a ter como principal insumo as imagens OLI/Landsat-8 (resolução espacial de 30m) em substituição às imagens MODIS (resolução espacial de 250m), que eram utilizadas nos primeiros monitoramentos. Ou seja, os dados que se referem ao período de 2000 a 2014 tem uma resolução espacial pior ao último dado coletado, de 2016 (IBGE, 2018).

Para chegar as conclusões acerca do novo imageamento obtido, o IBGE teve que dividir o Brasil em blocos maiores de 450 km x 450 km e para cada bloco, teve que analisar seus dados com o auxílio do software QGIS. Para tal, foram retiradas do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e com a assistência de outras fontes de pesquisa, tais como a EMBRAPA ou o próprio Google Earth, foi possível examinar os dados.

FIGURA 2 - DIVISÃO DO BRASIL EM BLOCOS PARA O TRABALHO DE MAPEAMENTO – IBGE



FONTE: IBGE (2012).

Como as novas imagens possuem mais detalhes e possibilitam melhor distinção entre os diversos elementos da superfície terrestre na interpretação visual das imagens, o material produzido em 2000 passou por uma revisão técnica e resultou na revalidação das classificações, o que resultou na classificação mostrada na TABELA 1.

TABELA 1 - CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA (IBGE)

CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA		
Cód	Classe	Descrição
1	Área Artificial	Áreas onde predominam superfícies antrópicas não agrícolas. São aquelas estruturadas por edificações e sistema viário, nas quais estão incluídas as metrópoles, cidades, vilas, as aldeias indígenas e comunidades quilombolas, áreas de rodovias, serviços e transportes, redes de energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por complexos

industriais e comerciais e edificações que podem, em alguns casos, estar situadas em áreas peri-urbanas. Também pertencem a essa classe as áreas onde ocorrem a exploração ou extração de substâncias minerais, por meio de lavra ou garimpo.

2	Área Agrícola	Área caracterizada por lavouras temporárias, semi-perenes e permanentes, irrigadas ou não, sendo a terra utilizada para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio. Inclui todas as áreas cultivadas, inclusive as que estão em pousio ou localizadas em terrenos alagáveis. Pode ser representada por zonas agrícolas heterogêneas ou extensas áreas de plantations. Inclui também os tanques de aquicultura
3	Pastagem com Manejo	Áreas destinadas ao pastoreio do gado e outros animais, com vegetação herbácea cultivada (braquiária, etc.) ou vegetação campestre (natural), ambas apresentando interferências antrópicas de alta intensidade. Estas interferências podem incluir o plantio; a limpeza da terra (destocamento e despedramento); eliminação de ervas daninhas de forma mecânica ou química (aplicação de herbicidas); gradagem; calagem; adubação; entre outras que descaracterizem a cobertura natural.
4	Mosaico de Ocupações em áreas florestais	Área caracterizada por ocupação mista de agricultura, pastagem e/ou silvicultura associada ou não a remanescentes florestais, na qual não é possível uma individualização de seus componentes. Inclui também áreas com perturbações naturais e antrópicas, mecânicas ou não mecânicas, que dificultem a caracterização da área.
5	Silvicultura	Área caracterizada por plantios florestais de espécies exóticas ou nativas como monoculturas.

6	Vegetação florestal	<p>Área ocupada por florestas. Consideram-se florestais as formações arbóreas com porte superior a 5 metros de altura, incluindo-se aí as áreas de Floresta Ombrófila Densa, de Floresta Ombrófila Aberta, de Floresta Estacional, além da Floresta Ombrófila Mista. Inclui outras feições em razão de seu porte superior a 5 m de altura, como a Savana Florestada, Campinarana Florestada, Savana-Estépica Florestada, os Manguezais e os Buritizais, conforme o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).</p>
9	Área Úmida	<p>Área caracterizada por vegetação natural herbácea (cobertura de 10% ou mais), permanentemente ou periodicamente inundada por água doce ou salobra. Inclui os terrenos de charcos, pântanos, campos úmidos, estuários, entre outros. O período de inundação deve ser de no mínimo 2 meses por ano. Pode ocorrer vegetação arbustiva ou arbórea, desde que estas ocupem área inferior a 10% do total.</p>
10	Vegetação Campestre	<p>Área caracterizada por formações campestres. Entende-se como campestres as diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversas da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um estrato gramíneo-lenhoso. Incluem-se nessa categoria as Savanas, Estepes, Savanas Estépicas, Formações Pioneiras e Refúgios Ecológicos. Encontram-se disseminadas por diferentes regiões fitogeográficas, compreendendo diferentes tipologias primárias: estepes planaltinas, campos rupestres das serras costeiras e campos hidro arenosos litorâneos (restinga), conforme o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). Essas áreas podem estar sujeitas a pastoreio e a outras interferências antrópicas de baixa intensidade como as áreas de pastagens não manejadas do Rio Grande do Sul e do Pantanal.</p>

11	Mosaico de Ocupações em Área Campestre	Área caracterizada por ocupação mista de agricultura, pastagem e/ou silvicultura associada ou não a remanescentes campestres, na qual não é possível uma individualização de seus componentes. Inclui também áreas com perturbações naturais e antrópicas, mecânicas ou não mecânicas, que dificultem a caracterização da área.
12	Corpo d'água Continental	Inclui todas as águas interiores, como rios, riachos, canais e outros corpos d'água lineares. Também engloba corpos d'água naturalmente fechados (lagos naturais) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais de água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica).
13	Corpo d'água Costeiro	Inclui todas as águas costeiras (lagunas, estuários e baías que ocupam as Planícies Costeiras) e as águas inseridas nas 12 milhas náuticas, conforme Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993.
14	Área Descoberta	Esta categoria engloba locais sem vegetação, como os afloramentos rochosos, penhascos, recifes e terrenos com processos de erosão ativos. Também inclui as praias e dunas, litorâneas e interiores, e acúmulo de cascalho ao longo dos rios.

FONTE: IBGE (2016).

O efeito desta classificação pode ser observado na FIGURA 3.

FIGURA 3 - COBERTURA E USO DA TERRA SEGUNDO IBGE DO ANO DE 2016



- Área Artificial
- Área Agrícola
- Pastagem com Manejo
- Mosaico de ocupações em Área Florestal
- Silvicultura
- Vegetação Florestal
- Área Úmida
- Vegetação Campestre
- Mosaico de ocupações em Área Campestre
- Corpo d'Água Continental
- Corpo d'Água Costeiro
- Área Descoberta

FONTE: IBGE (2019).

4.1.2 MAPBIOMAS

O projeto MapBiomass foi lançado em 2015 objetivando influenciar nos conhecimentos acerca de cobertura e uso da terra. Para tal, foram utilizados dados baseados nos arquivos Landsat disponibilizados na plataforma no Google Earth Engine (MAPBIOMAS, 2018).

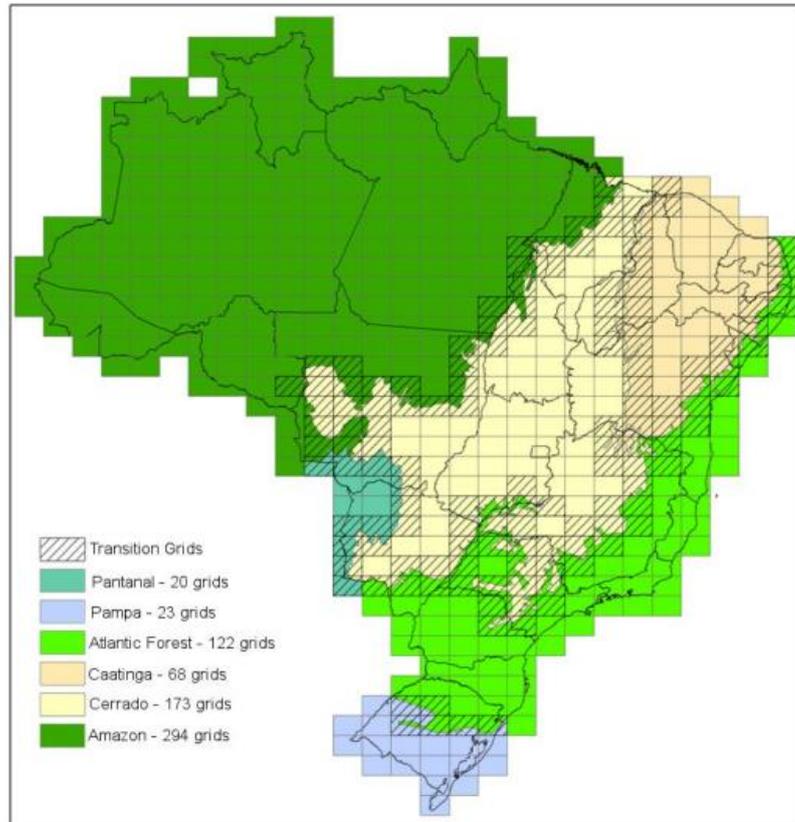
O mapeamento realizado pelo projeto foi dividido em 4 grandes coleções conforme acontecia o aprimoramento do sistema. São elas:

- Coleção 1 – Arquivos de 2008 a 2015, lançado em 2016;
- Coleção 2 – Arquivos de 2000 a 2016, lançado em 2017;
- Coleção 2.3 – Revisão feita para a coleção anterior;
- Coleção 3 – Arquivos 1985-2017, lançado em 2018;
- Coleção 4 – Arquivos 1958- 2018, lançado em 2019.

A cada edição nova lançada, é possível perceber que além da classificação anual de mapas digitais, também se nota um comprometimento com a qualidade dos dados obtidos, bem como, o estudo de maneiras de novas obtenções de dados de uma maneira mais econômica processos. Atualmente, a escala utilizada é de 1:250.000 e oferece como produtos finais o mapa de Biomass brasileiros, gerados pelas coleções dos satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8 (MAPBIOMAS, 2018).

Para chegar ao produto final, o MAPBIOMAS utiliza a plataforma Google Earth Engine (GEE) responsável pela disponibilidade de mais de 30 anos de imagens capturadas pelos satélites Landsat.

FIGURA 4 - DIVISÃO DO BRASIL EM BLOCOS COM A DIVISÃO DE BIOMAS PARA O MAPEAMENTO – MAPBIOMAS



FONTE: MAPBIOMAS (2019).

A fim de reproduzir imagens nítidas, sem nuvens ou possíveis alterações, são coletadas até 105 camadas de informações por pixel anualmente. O resultado é dado pela média comportamental no período e é denominado como mosaico. Estes, por sua vez, são salvos na plataforma do GEE¹⁵ e serão utilizados posteriormente de duas maneiras: como fonte de parâmetro para a classificação de imagens e fazendo a composição RGB que permite visualizar a imagem de fundo na plataforma MAPBIOMAS.

Assim, a partir dos mosaicos de imagens gerados, pode-se separar cada bioma e comparar a cada tema transversal (como na imagem abaixo) para produzir um mapa de cada classe de cobertura e uso da terra (MAPBIOMAS, 2019).

¹⁵ Google Earth Engine – Plataforma do Google

FIGURA 5 - METODOLOGIA DE ANÁLISE DE IMAGENS DO MAPBIOMAS



FONTE: MAPBIOMAS (2019).

Com base nas informações obtidas e nas comparações feitas entre coleções ou dados antigos com o mapa de vegetação do IBGE, chegamos a TABELA 2 de classificação.

TABELA 2 - CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA (MAPBIOMAS)

1 Floresta			
1.1	Floresta Natural		
1.1.1	Formação Florestal	Amazônia	Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Sempre-Verde, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Savana Arborizada, Áreas que sofreram ação do fogo ou exploração madeireira, Floresta resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial de vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes de vegetação primária. Floresta Ombrófila Aberta Aluvial estabelecida ao longo dos

cursos de água, ocupa as planícies e terraços periodicamente ou permanentemente inundados, que na Amazônia constituem fisionomias de matas-de-várzea ou matas-de-igapó, respectivamente.

Caatinga	Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo - Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Semidecidual e Decidual.
Cerrado	Tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão) (Ribeiro & Walter, 2008), além de florestas estacionais semidecíduais.
Mata Atlântica	Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.
Pampa	Vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com dossel contínuo. Inclui as tipologias florestais: ombrófila, decidual e Semidecidual e parte das formações pioneiras.
Pantanal	Árvores altas e arbustos no estrato inferior: Floresta Estacional Decidual e Semidecidual, Savana Florestada, Savana-Estépica Florestada e Formações Pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre.

	Caatinga	Tipos de vegetação com predomínio de espécies de dossel semi-contínuo - Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada.	
Formação Savânica	Cerrado	Formações savânicas com estratos arbóreo e arbustivo-herbáceos definidos [Cerrado Sentido Restrito (Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo e Cerrado rupestre) e Parque de Cerrado].	
	Mata Atlântica	Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas.	
	Pampa	n.a	
	Pantanal	Espécies arbóreas de pequeno porte, distribuídas de forma esparsa e dispostas em meio à vegetação contínua de porte arbustivo e herbáceo. A vegetação herbácea se mistura com arbustos eretos e decumbentes.	
			Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal
1.1.3	Mangue		
1.2	Floresta Plantada	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. eucalipto, pinus, araucária)	
2	Formação Natural não Florestal		
	Amazônia	n.a	
2.1	Área Úmida não Florestal	Caatinga	n.a
		Cerrado	n.a
		Mata Atlântica	n.a

		Pampa	Banhados (influência fluvial ou lagunar) e marismas (influência marinha).
		Pantanal	Áreas úmidas de planície, sujeitas a inundações periódicas ou permanentes, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões que acumulam água. Vegetação herbáceo / arbustivo e/ou de porte arbóreo e formações pioneiras (ex: brejos, cambarazal, paratudal, carandazal).
		Amazônia	n.a
2.2	Formação Campestre	Caatinga	Tipos de vegetação com predomínio de espécies herbáceas (Savana-Estépica Parque, Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa, Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa) + (Áreas inundáveis com uma rede de lagoas interligadas, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões que acumulam água, vegetação predominantemente herbácea a arbustiva).
		Cerrado	Formações campestres com predominância de estrato herbáceo (campo sujo, campo limpo e campo rupestre).
		Mata Atlântica	Savanas e Savanas-Estépicas Parque e Gramíneo-Lenhosa, Estepe e Pioneiras Arbustivas e Herbáceas.

			Formações campestres com predominância de estrato herbáceo ou de estrato herbáceo-lenhoso. Inclui também manchas com estrato arbustivo-herbáceo desenvolvido. Em especial nos biomas Pampa e Pantanal, uma parte da área classificada como Formação Campestre inclui também áreas pastejadas.
		Pampa	
			Vegetação graminóide / herbácea que possibilitam o uso da Pastagem natural ou plantada para o gado. Em especial nos biomas Pampa e Pantanal, uma parte da área classificada como Formação Campestre inclui também áreas pastejadas.
		Pantanal	
2.3	Apicum		Apicuns ou Salgados são formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada do manguezal, em geral na transição entre este e a terra firme.
		Amazônia	Savana, Savana Parque (Marajó), Savana-Estépica (Roraima), Savana Gramíneo-Lenhosa, Campinarana
2.4	Outra formação não florestal	Caatinga	n.a
		Cerrado	n.a
		Mata Atlântica	n.a
		Pampa	n.a

		Pantanal	n.a
3	Agropecuária		
3.1	Pastagem	Áreas de pastagens, naturais ou plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. Em especial nos biomas Pampa e Pantanal, uma parte da área classificada como Formação Campestre inclui também áreas pastejadas.	
3.2	Agricultura		
3.2.1	Cultura Anual e Perene	Áreas predominantemente ocupadas com cultivos anuais e, em algumas regiões (principalmente para a região Nordeste) com a presença de cultivos perenes.	
3.2.2	Cultura Semi-Perene	Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar	
3.3	Mosaico de agricultura e pastagem	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.	
4	Área não vegetada		
4.1	Praia e Duna	Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o predomínio de vegetação de nenhum tipo.	
4.2	Infraestrutura Urbana	Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções.	
		Amazônia	n.a
4.3	Afloramento Rochoso	Caatinga	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade
		Cerrado	
		Mata Atlântica	
		Pampa	
		Pantanal	

4.4	Mineração	Áreas referentes a extração mineral de grande porte, havendo clara exposição do solo por ação de maquinário pesado. Somente são consideradas áreas pertencentes a malha digital do DNPM (SIGMINE).	
4.5	Outra área não vegetada	Amazônia	Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções.
		Caatinga	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
		Cerrado	n.a
		Mata Atlântica	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
		Pampa	n.a
		Pantanal	Áreas de solo exposto (principalmente solo arenoso) não classificadas na classe de Formação Campestre ou Pastagem.
5	Corpos d'água		
5.1	Rio, Lago e Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água	
5.2	Aquicultura	Área referente a lagos artificiais, onde predominam atividades aquícolas e/ou de salicultura	
6	Não observado		

FONTE: MAPBIOMAS (2019)

Na Figura 6, é possível observar o mapeamento nacional de acordo com as classes expostas na tabela anterior.

FIGURA 6 - COBERTURA E USO DA TERRA SEGUNDO MAPBIOMAS DO ANO DE 2016



- | | |
|--|--|
| ● 1 Floresta | ● 3.2 Agricultura |
| ● 1.1 Floresta Natural | ● 3.2.1 Cultivo Anual e Perene |
| ● 1.1.1 Formação Florestal | ● 3.2.2 Cultivo Semi-Perene |
| ● 1.1.2 Formação Savânica | ● 3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem |
| ● 1.1.3 Mangue | ● 4 Área não Vegetada |
| ● 1.2 Floresta Plantada | ● 4.1 Praia e Duna |
| ● 2 Formação Natural não Florestal | ● 4.2 Infraestrutura Urbana |
| ● 2.1 Área Úmida Natural não Florestal | ● 4.3 Outra área não Vegetada |
| ● 2.2 Formação Campestre | ● 4.4 Mineração |
| ● 2.3 Outra Formação não Florestal | ● 5 Corpo D'água |
| ● 2.4 Afloramento Rochoso | ● 5.1 Aquicultura |
| ● 2.5 Apicum | ● 5.2 Rio, Lago e Oceano |
| ● 3 Agropecuária | ● 6 Não observado |
| ● 3.1 Pastagem | |

FONTE: MAPBIOMAS (2019).

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Em meio à disparidade dos principais sistemas de classificação de cobertura e uso da terra, podemos discorrer acerca dos dois principais monitoramento brasileiros - IBGE e MAPBIOMAS, de modo a apresentar pontos convergentes e divergentes em relação aos dois sistemas de classificação adotados.

Através da pesquisa realizada, pode-se observar que existem alguns pontos entre as classificações que se assemelham e outras que não coincidem em nenhum aspecto. Um fator que implica na precisão dos dados classificatórios é a junção de cobertura e uso, ou seja, ambas as tabelas mesclam dados das duas definições. Para uma comparação mais precisa, seria interessante a sua inicial diferenciação neste sentido.

A seguir serão listadas as classificações segundo o IBGE em tópicos, e comparando-as às classificações do MAPBIOMAS.

- Classe 1 – Áreas Artificiais

Segundo a definição, toda a área que tenha relação antrópica não agrícola, estruturada por edificações e sistemas viários, complexos industriais e áreas onde ocorrem a exploração ou extração de substâncias minerais é englobada por esta.

Nela, notamos a junção de diferentes usos da terra (urbano, industrial e exploração) em apenas uma categoria. Tal junção poderia ser explicada pela resolução espacial inferior dos documentos publicados anteriormente a 2018, mas como a nova resolução espacial já foi assumida, aplicada e publicada em cadernos técnicos mais recentes, fica o questionamento sobre a indiferença quanto estas variações.

Com uma resolução espacial de 30 metros já se torna viável a separação desses centros, como já é possível de se notar nas subdivisões de classificações do MAPBIOMAS. Aqui podemos compará-las analisando os seguintes tópicos: 4.2 - que engloba a infraestrutura urbana 4.4 – que contempla elementos da mineração e 4.5 – representando outras áreas não vegetadas, tais como lixões e aterros, à classe 1 do IBGE. O QUADRO 2, mostra a comparação entre as classificações.

QUADRO 2 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: ÁREA ARTIFICIAL

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
1	Área Artificial	4.2	Infraestrutura Urbana
		4.4	Mineração
		4.5	Outra área não vegetada

Tais fatos deixariam a classificação mais precisa e através da análise desses mapas, poderíamos avaliar com maior acurácia o crescimento das áreas industriais ou dos centros urbanos, sem mesclá-los. Bem como, encontrar os centros de extração ou exploração de minérios que em nada se assemelham aos supracitados.

Concluindo o primeiro item da classificação do IBGE, notou-se vasta interpretação e deixa-se como sugestão, a separação deste grande item em outros menores e mais incisivos quanto as definições. Assim, análises mais complexas poderão ser feitas com mais precisão, principalmente quanto ao uso da terra neste elemento.

- Classe 2 – Áreas Agrícolas

O IBGE novamente apresenta uma classificação tímida quando comparada à do MAPBIOMAS. Enquanto o IBGE insere toda a terra utilizada para a produção de alimentos, fibras, derivados do agronegócio e os tanques de aquicultura em uma única classe, o MAPBIOMAS a separa em quatro (3.2.1 – Cultivo Anual Perene, 3.2.2 – Cultivo semi-perene, 3.2.3 – Mosaico de cultivos e 5.1 – Aquicultura).

Assim, segundo o MapBiomias, as plantações que ocorrem anualmente são separadas das perenes, das esporádicas e da criação de alguns animais aquáticos. Esta distinção pode ser considerada importante para que, caso ocorra o aumento da demanda de produtos, os locais de plantio possam ser escolhidos segundo as suas características próprias. É interessante citar que enquanto a aquicultura para o IBGE se enquadra em plantações, o MAPBIOMAS a coloca nas subdivisões de corpos d'água.

Para esclarecer e exemplificar, uma cultura anual necessita o cultivo de outra planta depois da colheita (como o feijão). Já as culturas conhecidas como semi-perenes podem produzir durante cerca de cinco anos (como a cana de açúcar) e a perene que é a cultura que após ser plantada e concluir um ciclo produtivo, não há

necessidade de se replantar. Geralmente as culturas perenes englobam o café, a laranja, a maçã, o limão, a goiaba, a manga entre outras (BRITO, 2005).

O QUADRO 3, mostra uma relação entre ambas classificações. Ele demonstra a possibilidade de ser mais específico quanto à classificação na resolução espacial apresentada.

QUADRO 3 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: ÁREA AGRÍCOLA

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
2	Área Agrícola	3.2.1	Cultivo Anual Perene
		3.2.2	Cultivo Semi-Perene
		3.2.3	Mosaico de Cultivos
		5.2	Aquicultura

- Classe 3 – Pastagem com Manejo

A classe de pastagem existe em ambas as classificações e englobam as mesmas características de cobertura e uso da terra. São áreas destinadas a criação de gado e outros animais, independentemente de serem naturais ou antropizadas.

Em edições antigas, o IBGE possuía uma subdivisão desta classificação em pastagem com manejo e pastagem natural, mas com as mudanças de resolução para a confecção do caderno técnico de 2016, o IBGE preferiu unir a pastagem natural à vegetação campestre e alocá-la em outra classe.

QUADRO 4 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: PASTAGEM DE MANEJO

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
3	Pastagem com Manejo	3.1	Pastagem

- Classe 4 – Mosaico de Ocupações em áreas florestais e Classe 11 - Mosaico de Ocupações em áreas Campestres

O mosaico tem como principal característica a mistura de coberturas ou usos da terra que, após serem diferenciados pela imagem de satélite, resultaram em uma divisão do pixel entre duas ou mais classificações. O caso do Mosaico de Ocupações

em áreas Florestais, é definido pela área de ocupação mista de agricultura, pastagem e até silvicultura que podem ou não estar associados a remanescentes florestais. Já o Mosaico de Ocupação em áreas Campestres tem a mesma definição só que para o campo.

Para fins comparativos, pode-se ligá-los à classe 3.3 – Mosaico de agricultura e pastagem, que para o MAPBIOMAS incorpora a agropecuária, devido à dificuldade de distinguir agricultura e pastagem. O QUADRO 5 mostra o esclarecido.

QUADRO 5 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: MOSAICO DE OCUPAÇÕES EM ÁREAS FLORESTAIS E CAMPESTRES

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
4	Mosaico de Ocupações em áreas Florestais	3.3	Mosaico de agricultura e pastagem
11	Mosaico de Ocupações em área Campestre		

A agropecuária, definida pela teoria e prática da agricultura associada à pecuária (Ormond, 2006), poderia tomar o nome da classificação, visto que ambas categorizações remetem a prática. Ou seja, basta denominá-la diretamente de agropecuária para facilitar o entendimento do leitor e como consequência, o relacionamento direto da imagem à atividade.

Após realizar o presente estudo, optou-se por apresentar desta maneira a harmonização pela mescla de diversos usos e coberturas dentro de um único polígono de imagem.

- Classe 5: Silvicultura

Silvicultura é o ramo da horticultura que cuida do cultivo de árvores florestais para fins comerciais (Ormond, 2006). Tanto o IBGE quanto o MAPBIOMAS possuem uma classificação com esta definição, porém, ambas recebem nomes diferentes. Facilitaria ao leitor a caracterização se a mesma nomenclatura fosse adotada.

QUADRO 6 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: SILVICULTURA

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
5	Silvicultura	1.2	Floresta Plantada

- Classe 6: Vegetação Florestal

Esta é a classe que para o IBGE representa toda a área ocupada por florestas, sem diferenciações. Já para o segundo método analisado, podemos notar a subdivisão entre Formação Florestal, Formação Savânica e Mangue.

O QUADRO 7, exibe uma comparabilidade entre os sistemas, mostrando que é possível ser mais específico nas classificações. Ou seja, novamente o IBGE opta por generalizar as definições.

QUADRO 7 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: VEGETAÇÃO FLORESTAL

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
6	Vegetação Florestal	1.1	1.1.1 Formação Florestal
			1.1.2 Formação Savânica
			1.1.3 Mangue

Em contrapartida, a quantidade de subdivisões do MAPBIOMAS pode ser considerada como desfavorável, pois pode acarretar em uma confusão na leitura e interpretação das imagens pela vasta interpretação da mesma. Também se pode indagar até que ponto a diferenciação entre os tipos é necessária, pois se considerarmos o erro a ela associado, teríamos cada vez mais inconsistência nos dados para o parâmetro final.

- Classe 9: Área Úmida

Toda área que seja permanente ou periodicamente inundada tais como charcos, pântanos, campos úmidos e estuários são incluídos nesta classe. Em comparação, temos a subdivisão entre os itens anteriormente citados e o apicum (terreno – brejo – alagado por água salgada).

Ambas as classificações seguem o mesmo padrão de definição da área ocupada, portando é pertinente colocá-las juntas para fins de harmonização, conforme mostra o QUADRO 8.

QUADRO 8 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: ÁREA ÚMIDA

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
9	Área Úmida	2.1	Área Úmida não Florestal
		2.3	Apicum

- Classe 10: Vegetação Campestre

É caracterizada por possuir toda vegetação composta por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um estrato gramíneo-lenhoso e que podem estar sujeitas a pastoreio e a outras interferências antrópicas de baixa intensidade.

QUADRO 9 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: VEGETAÇÃO CAMPESTRE

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
10	Vegetação Campestre	2.2	Formação Campestre
		2.4	Outra formação não florestal

A categoria campestre é comum a ambos os métodos, mas para completar o sentido e facilitar o entendimento para a harmonização, tendo como base a revisão realizada, opta-se por adicionar o item 2.4 do MAPBIOMAS. Este se encaixa neste conjunto proposto, pois a fitofisionomia relacionada à classe, é compatível à vegetação campestre.

- Classe 12 e 13: Corpo d'água continental e Corpo d'água Costeiro

Nestas classes, o IBGE se sobressai por ser mais específico que o MapBiomias. Como se pode observar no QUADRO 10, no MAPBIOMAS todos os corpos d'água, incluindo rios, oceanos e lagos, são unidos em um único item enquanto no IBGE ocorre a separação entre todas as atividades relacionadas diretamente a água dentro do continente e fora dele.

QUADRO 10 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: CORPOS D'ÁGUA

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
12	Corpos d'água Continental	5.1	Rio, Lago e Oceano
13	Corpos d'água Costeiro		

Ao mesmo tempo em que o IBGE se destaca neste tópico, o MAPBIOMAS traz uma categorização de uso denominada Aquicultura. Ou seja, separando essa atividade, é possível encontrar lagos artificiais que possuam culturas de peixes ou para a produção de sal e diferenciá-las de corpos rios, lagos naturais, reservatórios artificiais e cursos d'água.

Pode-se aqui comparar os elementos de cobertura e uso da terra. As divisões do IBGE implicam em uma mistura entre coberta e uso da terra, enquanto o MAPBIOMAS deixa transparecer uma classe única para o uso da terra (a aquicultura) e outra que pode ter ambas suposições por ter uma sucinta descrição.

- Classe 14: Área Descoberta

Para o IBGE, áreas desprovidas de vegetação, tais como afloramentos rochosos, penhascos, recifes, locais em processo de erosão, praias e dunas, são consideradas como área descoberta.

Já para o MAPBIOMAS, a nomenclatura comparável se dá por área não vegetada e engloba toda a parte de infraestrutura urbana, mineração, afloramento rochoso e praias e dunas. Assim, através do QUADRO 11, pode-se observar as subclasses 4.1 e 4.3 como comparáveis à classe 14 do método anterior.

QUADRO 11 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE IBGE E MAPBIOMAS: ÁREAS DESCOBERTAS

IBGE		MAPBIOMAS	
Código	Classificação	Código	Classificação
14	Área Descoberta	4.1	Praia e Duna
		4.3	Afloramento Rochoso

Nota-se que por ter uma classificação mais detalhada, as definições do MAPBIOMAS se sobressaem novamente. Enquanto o IBGE une todas as categorias semelhantes, o projeto separa as praias e dunas de afloramentos rochosos, ou seja, mais comparável à realidade.

É possível visualizar a comparação entre os dois sistemas de classificação no QUADRO 12.

QUADRO 12 - COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DO IBGE E DO MAPBIOMAS.

IBGE		MAPBIOMAS	
Área Artificial	1	4.2	Infraestrutura Urbana
		4.4	Mineração
		4.5	Outra área não vegetada
Área Agrícola	2	3.2.1	Cultura anual perene
		3.2.2	Cultura anual semi-perene
		3.2.3	Mosaico de cultivos
		5.2	Aquicultura
Pastagem com Manejo	3	3.1	Pastagem
Mosaico de Ocupações em áreas florestais	4	3.3	Mosaico de agricultura e pastagem
Mosaico de Ocupações em áreas florestais e campestre	11		
Silvicultura	5	1.2	Floresta Plantada
Vegetação florestal	6	1.1.1	Formação Florestal
		1.1.2	Formação Savânica
		1.1.3	Mangue
Área Úmida	9	2.1	Área Úmida não florestal
		2.3	Apicum
Vegetação Campestre	10	2.2	Formação campestre
		2.4	Outra formação não florestal
Corpo d'água Costeiro e Continental	12	5.1	Rio, Lago e Oceano
	13		
Área Descoberta	14	4.1	Praia e Duna
		4.2	Infraestrutura Urbana

Foi possível observar que as subdivisões mais detalhadas do MAPBIOMAS puderam ser inseridas nas classes mais agregadas do IBGE.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como dito anteriormente, ambos os sistemas de classificação são reconhecidos e detentores de resultados confiáveis. A ideia de buscar uma harmonização entre eles resultou no QUADRO 12, que mostra uma idealização da

proposta. Assim, o leitor que identificar um uso ou uma cobertura da terra em um dos sistemas de classificação poderá compará-lo a outra.

Em relação à confusão entre cobertura da terra e uso da terra, ambos os mapeamentos apresentam classes que podem apresentar os conceitos de forma indissociável. Por exemplo, nas formações florestais e campestres, há áreas de manejo, Terras Indígenas, Quilombolas, Unidades de Conservação, áreas em diferentes estágios de conservação/degradação de maneira indiscriminada. Nos mosaicos, tal separação também é inviável.

Quanto ao monitoramento de cobertura e uso do IBGE, a incapacidade de discriminar áreas urbanas de atividades minerárias acarretam uma limitação muito grande na utilização do mapeamento, já que são dois setores econômicos extremamente importantes no Brasil. Além disso, a impossibilidade de se discriminar corpos d'água com atividades econômicas também restringem as possibilidades de aplicações dos resultados.

A desagregação dos níveis de classificação presentes no MAPBIOMAS permite organizar os resultados por biomas e por fitofisionomias, porém, no caso específico das fitofisionomias, tais desagregações parecem fugir um pouco do escopo do monitoramento (cobertura e uso nos biomas brasileiros), já que mistura com outro conceito – sistema de classificação da vegetação.

Ambos os mapeamentos utilizam imagens do Landsat-8. Porém, o MAPBIOMAS apresenta periodicidade anual, enquanto o monitoramento do IBGE é bianual. Além disso, o MAPBIOMAS apresenta procedimentos técnicos mais sofisticados (tais como aprendizagem de máquinas), enquanto os procedimentos técnicos realizados pelo IBGE ainda estão relacionados à interpretação visual de imagens.

Além do exposto, vale ressaltar a diferenciação oriunda da diferença de escala de mapeamento dos dois monitoramentos, enquanto o MAPBIOMAS apresenta uma escala de 1:100.000, o IBGE apresenta a de 1:1.000.000.

Sendo assim, recomenda-se concentrar esforços de forma colaborativa e sinérgica em um único monitoramento/mapeamento (MAPBIOMAS), potencialmente com as seguintes classes de cobertura/uso adaptadas:

- Áreas urbanas;
- Áreas de mineração;

- Outras áreas não-vegetadas;
- Culturas perenes;
- Culturas semi-perenes;
- Mosaicos de cultivos;
- Pastagens;
- Mosaicos de Agricultura e Pastagem;
- Áreas de silvicultura;
- Florestas nativas;
- Savanas;
- Manguezais;
- Vegetação campestre;
- Áreas úmidas;
- Corpos D'água;
- Praias e dunas;
- Afloramentos rochosos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO F; MILTON C; MENESES P. R; SANO. E. E.Sistema de classificação de uso e cobertura da Terra na análise de imagens de satélite. Revista Brasileira de Cartografia No 59/02, 2007.
- BRITO, J.L.S.; PRUDENTE, T.D. Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal no município de Uberlândia - MG, utilizando imagens CCD/CBERS 2. **Caminhos da Geografia**, 2005.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). 2019 RADAM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Sensoriamento-Remoto-e-Geofisica/RADAM-D-628.html>
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Satélites de Monitoramento. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br>.
- FAO – Land Cover Classification System (LCCS). 2000. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em maio de 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro. 2012. Caderno Técnico.
- _____. – Manual Técnico de Uso da Terra. 3ª Edição. Rio de Janeiro. 2013. Caderno Técnico.
- _____. – Monitoramento da Cobertura e uso da terra do Brasil 2000-2010-2012, Rio de Janeiro 2015. Caderno Técnico.
- _____. – Monitoramento da Cobertura e uso da terra do Brasil 2014-2016, Rio de Janeiro. 2018. Caderno Técnico.
- _____. – Biomas Brasileiros. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>. Acesso em maio de 2019.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. Landsat. <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>>

LIFE – Lasting Initiative For Earth. Séries de Cadernos Técnicos – Volume III – Ecorregiões do Brasil, Propriedades terrestres e marinhas.

MAPBIOMAS, MapBiomass General “Handbook” - Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) - Coleção 3, 2018.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. Landsat Science. Disponível em: <<http://www.landsat.gsfc.nasa.gov>>. Acesso em maio de 2019.

ORMOND, JOSÉ GERALDO PACHECO. **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais** – Rio de Janeiro : BNDES, 2006.

PHILLIPS W. R. FAO - Its Origins, formation and Evolution (1945-1981), Rome 1981.

RABBITT C.M. The United States Geological Survey (1879 – 1989) – USA, 2018. <<https://pubs.usgs.gov/circ/c1050/before.htm>>

VILAS BOAS, J. H. (Org.). Projeto RADAMBRASIL. Sítio Eletrônico dos Antigos Funcionários do Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1998-2012.

WOESE, C. R., KANDLER, O., WHEELIS, M. L.. Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya (Euryarchaeota/Crenarchaeota/kingdom/evolution). Proc. Nati. Acad. Sci. USA Vol. 87, pp. 4576-4579, June 1990.

XIMENES A.C. O conceito de ecorregiões e os métodos utilizados para o seu mapeamento. INPE., 2009.