

TEXTOS PARA DISCUSSÃO

DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS

n.5

CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DOS ECOSSISTEMAS NO BRASIL

COMPARAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE VEGETAÇÃO E
DE COBERTURA E USO DA TERRA DO IBGE E OS
GRUPOS FUNCIONAIS DE ECOSISTEMAS DA IUCN

Presidente da República
Jair Messias Bolsonaro

Ministro da Economia
Paulo Roberto Nunes Guedes

Secretário Especial do Tesouro e Orçamento
Bruno Funchal

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Eduardo Luiz G. Rios Neto

Diretor-Executivo
Marise Maria Ferreira

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Cimar Azeredo Pereira

Diretoria de Geociências
Claudio Stenner

Diretoria de Informática
Carlos Renato Pereira Cotovio

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
Carmen Danielle Lins Mendes Macedo

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Maysa Sacramento de Magalhães

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências
Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Ministério da Economia
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Textos para Discussão
Diretoria de Geociências
número 5

Classificação Internacional dos Ecossistemas no Brasil

**Comparação entre as classes de vegetação e
de cobertura e uso da terra do IBGE e os
grupos funcionais de ecossistemas da IUCN**



Rio de Janeiro
2021

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISSN 1806-4531 **Textos para discussão - Diretoria de Geociências**

Divulga estudos desenvolvidos por técnicos do IBGE e/ou de outras instituições, bem como resultantes de consultorias e traduções consideradas relevantes para o Instituto. A série **Textos para discussão** está subdividida por unidade organizacional e os textos são de responsabilidade de cada área específica.

ISBN 978-65-87201-78-8

© IBGE. 2021

Impressão

IBGE/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI, em 2021.

Capa

IBGE/Centro de Documentação e Disseminação de Informações – CDDI

Ficha catalográfica elaborada pela Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais do IBGE.

Classificação internacional dos ecossistemas no Brasil : comparação entre as classes de vegetação e de cobertura e uso da terra do IBGE e os grupos funcionais de ecossistemas da IUCN / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro : IBGE, 2021.

73 p. : il. - (Textos para discussão. Diretoria de Geociências, ISSN 1806-4531 ; n. 5).

ISBN 978-65-87201-78-8

1. Ecossistemas - Brasil. 2. Vegetação - Classificação. 3. Solos - Brasil. 4. Cobertura dos solos. 5. Biomas - Brasil. I. IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. II. Classificação internacional dos ecossistemas no Brasil : comparação entre as classes de vegetação e de cobertura e uso da terra do IBGE e os grupos funcionais de ecossistemas da União Internacional para Conservação da Natureza. II. Série.

CDU 504(81)

AMB

Sumário

Apresentação	5
Introdução.....	7
Referencial Teórico	9
O conceito de ecossistema	9
O mapeamento dos ecossistemas	11
As unidades espaciais na contabilidade dos ecossistemas.....	15
Metodologia	21
A correspondência (<i>crosswalk</i>) entre as legendas de Vegetação e de Cobertura e Uso da Terra do IBGE e os GFE da IUCN	21
Os insumos cartográficos.....	22
Mapeamento de Vegetação	22
Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra	23
A geração da grade com os temas integrados.....	23
Criação da Legenda de Vegetação Unificada.....	23
Grade Estatística: integração dos dados de Cobertura e Uso da Terra e Vegetação.....	27
Resultados.....	31
Estatísticas e espacialização da compatibilidade	31
Distribuição dos Grupos Funcionais de Ecossistemas	33
Equivalências Completas e Parciais dentro dos Biomas Funcionais da IUCN.....	36
T1 – Florestas Tropicais e Subtropicais.....	37
T2 – Florestas e Bosques Temperados	38
T4 – Savanas e Vegetações Herbáceas.....	40
T7 – Uso intensivo da terra	40
TF1 – Áreas Úmidas Palustres	43
MT2 – Sistemas Costeiros Supralitorâneos e MFT1 – Sistemas Salobros Litorâneos	43
Equivalências Parciais Transversais aos Biomas Funcionais da IUCN	45
As Fitofisionomias de Savana-Estépica	45
As Fitofisionomias da Savana.....	46
A Fitofisionomia de Refúgio Vegetacional	46
As Fitofisionomias da Campinarana	47
Áreas Sem Equivalência aos GFE da IUCN	47
Considerações Finais	49
Referências	53
Anexo.....	57
Anexo 1 – Tabelas de correspondência (<i>crosswalk</i>) – Grupos Funcionais de Ecossistemas (IUCN) por Grupos de Vegetação e Cobertura e Uso da Terra (IBGE)	59
Anexo 2 – Descrição dos Grupos Funcionais de Ecossistemas IUCN identificados na comparação 65	

Convenções

-	Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento;
..	Não se aplica dado numérico;
...	Dado numérico não disponível;
x	Dado numérico omitido a fim de evitar a individualização da informação;
0; 0,0; 0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente positivo; e
-0; -0,0; -0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente negativo.

Apresentação

Com a presente publicação, a Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais da Diretoria de Geociências do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística apresenta para discussão o texto **Classificação Internacional dos Ecossistemas no Brasil: Comparação entre as classes de Vegetação e de Cobertura e Uso da Terra do IBGE e os Grupos Funcionais de Ecossistemas da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza)**, que propõe uma reflexão e debate sobre os tipos de ecossistemas a luz da Tipologia Global de Ecossistemas da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza).

A presente publicação tem, então, a perspectiva de apresentar estudos que vêm sendo analisados pelo corpo técnico da instituição e que se propõem a expandir o debate interna e externamente, a fim de incentivar novas avaliações e futuros aprofundamentos no tema, considerando-se ainda que o dito recorte está em processo de constantes revisões atualmente.

No manual metodológico da UNSD para a contabilidade dos ecossistemas, *System of Environmental-Economic Accounting: Ecosystem Accounting*, a Tipologia Global de Ecossistemas da IUCN foi selecionada como a referência para a delimitação de unidades espaciais de análise. A proposta é no sentido de possibilitar uma comparabilidade internacional dos indicadores propostos para essas Contas, de forma especializada.

Tendo isto em vista, a busca por uma referência internacional e a adoção de um padrão no Brasil para a mensuração dos ecossistemas é imprescindível para o monitoramento da condição e dos serviços dos ecossistemas, resguardada a necessidade de uma visão integrada e abrangente, que considere suas dinâmicas e interdependências.

Para este trabalho, foram realizadas comparações conceituais e espaciais das classes de vegetação e de cobertura e uso da terra, ambos do IBGE, e o Grupos Funcionais de Ecossistemas propostos pela IUCN, com o objetivo de avaliar as proporções de comparabilidade no território e ampliar a compreensão sobre as limitações dos métodos, e das fontes de dados diversas.

A Coordenação convida usuários e pesquisadores a refletirem sobre essa temática no intuito de avançarmos no conhecimento dos tipos de ecossistemas brasileiros, incluindo a expressão de suas particularidades nos modelos globais.

Coordenador de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Introdução

Em sua missão de retratar o país, o IBGE realiza diversos estudos sobre o meio ambiente brasileiro. A representação dessas informações sobre o território pode se dar em diferentes recortes, sejam eles político-administrativos, como Regiões Geográficas ou Unidades de Conservação, ou ainda ambientais, como é o caso dos Biomas. A adoção de unidades ambientais, em diferentes escalas, tem vantagens para a compreensão e gestão dos recursos naturais. Um exemplo disso é a aprovação recente do manual *System of Environmental-Economic Accounting—Ecosystem Accounting: 2021 Final Draft*, SEEA-EA¹ na sigla em inglês, (UNITED NATIONS, 2021), que reflete a tendência crescente de um foco espacial nos ecossistemas como unidades de análise.

Além disso, seguindo o exemplo que já vem sendo estabelecido pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, o Marco Global de Biodiversidade pós-2020 da Convenção sobre a Diversidade Biológica tem como estratégia mobilizar as infraestruturas estatísticas dos países como atores importantes no monitoramento de suas metas ambientais. Nesse contexto, o SEEA-EA tem sido identificado como uma ferramenta apropriada na consolidação das informações sobre ecossistemas, por fornecer uma estrutura padronizada entre os países, permitindo a comparação global de seus avanços.

Paralelamente, a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês) possui um amplo histórico na coordenação técnica de padronizações internacionais ligadas ao meio ambiente. Uma de suas iniciativas mais conhecidas é a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção, produzida através da colaboração de centenas de especialistas e baseada em um roteiro metodológico amplamente adotado no mundo (IUCN, 2012). Contudo, enquanto o monitoramento do estado de conservação das espécies tem se mostrado uma ferramenta de grande utilidade e de fácil compreensão pelo público e tomadores de decisão, uma abordagem focada nos ecossistemas traz consigo vantagens, com um olhar integrador para a conservação de múltiplas espécies associadas a eles e uma relação mais direta com os serviços dos ecossistemas (ou ecossistêmicos, como conhecido na literatura nacional).

A partir dessa motivação, a Comissão de Gestão de Ecossistemas da IUCN recomendou a elaboração de uma metodologia para a avaliação do estado de conservação dos ecossistemas. Em 2014, a Lista Vermelha de Ecossistemas foi oficialmente reconhecida pela IUCN e desde então seus padrões e critérios já foram testados na avaliação de mais de 50 ecossistemas em todo o mundo. Com o objetivo de fornecer uma estrutura padronizada para a classificação internacional de ecossistemas, foi publicada em 2020, a Tipologia Global de Ecossistemas - TGE (KEITH et al. 2020a), um sistema de classificação hierárquico que, em seus níveis superiores, define os ecossistemas por suas funções ecológicas convergentes e, em seus níveis inferiores, os distingue de acordo com os diferentes conjuntos de espécies que desempenham tais funções.

.....
¹ Citado no original em inglês pois o documento ainda não possui tradução.

Durante o processo de revisão do SEEA-EEA², que ocorreu entre 2018 e 2020, a TGE-IUCN foi selecionada como tipologia de referência por se adequar aos critérios conceituais e aplicados, estabelecidos pelo grupo de trabalho responsável pelas unidades espaciais de análise da contabilidade dos ecossistemas (BOGAART et al., 2019). Com vista a aprofundar as discussões técnicas acerca de uma classificação comum para os diferentes tipos de ecossistemas entre países, e ampliar o diálogo internacional, o IBGE foi convidado a realizar um experimento para testar a Tipologia Global de Ecossistemas da IUCN, em seu Nível 3 - classes dos Grupos Funcionais de Ecossistemas, GFE (*Ecosystem Functional Group*, EFG, em inglês - KEITH et al., 2020b), em duas etapas.

A primeira etapa foi uma comparação conceitual baseada nas descrições das classes de vegetação (MAPEAMENTO..., 2018) e de cobertura e uso da terra (MONITORAMENTO..., 2020), ambos do IBGE, e os GFE propostos pela IUCN, apresentada em formato tabular, essa comparação seguiu as orientações Bogaart e Schenau (2020) tendo como referência a primeira versão da Tipologia Global de Ecossistemas proposta pela IUCN (KEITH et. al., 2020a). Os exercícios derivados dessa etapa foram apresentados no evento: *Virtual Expert Forum on SEEA Experimental Ecosystem Accounting 2020* em junho de 2020³.

Na sequência, uma segunda etapa do experimento consistiu em atualizar a comparação conceitual segundo a nova versão da TGE-IUCN (KEITH et. al. 2020b) e verificar a correspondência dos GFE, em termos espaciais, com os dados acima citados. A busca por uma representação espacial foi também uma recomendação da proposta metodológica de Bogaart e Schenau (2020), uma vez que possibilita aprimorar a consistência dos resultados, avaliar as proporções de comparabilidade no território, e permite melhorar a compreensão sobre as limitações dos métodos, fontes e dados diferentes. Foram elaborados cartogramas e tabelas visando apresentar a expressão espacial dessa comparação no território brasileiro. Esta etapa gerou um documento preliminar (*Draft Paper*), a partir do qual foi proposta a presente publicação, em formato de Texto Para Discussão.

É importante ressaltar que essa publicação se enquadra como Texto para Discussão por não compreender resultados com metodologia validada pelo IBGE. O objetivo é propor uma análise passível de debate entre pares, tanto interna como externamente, visando então avançar na reflexão sobre os tipos de ecossistemas e no aprimoramento do modelo internacional proposto, tanto no que se refere às compatibilidades apresentadas quanto às possibilidades futuras de agregação de mais dados advindos dos mapeamentos de Recursos Naturais produzidos pelo IBGE.

.....
² Detalhes sobre o processo de revisão podem ser consultados em: <https://seea.un.org/content/seea-experimental-ecosystem-accounting-revision>

³ <https://seea.un.org/events/virtual-expert-forum-seea-experimental-ecosystem-accounting-2020>

Referencial Teórico

O conceito de ecossistema

O termo ecossistema foi cunhado em 1935 por Sir Arthur George Tansley, renomado ecólogo de plantas britânico (TANSLEY, 1935). Tansley enfatizava o papel dos fatores abióticos na formação desses sistemas ecológicos⁴, e uma de suas propostas com o conceito era contrapor⁵, em parte, as ideias então vigentes na ecologia sobre a vegetação como análoga a um superorganismo, com um desenvolvimento determinado e movendo-se em direção a um clímax (CLEMENTS, 1916). Apesar disso, a ideia de “equilíbrio da natureza”, de certa forma subjacente à noção de superorganismo, ainda é frequentemente associada com o conceito de ecossistema, o que tem motivado debates recorrentes sobre o uso do termo (O’NEILL, 2001; CURRIE, 2011).

Em uma de suas concepções mais amplamente adotadas atualmente, registrada no artigo 2 da Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB (ratificada pelo Brasil no DECRETO Nº 2.519, DE 16 DE MARÇO DE 1998), ecossistemas são definidos como “um complexo dinâmico de comunidades de vegetais, animais e de microrganismos e seu meio inorgânico que interagem como uma unidade funcional”. Essa formulação ressalta a característica dinâmica dos ecossistemas, a inclusão dos componentes bióticos e abióticos em interação, além do aspecto funcional como critério a ser usado na delimitação da unidade.

A compreensão dos ecossistemas como unidades funcionais dinâmicas reflete a transição de paradigmas que tem permeado o desenvolvimento da ecologia enquanto ciência (WU & LOUCKS, 1995). Embora o dinamismo desses sistemas seja de certa forma auto evidente, tendo em vista a sua complexidade (exemplificada pelo número de elementos e fatores que interagem) e a diversidade de escalas e delimitações que podem ser adotadas em seu estudo, enfatizar a sua dinâmica favorece o reconhecimento de alguns pontos importantes.

A noção de estabilidade de um determinado sistema depende das características consideradas em sua definição. Ecossistemas podem diferir, por exemplo, na sua composição (i.e., quais espécies e quais condições abióticas estão presentes), estrutura (i.e., como seus elementos se organizam, qual a abundância relativa das espécies e qual a sua aparência geral) e função (i.e., suas taxas de produtividade, decomposição etc.). O termo “funcionamento do ecossistema” diz respeito aos diferentes processos pelos quais

.....
⁴“*Though the organisms may claim our primary interest (...) we cannot separate them from their special environment (...) the systems so formed (...) are the basic units of nature*” - Embora os organismos possam atrair nosso interesse principal (...) não podemos separá-los de seu ambiente especial (...) os sistemas assim formados (...) são as unidades básicas da natureza” (TANSLEY, p. 299, 1935).

⁵“*I plead for empirical method and terminology in all work on vegetation, and avoidance of generalized interpretation based on a theory of what must happen because ‘vegetation is an organism’.*” – Eu reivindico um método empírico e terminologia em qualquer trabalho sobre vegetação, e que se evite interpretações generalizadas, baseadas em uma teoria do que tem que acontecer porque a “vegetação é um organismo”. (TANSLEY, p. 295, 1935)

seus componentes interagem. Do ponto de vista humano, esse funcionamento resulta em variadas contribuições da natureza às pessoas (IPBES, 2019), entre elas os serviços ecossistêmicos desfrutados pela sociedade.

Cabe ressaltar que, embora geralmente esses benefícios ou serviços dos ecossistemas sejam mais evidentemente ligados ao seu funcionamento do que à sua composição específica, alguns dos seus benefícios e valores podem estar diretamente relacionados com sua característica composicional. Isso pode ser observado através de valores atrelados a determinadas espécies, como é o caso de preferências alimentares (e.g. quando a população aprecia uma certa espécie de peixe ou fruta) ou ainda valores simbólicos ou culturais (e.g. uma espécie símbolo de um povo).

A estabilidade do ecossistema também depende da escala de análise, seja ela espacial ou temporal. Diferenças nas características das espécies (e.g. expectativa de vida dos indivíduos, tamanho da prole, atributos morfológicos, fisiológicos e comportamentais) e nos processos geológicos, químicos e físicos atuando nos ecossistemas (e.g. o clima, concentrações de diferentes elementos nas rochas e no solo, erosão e sedimentação) fazem com que a escala temporal das funções dos ecossistemas seja amplamente variável.

Enquanto alguns desses processos ocorrem ao longo de milhões de anos (e.g. especiação, processos geológicos), outros apresentam respostas rápidas, e são particularmente suscetíveis a impactos e a ações de manejo (e.g. a proliferação rápida de algas em resposta à deposição de nutrientes). De modo similar, os fluxos de energia e matéria nos ecossistemas são espacialmente heterogêneos (WU & LOUCKS, 1995), e essa variabilidade é um elemento fundamental para a capacidade de regeneração dos ecossistemas. Quando uma perturbação, como a passagem do fogo em uma savana, causa a remoção de indivíduos em um determinado local, a dispersão de propágulos a partir de áreas próximas é um passo importante na recolonização desses ambientes. Desse modo, a dinâmica de metacomunidades (LEIBOLD & CHASE, 2017) conecta os diferentes ecossistemas em uma paisagem.

Alterações antrópicas sobre os ecossistemas (e.g. a remoção ou introdução de organismos) podem causar impactos significativos, muitas vezes mais rápidos e intensos do que os processos naturais. O papel dessas alterações sobre a sua estruturação e funcionamento é, portanto, um alvo central de investigação, de modo que a delimitação dessas unidades de estudo deve levar isso em conta. Na formulação inicial do conceito, Tansley (1935) já comenta sobre a relevância de compreender o papel das alterações causadas pela humanidade⁶, e esse aspecto é especialmente relevante no contexto aplicado da gestão dos ecossistemas.

.....
⁶ *"We cannot confine ourselves to the so-called 'natural' entities and ignore the processes and expressions of vegetation now so abundantly provided us by the activities of man. Such a course is not scientifically sound (...) and it is not practically useful because ecology must be applied to conditions brought about by human activity."* Não podemos nos confinar às chamadas entidades "naturais" e ignorar os processos e expressões da vegetação agora tão abundantemente fornecidos pelas atividades humanas. Tal curso não é cientificamente sólido (...) e não é praticamente útil pois a ecologia deve ser aplicada às condições provocadas pelas atividades humanas (TANSLEY, p. 304, 1935)

O conceito de ecossistema retrata assim o desenvolvimento de ideias fundamentais da ecologia. Sua evolução ilustra as mudanças de paradigmas no estudo do mundo natural, passando de uma visão de natureza estável e equilibrada em direção a uma perspectiva de sistemas dinâmicos e interligados em múltiplas escalas, de cuja gestão adequada depende o bem-estar da sociedade humana.

O mapeamento dos ecossistemas

A evolução dos paradigmas do estudo do mundo natural e, especificamente, do conceito de ecossistema, é estreitamente relacionada à evolução de suas formas de representação, notadamente as discussões sobre como seria possível mapeá-lo e entender sua extensão, distribuição e interação com outros fenômenos geográficos. Neste sentido, é importante que seja feita uma revisão conceitual e metodológica sobre o mapeamento dos ecossistemas no Brasil, de forma a entender como estes interagem com a proposta atual.

De acordo com Cavalcanti (2013), ecossistemas, geossistemas, regiões naturais, ecorregiões, paisagens, biomas, complexos biogeocenóticos, complexos territoriais naturais e tantos outros termos representam, nas acepções de distintos autores, a ideia de que existe uma ordem natural promovendo a organização da superfície terrestre a partir das relações entre seus elementos constituintes (rochas, solos, seres vivos, água etc.) e alguns externos (sol, movimentos orbitais, atividade interna do planeta). Estas relações produzem um mosaico de padrões espaciais observáveis que seriam autônomos, mas não independentes, apresentando uma organização hierárquica natural.

Existem muitos trabalhos científicos cujo objetivo é o mapeamento desses mosaicos espaciais com variados modelos e propostas metodológicas, e uma infinidade de critérios de definição e de termos para identificação. Nesse sentido destacam-se as escolas russa e francesa na criação e desenvolvimento do conceito de “Geossistema”, e a canadense e americana no de “Ecorregiões”. Existem, ainda, inúmeras regionalizações históricas em que os elementos de análise para definição de limites foram regiões ou zonas biogeográficas, ou zoneamentos climáticos.

No Brasil, as primeiras iniciativas nesse tema objetivavam a sua divisão regional e, daí, ter surgido, em 1913, através do geógrafo Delgado de Carvalho, o conceito de Região Natural como elemento central do estabelecimento dos limites regionais internos do Brasil (CONTEL, 2014). Também de cunho histórico deve ser destacada, por sua persistente atualidade, a obra Domínios Morfoclimáticos e Províncias Fitogeográficas do Brasil de Aziz Nacib Ab’Saber (AB’SABER, 1967), que mais tarde o mesmo autor chamou de “Domínios de Natureza do Brasil” (AB’SABER, 2003) cuja representação espacial apresenta uma notável correspondência com os Biomas reconhecidos hoje.

O termo ecorregião teria surgido pela primeira vez no trabalho de Loucks (1962, apud Bailey, 2005) e utilizado no mapeamento das províncias biogeográficas do Canadá por Crowley (1967). No entanto, o conceito de ecorregiões como unidades de regionalização ecológica adquiriu grande reconhecimento com a publicação do Mapa

das Ecorregiões dos Estados Unidos, na escala de 1:7.500.000 (BAILEY, 1976). Em 1983, esse autor detalhou os critérios essencialmente climáticos e biogeográficos adotados para o estabelecimento dos limites das ecorregiões e, em Bailey (2005), as premissas que deveriam ser adotadas para a sua definição. A taxonomia adotada no mapa de Bailey (1976) foi baseada na proposta hierárquica de Crowley (1967), para o zoneamento biogeográfico do Canadá, que, do maior para o menor nível taxonômico utilizou a seguinte hierarquia: Domínios-Região-Província-Seção. O autor não faz referência às intervenções antrópicas para o uso da terra como definidoras ou modificadoras do padrão de ecossistemas.

Um outro tipo de abordagem foi a adotada por Wiken (1986) em sua regionalização ecológica, proposta para o Canadá, que assim define e descreve o termo ecorregionalização:

A classificação ecológica é um processo de delinear e classificar áreas ecologicamente distintas da superfície da terra. Cada área pode ser vista como um sistema discreto que resulta da malha e interação dos fatores geológicos, de relevo, de solo, vegetação, climáticos, vida selvagem, água e alterações antrópicas que podem apresentar a predominância de um ou mais desses fatores variando a partir de determinada unidade ecológica. Esta abordagem holística para classificação da terra pode ser aplicada de forma incremental em uma base relacionada à escala de ecossistemas específicos do local a ecossistemas muito amplos. (WIKEN, 1986, p 1, tradução nossa)

Em seu mapa de "Ecozonas do Canadá" o autor se utiliza de uma classificação em três níveis hierárquicos onde identifica 15 Ecozonas, unidade de maior hierarquia; 194 Ecorregiões (segundo nível hierárquico); e 1020 Ecodistritos (terceiro nível hierárquico). Como se pode depreender da definição, as ecorregiões de Wiken (1986) teriam uma conotação espacial, mas também temporal, com uma abordagem integrada e mutável tanto por fenômenos naturais quanto pela ação antrópica.

A concepção de Wiken (1986) foi seguida por Omernik (1995), que propôs uma estrutura para a identificação e gerenciamento de ecossistemas nos Estados Unidos baseada na análise de múltiplas características temáticas que podem refletir diferenças no arranjo e distribuição dos ecossistemas, incluindo sua composição potencial. O clima, o relevo (fisiografia), a vegetação, a geologia e o uso da terra seriam fundamentais no delineamento das ecorregiões.

Em 2001, foi publicado pela World Wildlife Fund - WWF o mapa das ecorregiões terrestres do mundo com a proposta de ser uma regionalização biogeográfica da biodiversidade da Terra (OLSON et al., 2001). Foram identificadas 867 ecorregiões terrestres, classificadas em 14 biomas diferentes, como florestas, pastagens ou desertos. O mapeamento da área correspondente ao Brasil foi baseado no Mapa da Vegetação do Brasil, do IBGE, na escala de 1:5.000.000, primeira edição de 1988 (MAPA...,1988), observando-se que as ecorregiões identificadas por Olson e outros (2001) apresentam uma distribuição com grande correspondência aos Biomas que seriam oficialmente definidos pelo IBGE em 2004 (MAPA..., 2004; Biomas...,2019).

Especificamente para o Brasil, entre as várias opções de classificações existentes, acompanhando as iniciativas internacionais, um estudo de representatividade ecológica e gestão integrada adotou o conceito de ecorregiões para representar os mesossistemas ecológicos nacionais (ARRUDA, 2001). Esse estudo, que foi apoiado pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), identificou 49 ecorregiões brasileiras, sendo 23 para o bioma Amazônia, 13 para o bioma Mata Atlântica, 3 para os ecótonos Caatinga-Amazônia, Cerrado-Amazônia e Cerrado-Caatinga, respectivamente, além de 9 ecorregiões para o bioma Costeiro. De acordo com os autores, os principais critérios adotados para definir os limites das 78 ecorregiões do país foram abióticos (regiões interfluviais, altitude, relevo, solo, geologia, precipitação, ciclo de inundação, efeitos das marés) e bióticos (fitogeográficos e zoogeográficos, a eles associados os grupos conhecidos de mamíferos, aves, anfíbios, répteis, e de borboletas).

Desses exemplos, os quais têm forte influência nas iniciativas com esse viés em nível mundial, depreende-se que o conceito de ecorregiões, no sentido de unidade taxonômica de mapeamento de ecossistemas, embora tenha uma certa uniformidade descritiva entre os diversos autores, tem sido utilizado através de vários processos, métodos e critérios de identificação, e diversidade de modelos hierárquicos, terminologia taxonômica, abrangência e escalas de representação. Assim, observa-se que as iniciativas de representação espacial dos ecossistemas através desse conceito são variáveis, havendo desde as que se baseiam em características essencialmente bióticas, passando pelas físico-bióticas, mas havendo também, como em Wiken (1986) e Omernik (1995), as físico-bióticas que consideram as atividades humanas como componentes importantes do ecossistema.

Outra abordagem crescente na literatura científica, de uso frequente no Brasil, e que combina o uso de características físicas e bióticas em sistemas de classificação ecológicos hierárquicos, desde a escala planetária até a escala local, identifica “unidades geoambientais” onde os “Geossistemas” constituem o principal nível hierárquico-taxonômico (PROJETO DE PROTEÇÃO..., 1990, 1994; ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL..., 1996; SUBSÍDIO AO ZONEAMENTO..., 1997; CPRM, 2002).

Segundo Cavalcanti (2013) o termo geossistema apareceu originalmente em um artigo intitulado “algumas noções e termos da geografia física”, publicado no ano de 1963, pelo cientista russo Viktor Borisovich Sochava e introduzido no Brasil a partir do artigo *Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique* escrito pelo francês Georges Bertrand, em 1968 e publicado no Brasil em 1972, sob tradução de Olga Cruz. O autor russo teria objetivado lançar uma proposta metodológica que substituísse os estudos baseados exclusivamente na dinâmica biológica do ecossistema, pelos estudos integrados dos sistemas naturais e humanos em um determinado recorte espacial. No entanto, inúmeros autores entre os que adotaram a proposta aplicaram entendimentos distorcidos fazendo com que o termo passasse a ser utilizado com significados distintos do sentido original, notadamente como sinônimo de Ecossistema (NEVES et al, 2014).

Uma interessante distinção conceitual entre geossistema e ecossistema foi proposta por Neves e outros (2014), na qual o ecossistema através do seu objetivo de

análise destacaria prioritariamente os ambientes naturais. Para o autor, seu conhecimento auxiliaria a ciência na criação de modelos relacionais para comparar ambientes naturais com os que sofreram alterações ocasionadas por ação antrópica e/ou por algum desequilíbrio do seu quadro natural. Já o geossistema consideraria a interação e a integração dos elementos abióticos (solo, relevo, clima, hidrografia), bióticos (vegetação e animais) junto às ações antrópicas, atentando-se para não os abordar de maneira isolada e na mesma escala temporal.

Exemplos desse tipo de abordagem incluem os mapeamentos dos Sistemas Naturais ou Geossistemas, produzidos pelas equipes de Geociências do IBGE, através de diagnósticos ambientais realizados em diversas regiões no território nacional (e. g. PROJETO DE PROTEÇÃO..., 1990, 1994; ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL..., 1996; SUBSÍDIO AO ZONEAMENTO..., 1997). Com uma abordagem hierarquicamente estruturada em três níveis, esse sistema de classificação baseia-se na estrutura e dinâmica geoambiental para identificar e mapear unidades geoambientais, segundo seus condicionantes regionais (regiões determinadas por atributos geológicos, geomorfológicos e bioclimáticos), sub-regionais (geossistemas determinados pela convergência de similaridade entre seus componentes físicos, bióticos e suas dinâmicas) e locais (geofácies que traduzem as particularidades do relevo e dos solos).

O IBGE possui grande experiência e acervo referente ao mapeamento de recursos naturais, dispondo de uma ampla base de informações ambientais sobre o Brasil que inclui dados de ordem natural que compõem os ecossistemas presentes no território nacional. Por isso, a expectativa é que mapeamentos definidos por características naturais de grande escala continuem a ser utilizadas como recorte de análise pelo órgão (regiões naturais, ecorregiões, geossistemas, sistemas naturais, entre outras).

Como órgão responsável pelo Sistema de Contas Econômicas Ambientais do Brasil, especificamente no que se refere a abordagem ecossistêmica, o IBGE já publicou uma primeira edição das Contas de Ecossistema (CONTAS..., 2020) utilizando os Biomas brasileiros como unidade de referência para fins de contabilidade da extensão e de avaliação das mudanças na Cobertura e Uso da Terra entre 2000 e 2018. A abordagem do SEEA-EA, no entanto, propõe uma estrutura de unidades espaciais alinhada com o objetivo de incorporar dados de diferentes escalas e fontes, mantendo um padrão internacional, sem perder a riqueza de informações que alguns países possam apresentar previamente, além de incluir, na mesma concepção de ecossistemas, as feições naturais e antrópicas, de forma a possibilitar a análise da dinâmica de transformação dos ecossistemas de um território.

A seguir, será apresentada a proposta conceitual do SEEA para o mapeamento de Ecossistemas e suas Unidades Espaciais, a fim de introduzir a abordagem metodológica que guiou o presente estudo, baseada em unidades dinâmicas de observação.

As unidades espaciais na contabilidade dos ecossistemas

Os debates mencionados até aqui têm consequências para a compreensão e operacionalização do conceito de ecossistema, tendo em vista sua aplicação prática. A delimitação e interpretação funcional dos ecossistemas têm implicações diretas na sua gestão, com o objetivo de monitorar e garantir a utilização sustentável dos serviços deles derivados.

O delineamento de áreas é fundamental para a contabilidade dos ecossistemas, pois fornece uma ideia ao mesmo tempo abrangente e precisa de sua extensão e dos serviços que eles fornecem em uma determinada porção do espaço geográfico. Contudo, para além da medida de proporção de representação gráfica, é necessário considerar que fenômenos adquirem características particulares a partir de escalas de análise distintas (CASTRO et al., 1995). Ao se observar os componentes dos ecossistemas é possível constatar que o ambiente apresenta expressões espaciais que variam de acordo com detalhamento que se empreende.

Uma característica chave da contabilidade dos ecossistemas é a definição das unidades espaciais a partir da integração de dados referenciados espacialmente, sua distribuição, extensão e condição dentro de uma determinada área e como se alteram ao longo do tempo, e preferencialmente de modo comparável internacionalmente.

As avaliações a partir de aspectos bióticos e abióticos permitem o desenvolvimento de estudos ambientais e a construção de séries estatísticas históricas sobre diferentes ecossistemas, além da institucionalização de recortes espaciais ambientais, como biomas, bacias hidrográficas, regiões naturais. Uma visão integrada da natureza é essencial, pois, focar a gestão dos ecossistemas somente nos impactos da extração de materiais e serviços pode levar à subestimativa de efeitos não-localizados, como, por exemplo, impactos antrópicos no raio de dispersão das espécies através da criação de barreiras e fragmentação da paisagem. Além disso, pensar os múltiplos serviços dos ecossistemas também é necessário, uma vez que uma visão parcial pode orientar ações que favorecem um determinado serviço em detrimento de outros. Um exemplo disso pode ser observado nas discussões sobre a gestão de ecossistemas não florestais (Veldman et al., 2015; Bastin et al., 2019), e as consequências de um manejo direcionado unicamente para o serviço de estoque de carbono que pode levar a perdas de biodiversidade.

A Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (UNSD) vem há alguns anos debatendo sobre uma tipologia mundial de referência para os ecossistemas. O delineamento de áreas para fins de contabilidade foi especificamente tratado pelo *System of Environmental Economic Accounting-Experimental Ecosystem Accounting* (UNITED NATIONS, 2014), seguida pela *Technical Recommendations in Support of the System of Environmental-Economic Accounting 2012* (UNITED NATIONS, 2017), e recentemente consolidado com a divulgação do *System of Environmental Economic Accounting-Ecosystem Accounting: Final Draft* (UNITED NATIONS, 2021). O SEEA adota a definição de ecossistema da CDB, e suas complexidades são reconhecidas (Parágrafos 2.1 a 2.6

do SEEA-EEA 2012). No manual aprovado em 2021 (SEEA-EA, 2021) são detalhadas diferentes perspectivas para sua mensuração (parágrafos 2.7 a 2.11, SEEA-EA 2021).

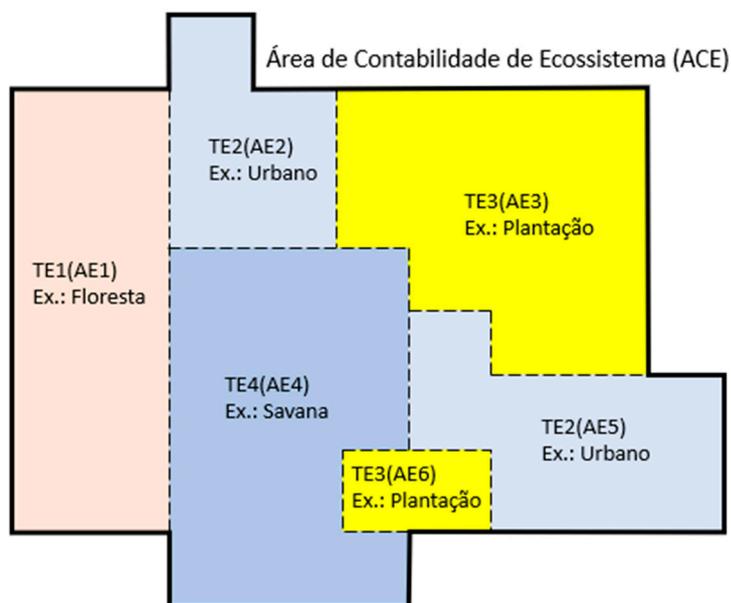
Além da definição da CDB, alinhada com a concepção de sistemas dinâmicos cujo aspecto funcional é o critério que delinea suas unidades, a divisão entre unidades espaciais tem ainda a intenção de traçar um paralelo entre as Contas de Ecossistemas e a linguagem da contabilidade, com vistas a criar sistemas que facilitem a mensuração quantitativa. Sua proposta visa a complementariedade com a contabilidade econômica ambiental do SCEA - Marco Central (SCEA, 2014), que permite a compilação e apresentação de dados das contas físicas e monetárias dos ecossistemas de forma referenciada espacialmente, considerando também a organização na estrutura contábil proposta. Dessa forma, segundo o SEEA-EA (2021), os resultados estatísticos da contabilidade do ecossistema são apresentados na forma de tabela, onde os dados são agrupados de acordo com os Tipos de Ecossistema, e na forma de mapas, onde são agregadas as informações sobre a distribuição e localização dos mesmos. Assim, são implementados padrões de tabelas e termos de modelos contábeis para a avaliação das informações sobre os ecossistemas - por exemplo, utilizam-se, em analogia, termos como “ativos”, “áreas de contabilidade”, “estoques” e “saldos”.

É a partir dessa reflexão que são apresentados conceitos espaciais balizadores para a contabilidade dos ecossistemas: Área de Contabilidade do Ecossistema – ACE (*Ecosystem Accounting Area* – EAA, na sigla em inglês); Tipos de Ecossistemas – TE (*Ecosystem Type* – ET, na sigla em inglês); Ativos do Ecossistema – AE (*Ecosystem Asset* – EA, na sigla em inglês); e Unidade Espacial Básica - UEB (*Basic Spatial Unit* – BSU, na sigla em inglês).

A Figura 1 traz a representação espacial das unidades propostas pelo SEEA-EA e suas relações, e o Quadro 1 apresenta a compilação tabular das áreas desta mesma representação. A Área de Contabilidade do Ecossistema (ACE) consiste no contorno externo, onde estão contidas todas as unidades de ecossistemas. Os Tipos de Ecossistemas (TE) são representados pelas unidades com cores em comum (notar que o exemplo engloba tanto Tipos naturais quanto antrópicos), somando quatro TEs na ACE em questão. Os Ativos de Ecossistema (AE) são cada unidade individual contígua de diferentes Tipos de Ecossistema, representadas por um número entre parêntese, somando um total de seis AEs na ACE em questão.

Na estrutura proposta, os Tipos de Ecossistemas são a unidade de agregação cujas extensões serão contabilizadas a partir da avaliação de suas mudanças em uma periodicidade constante. Tais medidas permitem padrões de referência para as Contas de Extensão e de Condição e para a compilação de serviços ambientais, conforme aponta o modelo do Quadro 1.

Figura 1: Relações entre unidades espaciais na contabilidade do ecossistema



Nota: Ativos de ecossistema (AEs) representam ecossistemas individuais contíguos. TE: Tipo de Ecossistema

Fonte: UNITED NATIONS, 2021. Adaptado

Quadro 1: Apresentação tabular das unidades espaciais

Unidade espacial	Tamanho*
Tipo de ecossistema # 1 (AE1)	12
Tipo de ecossistema # 2 (AE2 e AE5)	13
Tipo de ecossistema # 3 (AE3 e AE6)	15
Tipo de ecossistema # 4 (AE4)	14
Área de Contabilidade do Ecossistema (ACE)	54

Nota: * Qualquer unidade de medida para área pode ser usada, incluindo por exemplo hectares e quilômetros quadrados.

Fonte: UNITED NATIONS, 2021. Adaptado

Seguindo as definições do manual do SEEA-EA (2021):

A Unidade Espacial Básica - UEB é uma construção geométrica que representa a unidade mínima de mapeamento e agregação de dados. “O objetivo das UEBs é fornecer uma estrutura de dados de nível fino dentro da qual os dados sobre uma gama de características podem ser incorporados” (op. cit., p. 56, tradução nossa). Um exemplo

de UEB é uma célula vetorial de grade, mas outras formas de UEB, por exemplo, um polígono, ou um pixel, podem ser usadas.

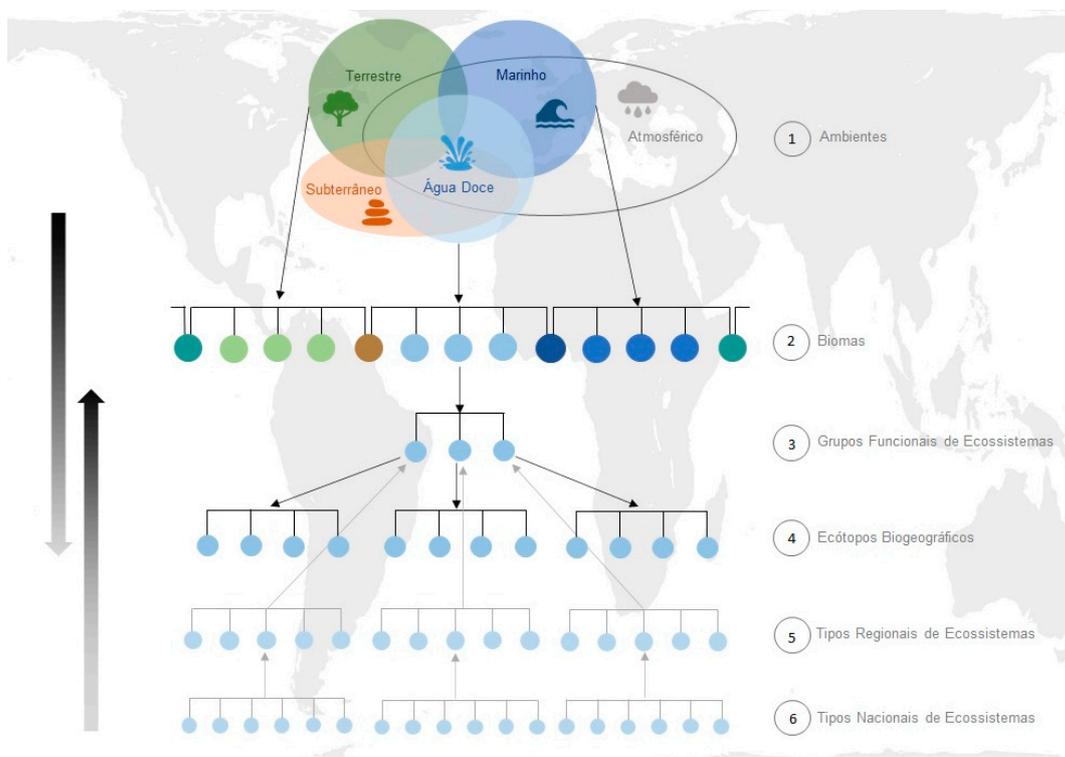
A Área de Contabilidade do Ecossistema - ACE “é o território geográfico para o qual uma conta do ecossistema é compilada.” (op. cit., p. 47, tradução nossa). Os resultados tabulares das contas serão sempre compilados em uma ACE, que terá uma delimitação relativamente estática e referendada institucionalmente. Como se trata de um recorte territorial, a escolha da ACE pode mudar de acordo com diferentes objetivos de análise e de planejamento, podendo ser áreas administrativas como o país ou unidade da federação, áreas ambientais delimitadas como biomas, regiões naturais, geossistemas, ecorregiões, bacias hidrográficas, ou áreas de delimitação especial, como Unidades de Conservação ou Terras Indígenas, dentre outras.

Os Tipos de Ecossistemas - TE “refletem um conjunto distinto de componentes abióticos e bióticos e suas interações” (op. cit., p. 44, tradução nossa). Já os Ativos do Ecossistema - AE “são espaços contíguos de um tipo específico de ecossistema caracterizado por um conjunto distinto de componentes bióticos e abióticos e suas interações” (op. cit., p. 43, tradução nossa). É possível observar que a diferença conceitual com relação aos TE encontra-se no termo “espaços contíguos”, ou seja, idealmente, os AEs são cada unidade individual de algum TE, separável no mapa por sua contiguidade.

É importante notar aqui a aproximação da definição dos Tipos e dos Ativos de Ecossistemas com a própria definição de ecossistemas da CDB. Em princípio, existem várias possibilidades de se gerar uma tipologia de ecossistema. Pode-se, como no exemplo da Figura 1, agregar diferenciações ecológicas mais amplas, como “florestas”, “áreas úmidas” ou “áreas agrícolas”, segundo a capacidade de mapeamento de um país. No entanto, no esforço de buscar uma estrutura internacional, a orientação do SEEA-EA (2021) é a de elaborar as contas segundo esquemas de classificação de ecossistemas nacionais, caso haja, mas que posteriormente estes sejam convertidos, através das correspondências conceituais, à uma classificação de referência internacional para garantir a comparabilidade entre diversos países. Para garantir este padrão, foi escolhida a classificação de referência da TGE-IUCN, conforme apontado anteriormente.

A Tipologia Global de Ecossistemas, proposta pela IUCN (KEITH et al., 2021), é um sistema de classificação hierárquico em seis níveis, dos quais os três níveis superiores se organizam segundo a função dos ecossistemas e possuem uma hierarquia de cima para baixo (*top-down*) e os três níveis inferiores se organizam segundo a distribuição de comunidades vivas e composição de espécies, a partir de uma ordenação de baixo para cima (*bottom-up*), conforme ilustra a Figura 2. Dessa forma, a classificação busca conciliar abordagens que consideram os ecossistemas a partir da funcionalidade, como também com aquelas que os consideram a partir de sua composição. Atente-se ainda para a opção da IUCN, que, ao considerar as funcionalidades definidas na análise dos ecossistemas, incorporou a essa classificação as áreas antropizadas, áreas que apresentam manipulações associadas ao uso da terra e funções ecossistêmicas específicas.

Figura 2 – Estrutura Hierárquica da Tipologia Global de Ecossistemas – IUCN



Fonte: KEITH *et. al.*, 2021.

Os níveis inferiores, por partirem de uma avaliação de baixo para cima, são desenvolvidos a partir de metodologias e agrupamentos de dados locais, e depois conciliados com as classificações globais. Neste sentido, a tipologia proposta pela IUCN se atém à descrição e proposição dos níveis da hierarquia superior, quais sejam: os Ambientes Globais, o Biomias Funcionais⁷ e os Grupos Funcionais de Ecossistemas. No topo, são delineados cinco Ambientes Globais: Atmosférico, Terrestre, Marinho, Subterrâneo e de Água doce. Pertencentes a estes ambientes, e a suas interseções, estão distribuídos 25 Biomias Funcionais, que se subdividem em 108 Grupos Funcionais de Ecossistemas. Na presente publicação, o nível eleito para se buscar a equivalência foi o de Grupos Funcionais de Ecossistemas (GFE), terceiro nível hierárquico da TGE-IUCN, conforme sugerido no SEEA-EA (UNITED NATIONS, 2021), por ser o nível de agregação que permite a comunicação direta com as classificações locais e com as abordagens dos níveis inferiores, caso haja. Fica então explícito que o esforço de comparação e padronização deve passar por debates que contemplem os mapeamentos e conceitos já

7 Como a classificação de biomias proposta na publicação possui uma abordagem metodológica diferente da classificação de biomias do IBGE, optou-se por traduzir este nível como “bioma funcional”, para evitar a confusão entre as duas abordagens.

existentes, de forma a aprimorar a adequação da classificação internacional à realidade brasileira, esforço para o qual o presente texto representa um primeiro passo.

Existe, no documento do SEEA-EA (2021), a intenção de que os AEs sejam a unidade particular de análise de toda a metodologia proposta, trazendo a compilação do máximo de dados ecológicos que se consiga sobre uma área. A possibilidade de avaliação mais individualizada de um ecossistema se realizaria neste nível, o que demandaria um aprofundamento nos debates sobre padronização de diferentes bases de dados ambientais e compatibilização com escalas de análise para ser implementado. Este não é o escopo da presente publicação e requer estudos específicos para seu desenvolvimento.

Para esse estudo, foram considerados apenas os GFE em suas possibilidades de representarem Tipos de Ecossistemas de Ambientes Terrestres, e algumas de suas interseções com os Marinhos e os de Água Doce. Em uma etapa futura, existe a necessidade de estender esta análise para um debate que envolva também os ecossistemas Marinhos e de Água Doce, contudo, ainda é necessária uma consolidação de bases de dados nacionais que permita realizar esse avanço.

Metodologia

A correspondência (*crosswalk*) entre as legendas de Vegetação e de Cobertura e Uso da Terra do IBGE e os GFE da IUCN

O procedimento metodológico adotado neste trabalho seguiu as orientações de Bogaart e Schenau (2020), e foi apresentado no evento: *Virtual Expert Forum on SEEA Experimental Ecosystem Accounting 2020* em junho de 2020⁸. O procedimento consiste em:

- Escolher e organizar a classificação nacional a ser comparada com os GFE propostos pela IUCN. Para este propósito, a comparação foi realizada com os dados de vegetação e cobertura e uso da terra do IBGE, agregados, conforme mencionado em sessão anterior deste texto. Foram escolhidos estes dois mapeamentos por terem temas com maior adesão às descrições das classes da IUCN de forma mais explícita e por ser importante testar a eficácia do método antes de agregar dados de outros mapeamentos. Construir uma tabela segundo o modelo contingency table, de Bogaart e Schenau, 2020, no qual a classificação nacional é colocada na primeira coluna e a classificação da TGE-IUCN, no nível de Grupo Funcional de Ecossistema, é colocada na primeira linha. No Anexo 1, é possível visualizar a tabela de comparação simplificada (contendo apenas as classes com alguma compatibilidade com os mapeamentos brasileiros).
- Atribuir a cada classe nacional uma ou mais equivalências com as classes dos Grupos Funcionais de Ecossistemas da IUCN, considerando que:
 - No caso de um tipo de GFE corresponder plenamente à classe nacional, atribuir o valor de 1 (equivalência total, ou um para um);
 - No caso de vários tipos de GFE trazerem características da classe nacional, sem corresponder totalmente, dividir as frações de acordo com as maiores ou menores correspondências, por exemplo, uma classe nacional pode ter correspondência de 0,7 com um GFE e 0,3 com outro. Os pesos foram dados segundo maior ou menor aproximação das descrições das classes nacionais com as classes da IUCN. Caso haja dentro de uma classe nacional descrições que sejam abrangentes e apresentem semelhanças com mais de um grupo da IUCN, os pesos seguiram uma estimativa da distribuição espacial destes grupos no território brasileiro (equivalência parcial, ou um para muitos);
 - As classes nacionais que não têm correspondência com as classes GFE não foram incluídas na tabela, sendo tratadas em separado como classes sem equivalência.
- Espacializar os Grupos Funcionais de Ecossistemas a partir de suas correspondências da tabela. Como as correspondências se relacionam a dois

.....
8 <https://seea.un.org/events/virtual-expert-forum-seea-experimental-ecosystem-accounting-2020>

insumos (Cobertura e Uso da Terra e Vegetação), foi necessário modelar uma sequência de correspondências, da seguinte forma:

- 1º São classificadas as classes de Cobertura e Uso da Terra segundo suas correspondências (total, parcial ou sem equivalência) com os respectivos GFE;
- 2º As classes que forem consideradas de Vegetação Florestal ou Vegetação Campestre no mapeamento de Cobertura e Uso da Terra passam a ser classificadas segundo as classes do mapeamento de Vegetação e suas correspondências com os respectivos GFE.
- Computar e agrupar estatísticas sobre a proporção de cada um dos tipos de equivalência para o território brasileiro e para cada um dos Biomas terrestres brasileiros (BIOMAS... 2019).

Os insumos cartográficos

Mapeamento de Vegetação

O Mapeamento da Vegetação do Brasil (2018) é oriundo da atividade de Mapeamento de Recursos Naturais do IBGE, cuja classificação considera as subformações e as formações da vegetação natural, as Regiões Fitoecológicas e outras áreas (Formações Pioneiras, Contatos entre tipos de vegetação, refúgios vegetacionais, áreas naturais sem vegetação e áreas antrópicas). A classificação é expressa por legendas, representadas através da combinação de siglas e sinais gráficos. Cada unidade mapeada pode conter até três siglas correspondentes aos tipos de cobertura vegetal e outras áreas. A ordem em que as siglas são representadas na legenda é uma indicação de sua proporção de ocorrência na paisagem.

Os métodos do mapeamento foram adaptados, conforme a disponibilidade de insumos e recursos utilizados em cada etapa de trabalho. Com o avanço científico e tecnológico sobre o conhecimento dos tipos de vegetação do Brasil, a classificação foi sendo reavaliada, com a inclusão e simplificação de classes de cobertura da terra.

O tema foi produzido em escala 1:250 000, a partir da incorporação ao IBGE do acervo técnico-científico e da equipe de profissionais dos projetos RADAM e RADAMBRASIL, executados pelo governo brasileiro nas décadas de 1970 e 1980. A partir de 1997, a unidade gestora do projeto de implantação do Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), iniciou a publicação das informações existentes para a Amazônia Legal.

A partir de 2004 a atividade foi desenvolvida para o restante do país, por meio de diversos projetos internos do IBGE, sendo finalizado em 2017 com a cobertura do mapeamento sistemático abrangendo todo território nacional, conforme a classificação da vegetação brasileira (MANUAL TÉCNICO..., 2012). A Base Contínua de Vegetação do Brasil, parte integrante do Banco de Dados e Informações Ambientais, está disponível na

plataforma BDIA⁹.Nela, podem também ser acessadas as descrições das etapas metodológicas da construção do mapeamento de forma breve, assim como um dicionário de conceitos das classes mapeadas.

Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra

Os dados de cobertura e uso da terra utilizados neste estudo são provenientes do produto de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil, elaborado pelo IBGE e que cobre uma série histórica que vai de 2000 a 2018.

O objetivo do Monitoramento é espacializar e contabilizar a mudança na cobertura e uso da terra no território brasileiro, bem como suas variações, a cada dois anos. A unidade espacial básica é uma célula de 1km² da Grade Estatística do IBGE (GRADE..., 2016). O material produzido é resultado da interpretação das imagens dos satélites LANDSAT e, para dirimir dúvidas específicas, consulta-se a imagens SENTINEL, além de informações complementares e levantamentos de campo em todo o país (MONITORAMENTO..., 2020).

De maneira sintética, o Monitoramento segue as seguintes etapas metodológicas: inicialmente, imagens orbitais OLI/Landsat-8 disponíveis para recobrimento do Território Nacional são adquiridas e processadas; em seguida, cada célula da grade onde houve mudança é associada a uma das classes de cobertura e uso da terra pré-definidas, a partir da interpretação das imagens com o auxílio de insumos complementares, como a Base Cartográfica Contínua na escala 1:250 000 - BC250 (BASE..., 2017), e o Mapa de Vegetação do IBGE (MAPEAMENTO..., 2018).

Atualmente, no trabalho de mapeamento, são utilizadas as seguintes classes de cobertura e uso da terra: 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, e área descoberta¹⁰.

A geração da grade com os temas integrados

Criação da Legenda de Vegetação Unificada

O dado de vegetação possui uma legenda complexa, pois, como já mencionado, considera formações e subformações da vegetação natural, áreas de contato entre tipos de vegetação, refúgios vegetacionais, áreas naturais sem vegetação e áreas antrópicas. As combinações de legendas e siglas geram uma tabela de atributos referentes a cada

.....
9 <https://bdiaweb.ibge.gov.br/>

10 Todo o material divulgado pelo projeto de Monitoramento está disponível na Plataforma Geográfica Interativa (https://www.ibge.gov.br/apps/monitoramento_cobertura_uso_terra/v1/) e no Portal de Geociências do IBGE (<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra.html>).

nível da classificação. Para esta publicação, 7 campos de atributos foram selecionados para compor uma legenda que pudesse ser cruzada com as caracterizações da IUCN, conforme se pode observar no Quadro 2.

Quadro 2: Principais campos de atributos do mapeamento de vegetação.

Nome	Descrição
LEG_CARGA	Legenda de Carga no BDIA
CD_FITO	Código relacionado ao campo Região Fitoecológica
LEG_UVEG	Vegetação / área natural do principal componente
LEG_UANTR	Antropismo do principal componente
LEG_CONTAT	Área natural de tensão (contato)
VEG_PRETET	Vegetação teoricamente existente antes da área ser antropizada (Vegetação pretérita)
LEG_SUP	Tipo de cobertura vegetal

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

A generalização da legenda que foi realizada para este estudo seguiu o princípio de que

Até [escalas cartográficas de] 250 000, utiliza-se legenda [do mapeamento de vegetação] com um, dois e até três componentes, como, por exemplo: Sd; Vss + Dse; Sas + Sps + Sgs. Para escalas mais generalizadas, 1:1 000 000 ou menores, haverá a necessidade de se fazerem agregações e reduções, e, neste modo, o mesmo ambiente será representado somente pela fisionomia dominante, como, por exemplo: Vss; Sas. (MANUAL TÉCNICO..., 2012, p. 239)

Além de representar diversos níveis taxonômicos em um mesmo mapeamento (Figura 3), a disposição do preenchimento ou não-preenchimento dos respectivos campos (Quadro 3) depende do tipo de cobertura predominante em determinado polígono (Vegetação Natural, Contatos, Área Antrópica etc.), impossibilitando algumas análises que demandam que informações relativas exclusivamente às informações de vegetação natural estejam concentradas em um único campo.

Quadro 3: Exemplo de padrão de preenchimento dos atributos de vegetação.

LEG_CARGA	CD_FITO	LEG_UVEG	LEG_UANTR	LEG_CONTAT	VEG_PRETET	LEG_SUP
Dse	D	Dse				Veget. Natural Dominante
LOc/Dse+Ld	LO	Dse		LO		Veget. Nat. Dom. em Tensão Eco.
Vss.D	D		Vss		D	Área Antrópica Dominante
LOc/AP+Ds+Ls	LO		Ap	LO	LO	Área Ant. Dom. em Tensão Eco.
Magua	Magua					Massa D'água

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

A tabela de tipologia natural (MANUAL TECNICO...,2012) extraída do Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA) do IBGE, armazena todos os símbolos e nomes das legendas de vegetação e áreas naturais em todos os níveis de detalhamento de legenda, conforme se pode observar no Quadro 5.

Quadro 5: Diferentes níveis de tipologia natural da vegetação incorporados ao campo de Legenda da Vegetação Unificada

Símbolo da Legenda	Nome da Legenda
Magua	Massa D'água
Ar	Afloramento Rochoso
Dn	Dunas
A	Floresta Ombrófila Aberta
Am	Floresta Ombrófila Aberta Montana
Amc	Floresta Ombrófila Aberta Montana com cipós
Amp	Floresta Ombrófila Aberta Montana com palmeiras
LO	Contato Campinarana/Floresta Ombrófila
LOt	Contato Campinarana/Floresta Ombrófila - Ecótono
LOc	Contato Campinarana/Floresta Ombrófila - Enclave
...	...

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

A depender da composição do polígono, não é possível chegar a níveis de formação mais detalhados de tipologia natural, como as fitofisionomias. Por exemplo, em uma área onde a área antrópica consta como dominante na legenda, há apenas uma tipologia da vegetação pretérita relacionada à Região Fitoecológica, como por exemplo “A - Floresta Ombrófila Aberta”. Para associar os níveis de tipologia natural consolidados às feições geográficas do dado de vegetação, foi realizada uma junção de tabelas, com correspondência entre os campos de tipologia natural e o campo de legenda de vegetação unificada (LVU), resultando na atribuição de tipologia natural em níveis de detalhamento diferentes para todas as feições de vegetação do dado geoespacial.

Vale observar que existem feições que, no mapeamento de vegetação, foram consideradas áreas predominantemente antrópicas e, no mapeamento de cobertura e uso da terra, foram identificadas como áreas naturais. Isto ocorre devido às diferenças nas datas e metodologias de mapeamento. Neste estudo, são estes os casos em que aparecem as legendas de predominância da Vegetação Pretérita. Como a compatibilização tabular (*crosswalk*) foi feita observando os níveis mais detalhados da Fitofisionomias, no mapa, onde esse dado não é acessível, foi feita uma avaliação se a classe geral de Região Fitoecológica tem uma correlação total ou parcial com seus EFGs correspondentes por agrupamento. Por exemplo, todas as feições pertencentes às Florestas Estacionais (F ou C) têm correlação total com um mesmo GFE, já as feições de Florestas Ombrófilas Densas (D), ficam com uma correlação parcial dentro de um mesmo Bioma Funcional de Florestas, pois seria necessário um detalhamento para diferenciar seu GFE.

Grade Estatística: integração dos dados de Cobertura e Uso da Terra e Vegetação

Os dados de vegetação, originalmente produzidos em polígonos (MAPEAMENTO..., 2018), foram agregados à grade estatística com o propósito de facilitar sua integração com os dados do Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra 2018 (MONITORAMENTO..., 2020). A proposta de utilização de grades estatísticas no mapeamento e análise de dados tem como objetivo principal prover uma estrutura de referência para integrar e harmonizar diversos conjuntos de dados geoespaciais do território, potencializando, entre outras coisas, a produção de novas informações a partir da combinação de dados já existentes.

Por sua grande extensão territorial, e buscando-se uma equivalência de área em toda a sua extensão, a grade estatística definida para o Brasil adota a Projeção Cônica Equivalente de Albers. Ela cobre a totalidade do território brasileiro com mais de 8,7 milhões de células de 1km² identificadas com geocódigos únicos.

Assim, a grade estatística apresenta-se como base para a agregação, integração e comparação de dados geoespaciais e estatísticos de uma forma rápida, simples e eficiente. Sua utilização potencializa as análises de um conjunto de dados com diferentes unidades de representação ou recortes geográficos. Outra importante vantagem da grade é a sua estabilidade no espaço e no tempo, pois cada célula é uma unidade espacial básica única, não estando sujeita a modificações, seja na alteração de limites administrativos ou na criação de novas unidades territoriais, o que possibilita a garantia de comparabilidade das informações ao longo das fases de mapeamento.

Quando, contudo, um polígono é agregado à grade, ele perde a sua forma original e passa a ter como forma a própria célula da grade, alterando a sua área. Como referência na transformação das áreas de polígonos em grade, partiu-se do descrito na publicação de Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra (MONITORAMENTO..., 2017), na qual é possível observar que a diferença relativa entre as áreas oficiais das Unidades da Federação em polígonos e a áreas das Unidades da Federação em Grade não passaram de 0,05%.

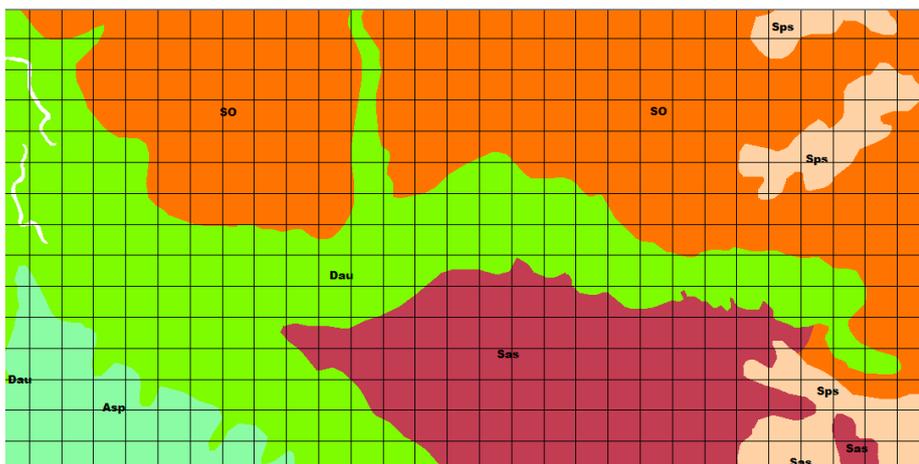
Verificou-se, ainda, um total de 5 742 células de 1km² (aproximadamente 0,06% do território nacional) nas áreas de fronteira, que não foram classificadas pois apresentam um deslocamento espacial temático entre o dado de vegetação e o de cobertura e uso da terra.

A agregação dos dados de vegetação ocorreu de acordo com os seguintes procedimentos:

- União da base de dados da vegetação à Grade Estatística e dissolução das feições por unidade da grade (Figura 4).
- Geração de estatísticas das feições com a maior área por unidade da grade e seleção das feições de maiores áreas (Figura 5).
- Incorporação das feições selecionadas à Grade Estatística Original (Figura 6).

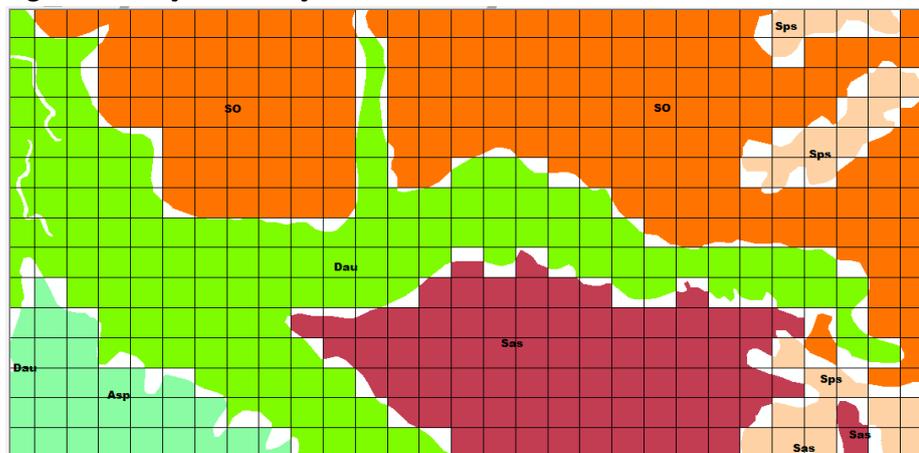
Após a agregação dos dados geospaciais de vegetação à grade, foi feita a junção dos dados do Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra 2018 (MONITORAMENTO..., 2020) com os dados de vegetação em grade através dos identificadores únicos de cada célula, sendo assim concluída essa etapa.

Figura 4: União da Grade Estatística com a Vegetação



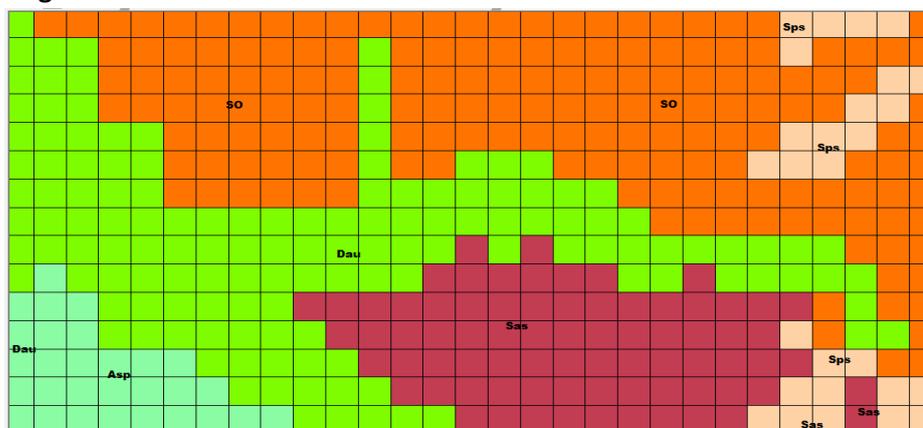
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Figura 5: Seleção das feições com maior área dentro da Grade



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Figura 6: Agregação das informações das feições selecionadas à Grade Estatística original



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Resultados

Estatísticas e espacialização da compatibilidade

Uma vez espacializados os Grupos Funcionais de Ecossistemas segundo suas compatibilidades, é possível apontar suas respectivas áreas estimadas (pelo somatório de células de 1km²), bem como sua distribuição no território, evidenciando elementos importantes para a discussão acerca da compatibilidade da proposta metodológica da IUCN com os mapeamentos de Vegetação e Cobertura e Uso da Terra do Brasil realizados pelo IBGE.

É importante ressaltar que as áreas aqui expostas não devem ser consideradas oficiais, pois ainda se faz necessário um cálculo da margem de erro advinda da conversão dos polígonos do Mapa de Vegetação para a Grade Estatística. Ressalte-se ainda que foi adotada para esta comparação uma generalização na apresentação das classes de vegetação, considerando-se essencialmente o definido pela primeira classe da legenda de vegetação (MANUAL TÉCNICO..., 2012).

A Tabela 1 apresenta todas as classes geradas no *crosswalk* e suas respectivas áreas. Pode-se concluir que, a partir da correspondência com dados de Cobertura e Uso da Terra e Vegetação, é possível identificar no Brasil áreas de equivalência completa (um para um) com 15 Grupos Funcionais de Ecossistemas (GFE) propostos pela IUCN, inseridos em 8 Biomas Funcionais. Destes, 5 Biomas Funcionais são pertencentes a Ambientes Terrestres (T), com 10 GFE, um pertence à interseção entre Ambientes Terrestres e de Água Doce¹¹ (TF), com 2 GFE; um pertence à interseção entre Ambientes Marinhos e Terrestres (MT), com 1 GFE e um pertence à interseção entre os três ambientes – Marinho, Terrestre e de Água Doce (MFT), com 2 GFE¹².

A classe de Corpo d'Água Continental do mapeamento de Cobertura e Uso da Terra recebeu equivalência parcial, pois no mapeamento de Cobertura e Uso do IBGE não há a diferenciação entre corpos d'água naturais e artificiais, nem tipificações mais detalhadas dos mesmos. No entanto, é importante reforçar que a presente compatibilização é focada nos Ambientes Terrestres e suas interseções, devendo os Ambientes de Água Doce e Marinhos ser tratados em metodologias futuras.

As classes que apresentaram uma equivalência parcial (um para muitos), foram separadas em dois grupos. No primeiro - Equivalência Parcial Dentro de um Bioma Funcional - estão aquelas se dividem em correlações com Grupos Funcionais diferenciados pertencentes a um mesmo Bioma Funcional, como é o caso de algumas áreas de Florestas Tropicais e Subtropicais (T1), Savanas e Vegetações Herbáceas (T4), Sistemas de Uso Intensivo da Terra (T7) e Áreas Úmidas Palustres (TF1). O segundo

.....
¹¹ O Ambiente em questão engloba também ecossistemas com águas salobras e salinas, no entanto, optou-se por manter a tradução mais próxima do original (Freshwater), pois outras traduções também poderiam trazer imprecisões quanto ao seu escopo.

¹² As siglas referentes aos Ambientes e suas interseções, aos Biomas Funcionais e aos Grupos Funcionais de Ecossistemas foram mantidas segundo seus títulos em inglês (*Terrestrial* – T; *Freshwater* – F e *Marine* – M) para facilitar a consulta ao documento original, com relação às classes e suas descrições.

grupo - Equivalência Parcial Transversal aos Biomas Funcionais - traz as classes apresentam características comuns a Grupos Funcionais pertencentes a diferentes agrupamentos de Biomas Funcionais, tendo também uma equivalência parcial (um para muitos) mais dispersa pelo território brasileiro e menos vinculada às regionalizações já vigentes no país.

Por último, há aquelas classes que não apresentaram equivalência com nenhum GFE proposto na publicação da versão 2 da IUCN, quais sejam: os Mosaicos de Ocupação, da classificação de Cobertura e Uso da Terra, e os Ecótonos, da classificação do Mapa de Vegetação.

Tabela 1 - Áreas (em km²) por equivalência com os Grupos Funcionais de Ecossistema da IUCN

Bioma Funcional		Grupo Funcional de Ecossistema		Área (km ²)
Código	Nome	Código	Nome	
T1	Florestas Tropicais e Subtropicais	T1.1	Florestas de Terras Baixas Tropicais/Subtropicais	2 287 811
		T1.2	Florestas e Matas Secas Tropicais/Subtropicais	187 444
		T1.3	Florestas Ombrófilas Montanas Tropicais/Subtropicais	55 577
		T1.4	Florestas Tropicais de Campinarana	63 521
		T1.P	Equivalência Parcial Dentro de T1	78 677
Total T1				2 673 030
T2	Florestas e Bosques Temperados	T2.4	Florestas em Clima Temperado-Quente	20 843
		Total T2		
T4	Savanas e Vegetações Herbáceas	T4.2	Savanas Píricas	339 533
		T4.5	Campos Temperados Subúmidos	11 000
		T4.P	Equivalência Parcial Dentro de T4	65 799
Total T4				416 332
T7	Uso Intensivo da Terra	T7.2	Pastagens e Campos Cultivados	1 125 194
		T7.3	Cultivos Perenes e Silvicultura	85 951
		T7.4	Ecossistemas Urbanos e Industriais	38 294
		T7.P	Equivalência Parcial Dentro de T7	664 784
Total T7				1 914 223
TF1	Áreas Úmidas Palustres	TF1.1	Florestas Tropicais Alagadas e Florestas de Turfeiras	280 339
		TF1.4	Pântanos Sazonais de Planícies de Inundação	13 683
		TF1.P	Equivalência Parcial Dentro de TF1	76 759
Total TF1				370 781
MT2	Sistemas Costeiros Supralitorâneos	MT2.1	Vegetação Herbácea e Arbustiva Costeira	4 253
		Total MT2		
MFT1	Sistemas Salobros Litorâneos	MFT1.2	Vegetações Florestais e Arbustivas de Zonas Entremarés	14 660
		MFT1.3	Brejos e Campos Salinos Costeiros	3 136
Total MFT1				17 796
Equivalência Parcial (um para muitos)	PARTIAL	Equivalência Parcial Transversal aos Biomas Funcionais		902 746
		WATER	Água (um para muitos)	349 828
		Total Equivalência Parcial		
Sem Equivalência	MOSAIC	Mosaico de Cobertura e Uso		1 087 319
		ECTN	Ecótonos	989 673
		NO MATCH	Diferença temática	5 742
Total Sem Equivalência				2 082 734

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Agrupando-se essas classes por suas equivalências, é possível notar, conforme demonstra a Tabela 2, que 51,8% do mapeamento teve correspondência completa com algum Grupo Funcional de Ecossistema proposto pela IUCN. Trata-se de uma boa perspectiva para aplicação futura da metodologia para delinear Tipos de Ecossistemas. No entanto, as estatísticas apontam também que é necessário pensar soluções para as particularidades das feições que possuem equivalência parcial (somando 24,4% do território), sobretudo aquelas que ultrapassam os agrupamentos dos Biomas Funcionais (10,3% do território), seja propondo alterações nas descrições da IUCN, seja utilizando outros insumos dos mapeamentos do IBGE para aprofundar a descrição dos ecossistemas. Além disso, as classes sem equivalência representam 23,8% do território nacional e deverão ter um tratamento específico, possivelmente sendo considerados como Tipos de Ecossistemas à parte. Na sessão a seguir, serão discutidas mais detalhadamente essas situações encontradas.

Tabela 2 - Estatísticas de compatibilidade entre as Classificações de Vegetação e Cobertura e Uso da Terra do IBGE e os Grupos Funcionais de Ecossistemas da IUCN

Compatibilidade	Área (km²)	Proporção
Equivalência completa (um para um)	4 531 239	51,8%
Equivalência parcial dentro de um bioma funcional (um para muitos)	886 019	10,1%
Equivalência parcial transversal aos biomas funcionais (um para muitos)	902 746	10,3%
Água (equivalência parcial)	349 828	4,0%
Sem equivalência (Ecótonos)	989 673	11,3%
Sem equivalência (Mosaicos)	1 087 319	12,4%
Sem equivalência (Diferença temática)	5 742	< 0,1%
Área Total	8 752 566	100,0%

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

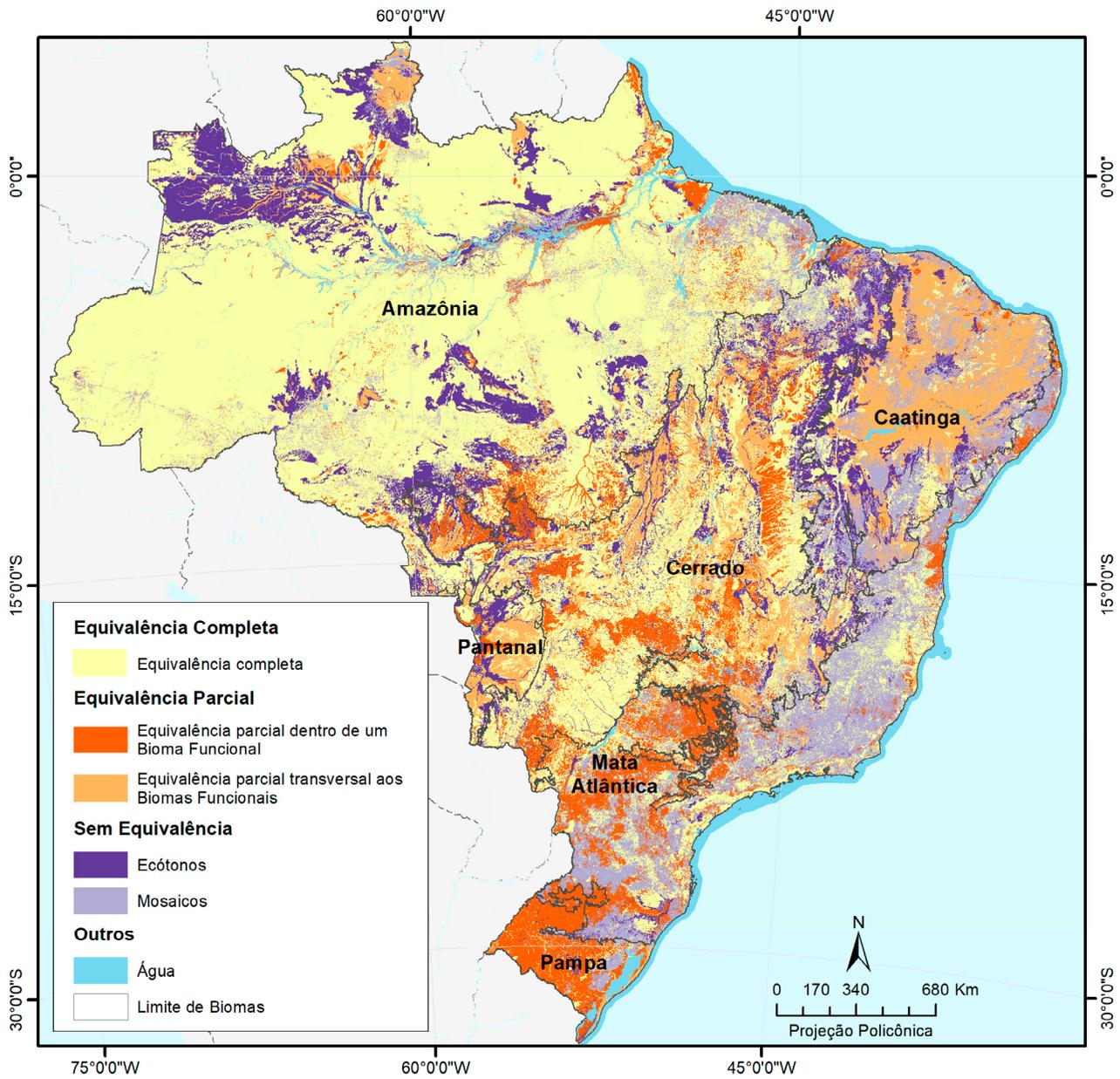
Distribuição dos Grupos Funcionais de Ecossistemas

A distribuição das compatibilidades encontrada neste estudo, expressa no Mapa 1, traz pontos interessantes para discussão. Ao sobrepô-la ao mapeamento de Biomas do Brasil (BIOMAS..., 2019), observa-se que: (i) os Biomas Amazônia e Cerrado possuem proporções maiores de áreas com equivalência completa do que os demais biomas (ver

Gráfico 1), o que está relacionado às equivalências completas com grandes áreas de Florestas Tropicais (T1), na Amazônia e das Savanas Píricas (T4.2), no Cerrado; (ii) a Caatinga e o Pantanal têm predomínio de classes com equivalências parciais transversais aos biomas funcionais da IUCN, por se tratar de paisagens peculiares, com a presença de fitofisionomias de Savana-Estépica nos dois Biomas e das particularidades da Área Úmida, no caso das Savanas do Pantanal, é esperado que tenham maior dificuldade de enquadramento em uma classificação global; (iii) o Pampa, por sua vez, possui predomínio de classes com equivalência parcial dentro de um mesmo bioma funcional, relacionadas a diferenças nas descrições das fitofisionomias de Estepes e sua comparabilidade com diferentes tipos de Savanas e Vegetações Herbáceas (T4); iv) a Mata Atlântica tem a maior quantidade de classes sem equivalência, devido à grande presença de áreas de Mosaico de Ocupações.

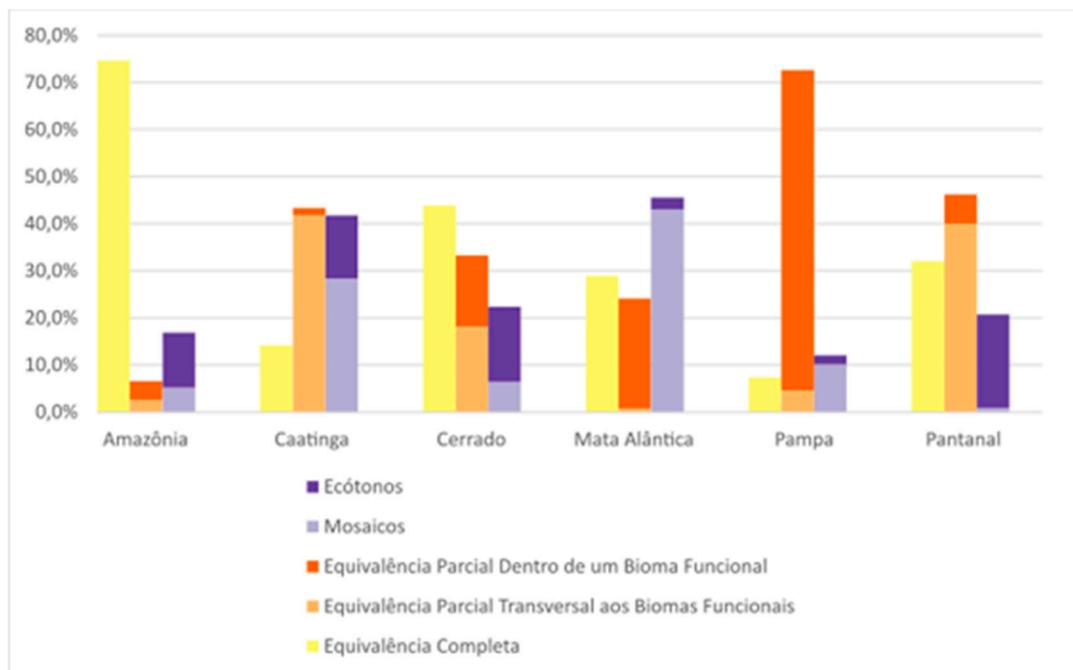
É possível identificar uma distribuição marcadamente zonal dos Grupos Funcionais de Ecossistemas, e com isso evidenciar a relação espacial destes com grandes unidades naturais identificadas em nosso território. Acredita-se que essa relação se ampliará quando da inclusão de outros insumos na análise do GFE, assim como a partir do detalhamento de regionalizações naturais no País.

Mapa1: Equivalência entre as Classificações Nacionais e Tipologias IUCN



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Gráfico 1 - Percentual de compatibilidade entre as Classes de Vegetação e Cobertura e Uso da Terra do IBGE com os Grupos Funcionais de Ecossistemas da IUCN, em cada um dos biomas terrestres brasileiros.



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

No Anexo 2, são apresentadas as traduções das descrições da publicação da versão 2 da TGE-IUCN (KEITH et al., 2020) de todos os Grupos Funcionais compatíveis. Considerando-se os insumos utilizados no presente estudo, foi possível identificar compatibilidades com 26 classes, sendo 15 com equivalência completa. Espera-se que, a partir da agregação de outros insumos e análises, seja possível identificar novas compatibilidades, como por exemplo, com os GFE pertencentes aos Biomas Funcionais de Linhas de Costa (MT1) ou os Sistemas Costeiros Supralitorâneos (MT2), e Áreas Urbanizadas em Zonas Costeiras (MT3), além do GFE de Pastos Semi-naturais e Campos Antigos (T7.5). Neste sentido, é necessário apontar os Tipos de Ecossistemas de acordo com uma escala de base e prever algum protocolo para eventuais revisões e adições de classes advindas de aprimoramentos futuros.

Na sessão a seguir, será apresentada uma discussão mais detalhada a respeito dos parâmetros de compatibilidade aplicados entre as classificações aqui analisadas.

Equivalências Completas e Parciais dentro dos Biomas Funcionais da IUCN

Os cartogramas (Figuras 6 a 9) mostram a distribuição dos Grupos Funcionais de Ecossistemas presentes no Brasil. Para realçar a visualização das classes com menor expressão espacial, foi aplicado um realce nas bordas aumentando a espessura da linha

de contorno. Informações sobre a área ocupada por elas podem ser consultadas na Tabela 1.

Os GFE identificados no Brasil com Equivalência completa ou Parcial dentro de um mesmo Bioma Funcional estão agrupados em sete Biomas Funcionais. Estas categorias trazem a possibilidade de associação a Grupos Funcionais de Ecossistemas específicos mediante ajustes e melhorias a serem discutidas. Possuem também o potencial de definição no nível dos Biomas Funcionais, trazendo a possibilidade de que se trate os “Tipos de Ecossistemas” apenas nesse nível hierárquico, no âmbito da contabilidade dos ecossistemas, por exemplo, caso as limitações de escalas de mapeamento ou disponibilidade de dados nacionais não permitam o aprimoramento ao nível de GFE no contexto brasileiro.

As tabelas com os critérios de compatibilidade entre os Grupos da IUCN e os insumos do IBGE podem ser consultadas no Anexo 1 e as descrições dos Grupos Funcionais de Ecossistemas da IUCN estão traduzidas no Anexo 2. Nessa Seção, são apresentados os Grupos pertencentes às Classes de Equivalência Completa e discutidas as Equivalências Parciais dentro dos Biomas Funcionais.

T1 – Florestas Tropicais e Subtropicais

As classes de vegetação identificadas e mapeadas pelo IBGE no Brasil apresentam Equivalências Completas com todos os Grupos Funcionais de Ecossistemas propostos pela IUCN no Bioma Funcional de Florestas Tropicais e Subtropicais (Figura 6a).

- O GFE T1.1 (Florestas Tropicais/Subtropicais de Terras Baixas) teve Equivalências Completas com as formações de Florestas Ombrófilas e Estacional Sempre-Verde de Terras Baixas.
 - As fitofisionomias de Florestas Ombrófilas Densas e Abertas e Estacional Sempre-verde Submontanas também foram classificadas com equivalência completa GFE T1.1 (Florestas de Terras Baixas Tropicais/Subtropicais). Esta correspondência se deu, pois, a descrição da classe (ver Anexo 2) traz similaridade com estas formações. É importante observar, no entanto, que a classificação da IUCN prevê apenas dois grupos (GFE T1.1 e T1.3) de recorte altitudinal para as classes de Florestas Tropicais, ao passo que a classificação de Vegetação do IBGE prevê quatro (Terras Baixas, Submontana, Montana e Alto-montana).
- O GFE T1.2 (Florestas e Matas Secas Tropicais e Subtropicais) teve Equivalências Completas com todas as formações de Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais (exceto as Aluviais), bem como com as formações de Savana Florestadas e Savanas-Estépicas Florestadas.
- O GFE T1.3 (Florestas Ombrófilas Tropicais/Subtropicais Montanas) teve Equivalência Completa com as formações de Florestas Ombrófilas Montanas e Alto-montanas.

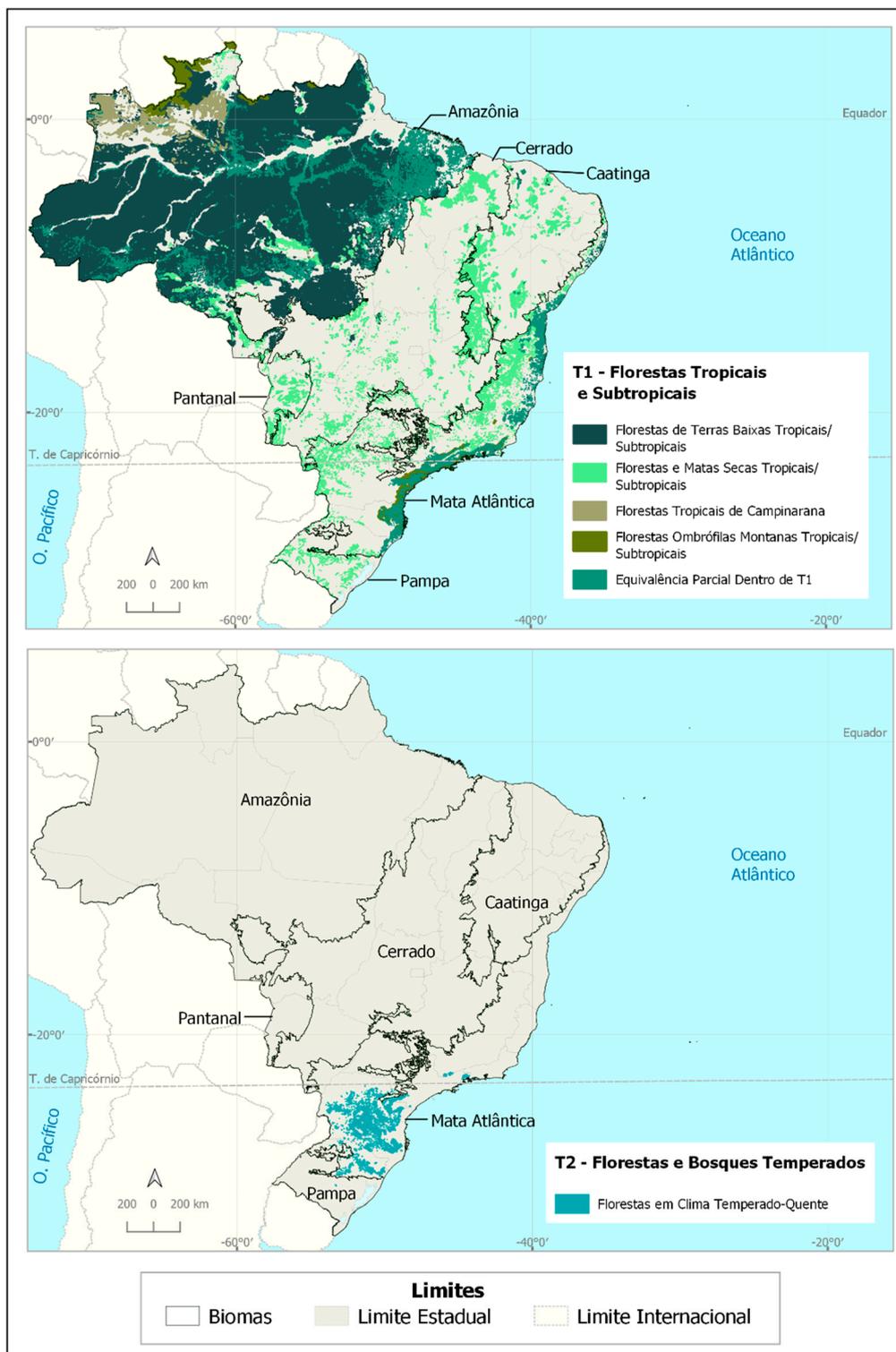
- O GFE T1.4 (Florestas Tropicais de Campinarana), originalmente, no inglês, com título de *Tropical Heath Forests*, traz uma referência explícita, em sua descrição (ver Anexo 2), às regiões de Campinarana brasileiras, referenciando suas características específicas de solos arenosos (espodossolos) e alto endemismo. No entanto, devido ao porte da vegetação, só há Equivalência Completa com as formações de Campinaranas Florestadas. A escolha de trazer o nome da Fitofisionomia na tradução se deve à particularidade da distribuição deste GFE apontada no próprio documento, o que torna mais adequado utilizar o termo Campinarana do que buscar outra tradução para “Heath Forests”.

Existe uma proporção considerável (ver Tabela 1, em áreas estimadas) de Equivalência Parcial dentro do Bioma Funcional de T1. Estas são áreas que, no Mapa de Cobertura e Uso da Terra foram consideradas como Vegetação Florestal e, no Mapa de Vegetação como áreas de Vegetação Secundária, para a qual temos apenas o dado da Vegetação Pretérita. Nesta comparação, este dado está no nível de Região Fitoecológica. É necessário um aprimoramento do mapeamento destas áreas para que se tenha a informação mais precisa de quais GFE seriam equivalentes a estas regiões. Esta Equivalência Parcial chama atenção também para o fato de que a IUCN não tem uma abordagem específica para formações de Vegetação Secundária, que apresentam características ecológicas peculiares e dignas de atenção.

T2 – Florestas e Bosques Temperados

O Bioma Funcional de Florestas e Bosques Temperados (Figura 6b) possui um GFE (T2.4 - Florestas em Clima Temperado Quente), que é considerado como uma transição entre as Florestas Tropicais e Subtropicais e as Temperadas. A descrição deste ecossistema (ver Anexo 2) apresenta bastante similaridade com as feições de Florestas Mistas do Sul do Brasil, também conhecidas como Matas de Araucárias. Desta forma, este GFE possui Equivalência Total com as formações da Floresta Mista. Uma adaptação foi feita à tradução, pois decidiu-se por excluir referências a grupos de espécies e fisionomias de plantas nos títulos dos EFG (neste caso, plantas “Laurófilas”), o que acaba por trazer uma aparência de restrição ao grupo maior do que as próprias descrições.

Figura 6: a) T1 – Florestas Tropicais e Subtropicais/ b) Florestas e Bosques Temperados



Nota: Foi aplicado um exagero cartográfico para melhor visualização da localização das feições representadas. A área ocupada por cada classe pode ser consultada na Tabela 1. Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

T4 – Savanas e Vegetações Herbáceas

O Bioma Funcional de Savanas e Vegetações Herbáceas (Figura 7a) possui dois GFE bastante representativos com Equivalência Total com classes de Vegetação do Brasil:

- O GFE T4.2 (Savanas Píricas) possui Equivalências Completa com as classes de Savanas Arborizadas, fitofisionomia bastante extensa no território brasileiro, e definidora do Bioma Cerrado (MAPA..., 2019).
- O GFE T4.5 (Campos Temperados Subúmidos) tem Equivalência Completa com a Estepe gramíneo-lenhosa, fitofisionomia campestre presente no Sul do Brasil, no Bioma Pampa e em áreas associadas às Florestas Mistas.
- Os outros dois tipos de fitofisionomias de Estepes da Classificação do IBGE, associadas aos campos nativos do Bioma Pampa e do sul do estado Paraná, enquadram-se nesse Bioma Funcional com Equivalências Parciais: as Estepes Arborizadas com 0,8 em T4.4 (Vegetações Lenhosas Temperadas) e 0,2 em T4.5 (Campos Temperados Subúmidos); as Estepes-Parque com 0,3 em T4.4 (Vegetações Lenhosas Temperadas) e 0,7 em T4.5 (Campos Temperados Subúmidos). Para ambos os casos, a equivalência completa, seja com o GFE T4.4 ou T4.5, poderia ser obtida mediante um incremento na descrição de cada Grupo Funcional citado anteriormente, permitido através de alguma mudança na proporção de árvores e de gramíneas, que é o principal fator de diferença entre os dois GFE.

T7 – Uso intensivo da terra

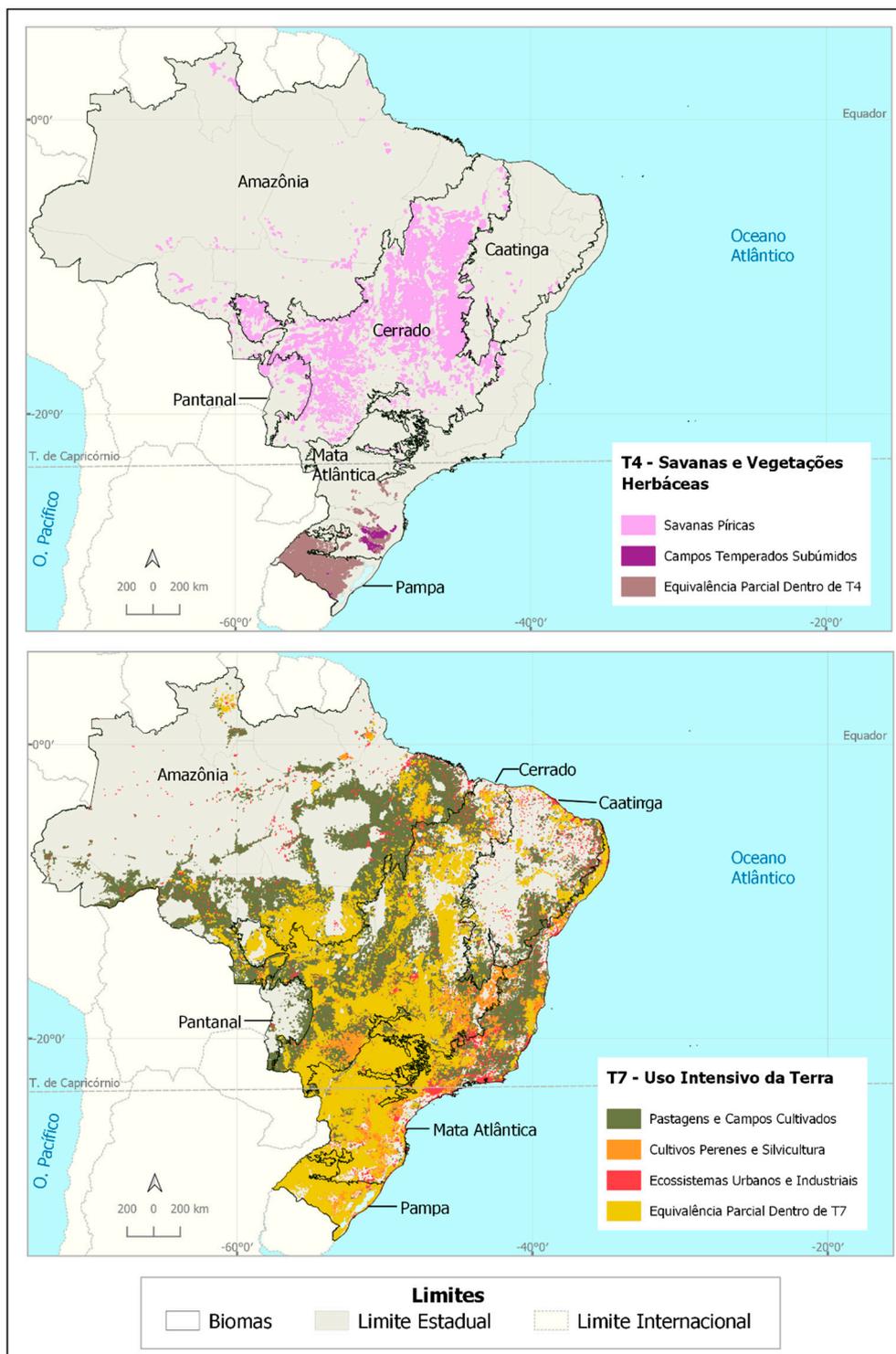
A correspondências com o Bioma Funcional de Uso Intensivo da Terra (Figura 7b) vieram da comparação com o Mapa de Cobertura e Uso da Terra do IBGE, apresentando as seguintes Equivalências:

- A classe T7.2 (Pastagens e Campos Cultivados) possui Equivalência Completa com a classe de Pastagem com Manejo do mapeamento de Cobertura e Uso da Terra. Vale observar, no entanto, que, apesar de apontar em seu cartograma a distribuição da classe por todo o território brasileiro, na descrição textual vincula sua distribuição às Zonas Temperadas, fato que não se verifica na realidade. Sugere-se então, uma alteração na descrição de forma a restringir menos o escopo de distribuição das Pastagens e Campos Cultivados nos países tropicais.
- Na presente publicação, o GFE T7.3 possui Equivalência Completa apenas com as áreas de Silvicultura. As áreas agrícolas do Monitoramento da Cobertura e uso da Terra do IBGE, cuja extensão é bastante representativa no território nacional, tiveram Equivalência Parcial dentro de T7, pois o mapeamento do IBGE não separa Lavouras Temporárias de Permanentes, o que resultou em uma equivalência de 0,7 para T7.1 (Cultivos Agrícolas Anuais) e 0,3 para T7.3 (Cultivos Permanentes e Silvicultura), seguindo uma estimativa geral das proporções destes tipos de agricultura no país. Existe a intenção de aprimorar o mapeamento destas classes no âmbito do IBGE, o que permitirá uma associação completa destes Grupos de Ecossistemas. Ainda sobre a descrição do Grupo T7.3, em

inglês com o título *Plantations*, é necessário que a descrição original da classe contemple, também, espécies não lenhosas, como é o caso da banana e outros tipos de cultivos perenes que se enquadram na descrição funcional do grupo.

- O GFE T7.4 (Ecossistemas Urbanos e Industriais) possui Equivalência Completa com a classe de Áreas Urbanizadas do IBGE.

Figura 7 – a) T4 – Savanas e Vegetações Herbáceas b) T7 – Uso Intensivo da Terra



Nota: Foi aplicado um exagero cartográfico para melhor visualização da localização das feições representadas. A área ocupada por cada classe pode ser consultada na Tabela 1. Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

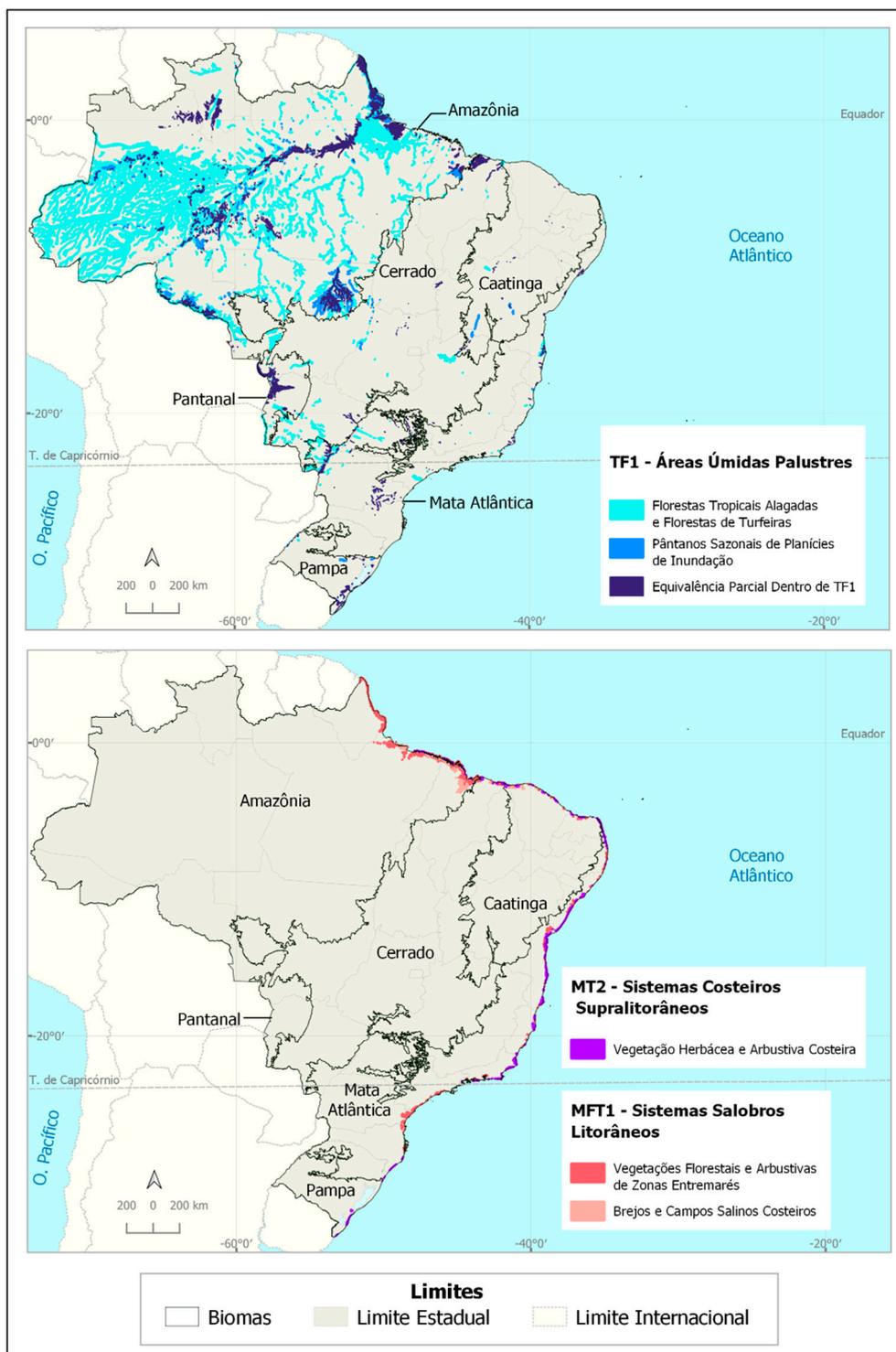
TF1 – Áreas Úmidas Palustres

O Bioma Funcional de Áreas Úmidas Palustres (Figura 8a) encontra-se na interseção entre Ambientes Terrestres e de Água Doce. Existem Equivalências Completas de alguns de seus GFE com classes de Vegetação e Cobertura e Uso da Terra do IBGE, no entanto, para estas feições, bem como para as feições de Equivalência Parcial Transversal relacionadas a estas áreas, um delineamento mais detalhado das áreas úmidas no Brasil, por meio da agregação de outros dados, permitirá a melhor definição destes Grupos Funcionais de Ecossistemas da IUCN para o país, ponto que será mais discutido adiante. Sobre as Equivalências Totais e Parciais dentro de TF1 tem-se:

- O GFE TF1.1 (Florestas Tropicais Alagadas e Florestas de Turfeiras) possui Equivalência Completa com todas as formações de Florestais Aluviais e com as Formações Pioneiras com Influência Fluvial palmeiral, pois palmeiras também compõem a descrição deste GFE (ver Anexo 2).
- O GFE TF1.4 (Pântanos Sazonais e Planícies de Inundação) possui Equivalências Completa com as Formações Pioneiras com Influências Fluvial ou Lacustre Arbustivas.
- As Formações Pioneiras com Influência Fluvial ou Lacustre Herbáceas ficaram divididas em 0,7 em TF1.3 (Pântanos Permanentes) e 0,3 em TF1.4 (Pântanos Sazonais de Planícies de Inundação), pois o mapeamento de fitofisionomias não permite delimitar com clareza a sazonalidade das áreas úmidas em questão.
- A classe de Áreas Úmidas do Mapa de Cobertura e Uso da Terra possui uma Equivalência Parcial distribuída entre TF1.1, TF1.4 e TF1.3, pois, conforme já apontado, serão necessárias melhorias no mapeamento dessa feição para ser possível diferenciar seus GFE.

MT2 – Sistemas Costeiros Supralitorâneos e MFT1 – Sistemas Salobros Litorâneos

As áreas litorâneas estão sub-representadas neste exercício de comparação (Figura 8b), uma vez que os dados de Vegetação e Cobertura e Uso da Terra do IBGE não são suficientes em detalhamento para contemplar os elementos presentes nas descrições dos GFE propostos pela IUCN. As Equivalências Totais encontradas se referem às descrições de fitofisionomias de Formações Pioneiras com Influência Marinha ou Fluviomarinha que se adequam às descrições dos grupos TM1.2 (Vegetação Herbácea e Arbustiva Costeira) MFT1.2 (Vegetações Florestais e Arbustivas de Zonas Entremarés) e MFT1.3. (Brejos e Campos Salinos Costeiros). Existem ainda, no âmbito destes Biomas Funcionais, GFE que poderão ser delineados a partir de dados de relevo, solo, regime hídrico, dentre outros. O estabelecimento do Sistema Costeiro pelo IBGE (BIOMAS..., 2019), bem como a perspectiva de uma Regionalização Natural abarcando outros insumos dos mapeamentos de recursos naturais do IBGE, trazem a expectativa de que estes Grupos possam ser melhor cruzados no futuro.

Figura 8 - a) TF1 - Áreas Úmidas Palustres b) MT2 – Sistemas Costeiros Salobros e MFT1 – Sistemas Salobros Litorâneos

Nota: Foi aplicado um exagero cartográfico para melhor visualização da localização das feições representadas. A área ocupada por cada classe pode ser consultada na Tabela 1.

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Equivalências Parciais Transversais aos Biomas Funcionais da IUCN

Algumas observações são importantes de serem feitas em relação às Equivalências Parciais Transversais aos Biomas Funcionais, com relação às classes nacionais de Vegetação e os GFE -Grupos Funcionais de Ecossistemas, mais especificamente no que se refere à Savana-Estépica e à Savana ambas divididas em Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo-Lenhosa, às formações campestres das Campinaranas e às Fitofisionomias de Refúgio Vegetacional.

As Fitofisionomias de Savana-Estépica

Segundo a classificação do IBGE, a denominação Savana-Estépica é empregada para denominar tipologias vegetais campestres, com características xeromórficas (adaptadas à aridez do solo), que estão distribuídas em diferentes quadrantes do Território Nacional: o core no Sertão Árido Nordestino (Caatinga), onde se encontra sua área mais representativa, e disjunções no Estado de Roraima, na Região do Chaco Mato-Grossense-do-Sul e no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul. (MANUAL TÉCNICO..., 2012).

A vegetação da Savana-Estépica apresenta-se com porte arbóreo, arbustivo e herbáceo e possui adaptações xeromórficas, como decidualidade, folhas estreitas e até ausentes (como nos cactos), espinhos e caules suculentos. Também é notável a presença de cactáceas entremeadas no estrato arbóreo-arbustivo profusamente esgalhado. Considerando a diversidade de portes, bem como características gerais de clima, de relevo e de solos, a Savana-Estépica foi subdividida em quatro subgrupos de formação: Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo-Lenhosa.

Com exceção da Savana-Estépica Florestada, com a qual foi possível realizar uma associação “um para um” com o GFE T1.2 (Florestas e Matas Secas Tropicais e Subtropicais), a associação das outras formações (Arborizada, Parque, Gramíneo-Lenhosa) aos Grupos da IUCN deu-se de maneira parcial, pois as características marcantes desse tipo de vegetação estão dispersas por diversos Biomas Funcionais da IUCN, como:

- decidualidade da vegetação devido a um período desfavorável (seca ou ventos dessecantes), característica encontrada no T1.2 (Florestas e Matas Secas Tropicais/Subtropicais);
- adaptações xeromórficas da vegetação, como espinhos, acúleos, folhas e caules suculentos, características encontradas no T5.2 (Vegetações Espinhosas de Desertos e Regiões Semi-áridas);
- a possibilidade da presença de um estrato gramíneo-lenhoso de relevante importância, característica encontrada no GFE T4.2 (Savanas Píricas) e no GFE T3.1 (Vegetações Arbustivas Tropicais Sazonalmente Secas);

- a presença de estrato arbóreo-arbustivo baixo, que pode variar de fechado a aberto, característica encontrada no GFE T3.1 (Vegetações Arbustivas Tropicais Sazonalmente Secas) e no GFE T4.2 (Savanas Píricas);
- a condição de alagamentos na Savana-Estépica Parque e Gramíneo-Lenhosa presente na Disjunção do Chaco Mato-Grossense-do-Sul (considerada a fase úmida da Savana-Estépica), característica encontrada no GFE TF1.4 (Pântanos Sazonais de Planícies de Inundação).

Considerando a complexidade das fitofisionomias de Savana-Estépica, sugere-se a criação de um Grupo Funcional de Ecossistema específico no âmbito da IUCN ou, caso tal adequação não se verifique, a criação de um Tipo de Ecossistema próprio, de âmbito nacional. No caso específico das áreas alagadas da Disjunção do Chaco Mato-Grossense-do-Sul, pode-se transferir as mesmas para o GFE TF1.4 (Pântanos Sazonais de Planícies de Inundação) quando outros insumos de mapeamento permitirem delinear a extensão dessas áreas em separado.

As Fitofisionomias da Savana

A Savana (Cerrado) é conceituada como uma vegetação xeromórfica que ocorre sob clima estacional com período seco, predominante na região do Planalto Central Brasileiro, revestindo solos lixiviados aluminizados. A vegetação possui adaptações, como raízes profundas, órgãos de reserva e caules aéreos espessos que conferem tolerância à seca e ao fogo. A Savana foi subdividida em quatro subgrupos de formação: Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo-Lenhosa.

As características da Savana Florestada e Arborizada estão bem representadas, em Equivalência Completa, respectivamente, aos GFE T1.2 (Florestas e Matas Secas Tropicais/Subtropicais) e T4.2 (Savanas Píricas). No entanto, ao considerar a condição dos subgrupos de formação Parque e Gramíneo-Lenhosa em áreas encharcadas de depressões periodicamente inundadas, como o Pantanal, Depressão do Araguaia e Ilha do Bananal, tais subgrupos de formação tiveram uma equivalência parcial aos GFE T4.2 (Savanas Píricas) e GFE TF1.4 (Pântanos Sazonais de Planícies de Inundação). Novamente, nesse caso de equivalência parcial, a utilização de insumos de mapeamento (como os mapeamentos de geomorfologia, pedologia etc.) que aprimorem a delimitação das áreas úmidas, servirá para diferenciar quais feições equivalem ao primeiro e quais equivalem ao segundo GFE.

A Fitofisionomia de Refúgio Vegetacional

A fitofisionomia "Refúgio Vegetacional" é constituída de formações comumente diferentes das adjacentes, sendo muitas vezes uma "vegetação relíquia" com espécies endêmicas. Áreas turfosas, em grandes altitudes e nos cumes litólicos das serras, normalmente, suportam relictos vegetacionais. Esses ambientes podem apresentar

vegetação com fisionomia campestre, também conhecida como campos de altitude, ou arbustiva.

Essa fitofisionomia foi classificada como uma correspondência parcial com o EFG T6.5 (Vegetações Herbáceas Alpinas Tropicais), por correspondem apenas parcialmente (50%) à descrição do mencionado GFE. Essa classificação se baseou na constatação que, apesar dos Refúgios Vegetacionais brasileiros não serem verdadeiramente um ecossistema criogênico como descrito no GFE T6.5, eles possuem a altitude como condicionante do hábito de vida. Na versão 2 da tipologia (Keith et. al., 2020), na qual o presente estudo se baseou, esse ecossistema brasileiro foi mais claramente incorporado ao GFE T3.1 (Vegetações Arbustivas Tropicais Sazonalmente Secas) trazendo referência explícita aos Campos Rupestres brasileiros, no entanto, existem Fitofisionomias de Refúgios Vegetacionais em ambientes nebulares que se caracterizam pela alta precipitação e ocorrência permanente de nuvens. Portanto, aqui está contabilizado como uma correspondência parcial entre estes dois GFE.

Para que seja alcançada a Equivalência Completa, faz-se necessária uma avaliação de cada área onde se encontram Refúgios Vegetacionais em suas particularidades.

As Fitofisionomias da Campinarana

As características particulares da Campinarana, como a adaptação a solos arenosos quase sempre encharcados (mencionando inclusive a ocorrência dos Espodosolos), uma florística típica com alguns gêneros endêmicos e uma ocorrência em áreas específicas estão bem descritas no GFE T1.4 da IUCN (Florestas Tropicais de Campinarana). No entanto, este GFE condiciona a ocorrência das Campinaranas a formações exclusivamente Florestais, quando, na realidade, existem quatro subgrupos de formação desta Fitofisionomia: Florestada; Arborizada; Arbustiva e Gramíneo-Lenhosa.

Neste sentido, as formações não Florestadas da Campinarana foram colocadas em Equivalência Parcial entre os GFE T1.1, TF1.3 e TF1.4. Sugere-se que seja criado um GFE de porte Campestre trazendo características típicas desta Fitofisionomia, ou que a descrição (e subordinação ao Bioma Funcional) do GFE T1.4 sejam adequados para abarcar os portes Arborizados, Arbustivos e Gramíneo-Lenhosos da Campinarana.

Áreas Sem Equivalência aos GFE da IUCN

No Mapa 1, de Compatibilidade entre Classes IBGE e Grupos Funcionais de Ecossistemas IUCN, é possível identificar dois grupos relevantes de áreas classificadas como “Sem Equivalência”, os Ecótonos e os Mosaicos de Ocupações.

Nas áreas classificadas localmente como Ecótonos, não foi possível estabelecer uma equivalência, pois trata-se de uma mistura florística entre tipos de vegetação, segundo a conceituação descrita no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (MANUAL TÉCNICO..., 2012). Quando esse contato ocorre entre tipos de vegetação com estruturas fisionômicas semelhantes, é impossível de ser detectado por simples fointerpretação,

como por exemplo: Floresta Ombrófila/Floresta Estacional. Também é muito difícil separar ou identificar esse contato, no Mapa de Vegetação do IBGE, que tem como base imagens de satélite de média resolução, mesmo quando os tipos de vegetação envolvidos apresentam estruturas fisionômicas diferentes, como, por exemplo: Floresta Ombrófila/Savana. Isto ocorre porque os elementos que se misturam são indivíduos isolados e dispersos, formando conjuntos geralmente muito homogêneos ou uniformes.

Assumindo que a contabilidade de ecossistemas seja feita nessa escala de análise, uma possibilidade é criar um Tipo de Ecossistema nacional específico para a classe de Ecótonos. Outra possibilidade seria definir os diferentes Tipos de Ecossistemas incluídos em cada Ecótono, de modo análogo ao que existe no mapeamento de Vegetação, enquanto legendas compostas, garantindo que a diferenciação entre Ecótonos que já está disponível no mapeamento nacional de base não se perca.

Por sua vez, as classes de Mosaicos de Ocupações são um dado do mapeamento de Cobertura e Uso da Terra do IBGE que aponta a fragmentação na paisagem e não permite a detecção exata do tipo de cobertura ou uso predominante, segundo sua escala de análise. São áreas bastante presentes no Bioma Mata Atlântica, por exemplo, devido a sua longa ocupação histórica e diversificada. Neste sentido, até que se possa delimitar feições mais detalhadas por meio de aprimoramentos do mapeamento de Cobertura e Uso da Terra, não será possível realizar um relacionamento com os GFE da IUCN.

Considerações Finais

Os resultados do presente estudo demonstraram que mais da metade do território brasileiro, identificado a partir de classificações nacionais, é compatível com os Grupos Funcionais de Ecossistemas (GFE) da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN). Esta constatação pode ampliar a utilização das informações dos mapeamentos temáticos do país e permitir a sua comparabilidade com classificações ecossistêmicas em nível global. Embora os resultados sejam promissores há que se considerar algumas limitações. Por exemplo, praticamente 1/4 do Brasil não possui correspondência com os GFE. Isto pode denotar: a) uma peculiaridade no mapeamento de algumas classes temáticas brasileiras; e b) uma necessidade de complementação conceitual dos GFE da IUCN.

Especificamente na análise espacial, notou-se que questões como a fragmentação das paisagens, os ecótonos e algumas fitofisionomias de peculiaridade local no território brasileiro, com expressiva extensão territorial, precisam ser aprimoradas para que se chegue a uma proposta global mais abrangente, que atenda às especificidades do mundo tropical.

Sobre as compatibilidades das classes, alguns apontamentos merecem destaque, tais como:

- Na avaliação comparativa, notou-se que a associação dos títulos e/ou descritivos dos Grupos Funcionais de Ecossistemas da IUCN a espécies vegetacionais específicas restringe a classificação comparativa de alguns ecossistemas, cuja descrição é mais abrangente do que o título. Por exemplo: T2.4 (*Warm temperate laurophyll forests*) ou T4.2 (*Pyrics Tussock Savannas*), feições para as quais foi eliminada a especificidade da vegetação no título para adequar à tradução brasileira resultando em T2.4 - Florestas em Clima Temperado Quente e T4.2 - Savanas Píricas.
- Alguns GFE da IUCN possuem Equivalência Total com a classificação brasileira, mas poderiam incorporar em suas descrições elementos que melhorariam a harmonização com as particularidades nacionais. Pode-se, por exemplo, incluir faixas de altitude na delimitação entre os GFE T1.1 (Florestas Tropicais/Subtropicais de Terras Baixas) e T1.3 (Florestas Ombrófilas Tropicais e Subtropicais Montanas); incluir a Zona Tropical na descrição de distribuição do GFE T7.2 (Pastagens e Campos Cultivados) e, para o T7.3 (Cultivos Permanentes e Silvicultura), poder-se-ia agregar à descrição original da classe os cultivos não lenhosos também, como é o caso da banana e outros tipos de cultivos perenes que se enquadram na descrição funcional do grupo.
- Da mesma forma, há Grupos com Equivalência Parcial dentro de um mesmo Bioma Funcional, como os GFE T4.4 (Vegetações Lenhosas Temperadas) e T4.5 (Campos Temperados Subúmidos), para os quais uma descrição mais detalhada na proporção de árvores e de gramíneas na descrição de cada classe poderia delimitar o escopo das equivalências com as classes nacionais de Vegetação.

- Destaca-se uma diferença na estrutura lógica de classificação observada entre a TGE-IUCN e as classes de vegetação brasileiras. Enquanto a primeira considera o porte da vegetação na definição do seu segundo nível hierárquico, a segunda admite gradações no porte dentro de uma mesma fitofisionomia. Tal diferença gera desafios na compatibilização das duas classificações que ainda demandam avaliações mais específicas caso a caso, conforme apresentado ao longo deste texto.
- No que se refere aos insumos nacionais oficiais utilizados nesse estudo, o aprimoramento dos mapeamentos e a utilização de bases de dados mais detalhados de vegetação, bem como a incorporação de outros temas do mapeamento de Recursos Naturais do IBGE, como Pedologia e Geomorfologia, poderia ampliar compatibilidade dos Grupos Funcionais. O refinamento das informações geoespaciais permitiria ainda a proposição de inserção de tipologias mais específicas de nossos ecossistemas terrestres, o que melhoraria a definição de áreas como os GFEs pertencentes aos Biomas Funcionais de Linhas de Costa (MT1) ou os Sistemas Costeiros Supralitorâneos (MT2), e Áreas Urbanizadas em Zonas Costeiras (MT3), além do GFE de Pastos Semi-naturais e Campos Antigos (T7.5). Neste sentido, é necessário apontar os Tipos de Ecossistemas de acordo com uma escala de base e prever algum protocolo para eventuais revisões e adições de classes advindas de aprimoramentos futuros.
- Classes com alto grau de mistura de elementos, presentes nos mapeamentos nacionais, a exemplo dos Mosaicos de Ocupação, Áreas Agrícolas e Vegetações Secundárias poderiam ser melhor representadas em Grupos Funcionais de Ecossistemas específicos a partir de melhorias na aquisição dos dados. Além disso, limitações oriundas da capacidade de processamento, para gerar dados de maior detalhe, podem ser futuramente aliviadas, em parte, com trabalhos específicos focados em determinadas áreas ou temas.
- As classes que não apresentaram equivalência ou apresentaram uma equivalência parcial dispersa por vários Biomas Funcionais da IUCN são de compatibilização mais complicada, trazendo o indicativo de que Tipos de Ecossistemas nacionais particulares poderiam ser criados para contemplar suas especificidades, são eles: os Ecótonos, as Campinaranas Campestres e as Savanas-Estépicas.
- Alternativamente, caso se mostre inviável o aprimoramento de certos mapeamentos e a aquisição de dados locais mais refinados, pode-se buscar uma construção de Tipos de Ecossistemas nacionais, para aplicação nas Contas de Ecossistemas, que estejam mais alinhados com o Nível de Bioma Funcional (hierarquicamente superior na proposta da IUCN) e que tragam também Tipos de Ecossistemas próprios, onde se julgar que não há compatibilidade possível.

Sobre a metodologia do *Crosswalk* para avaliar as compatibilidades entre os mapeamentos nacionais e a proposta de IUCN, julgou-se que o exercício suscitou importantes discussões não só sobre a classificação internacional dos ecossistemas, mas também sobre as metodologias de modelagem de dados para a adequação à contabilidade de ecossistemas. Neste sentido, a abordagem se mostrou um rico momento de formação e construção, e considera-se que, à medida que novas fontes de informação

sejam incorporadas, tanto a metodologia do *Crosswalk* quanto outras propostas de modelagem de dados ambientais¹³ sejam utilizadas para que se alcance a consistência e amadurecimento metodológico referendado oficialmente.

A análise comparativa utilizada neste estudo permite ampliar a discussão sobre a viabilidade do uso da proposta da IUCN na classificação dos ecossistemas, visando uma comparabilidade internacional dos resultados no âmbito das Contas de Ecossistemas e de debates afins. Realizado este primeiro ensaio, ainda há testes futuros a serem desenvolvidos, cabendo ressaltar que a eventual determinação de recortes de ecossistemas exige debates técnicos junto a outros órgãos e instituições, diretamente envolvidos na utilização dos dados gerados, assim como na proposição e monitoramento de políticas públicas.

Longe de ser uma análise exaustiva sobre o tema, este estudo se propõe a aprofundar a discussão sobre a análise e o delineamento dos ecossistemas do país, considerando as peculiaridades ambientais e inserindo-se sob uma abordagem de comparabilidade internacional. Como texto para discussão, esta publicação se apresenta como um ponto de partida, para amplo debate entre a sociedade, meio acadêmico, outras instituições e usuários interessados para avançar na discussão sobre os ecossistemas enquanto unidade de avaliação e mapeamento do quadro natural brasileiro, a partir da avaliação sobre os resultados aqui apresentados na comparação entre as classes de vegetação e de cobertura e uso da terra do IBGE e os Grupos Funcionais de Ecossistemas da IUCN.

.....
¹³ Ver, por exemplo, abordagens propostas no documento Guidelines on Biophysical Modelling for Ecosystem Accounting (UNITED NATIONS, 2021).

Referências

- AB'SÁBER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. *Orientação*, São Paulo, n. 3, p. 45-48, 1967.
- AB'SÁBER, A. N. *Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ARRUDA, M.B. *Ecossistemas brasileiros*. Brasília: 2001. Edições IBAMA, 51p.
- BAILEY, R. G. *Ecoregions of the United States (map)*. US Department of Agriculture, Forest Service, Ogden, 1976.UT.
- BAILEY, R. G. Delineation of Ecosystem Regions. New York, Springer-Verlag. *Environmental Management*, 1983, Vol 7, No 4, pp 365-373
- BAILEY, R. G.. Identifying Ecoregion boundaries. Colorado, Springer Science+Business Media, Inc. *Environmental Management*, 2005.Vol. 34, Suppl. 1, pp. S14–S26
- BDiA: Banco de dados de informações ambientais. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br>. Acesso em: jan. 2021.
- BIOMAS e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 168 p.
- BOGAART P. et al. Discussion paper 1.1: *An ecosystem type classification for the SEEA EEA*. Paper submitted to the SEEA EEA Technical Committee as input to the revision of the technical recommendations in support of the System on Environmental Economic Accounting. e technical recommendations in support of the System on Environmental Economic Accounting. Version of 29 April 2019. <https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EEA/seea_eea_revision_wg1_discussion_paper_1.1_classification_ecosystemtypes.pdf> Acesso em: jul. 2021.
- BOGAART, P. & SCHENAU, S. *Crosswalking national classifications to the IUCN-GET - Ecosystem Functional Groups and the USGS-ESRI-NC World Ecosystems*. 2020.
- CASTRO, I.E. *O problema da escala*. In CASTRO, I.E.et al. (org) *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 1995. p.117-140.
- CAVALCANTI, L. C. *Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas*. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em geografia, Tese (Doutorado em Geografia). 2013. 216p. II.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Zoneamento ecológico-econômico da região central do Estado de Roraima – Tomo 1: Zoneamento Ecológico-Econômico e Gestão Territorial.. Boa Vista, CPRM-SGB/SEPLAN-Governo do Estado de Roraima, 2002. 98p. Disponível em: < <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/10436?show=full> > Acesso em: julho de 2021.
- CLEMENTS, F. E. *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*. Washington: Carnegie Institution of Washington.1916.

CONTEL, F. B. As divisões regionais do IBGE no século XX (1942, 1970 e 1990), *Terra Brasilis* 2014. (Nova Série) [Online], 3 | Disponível em: <<http://journals.openedition.org/terrabrasilis/990>>. Acesso em: junho 2021.

CROWLEY, J. Biogeography [in Canada]. *Canadian Geographer*. 1967. P.312–326. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1541-0064.1967.tb00474.x>>. Acesso em: junho 2021.

CURRIE, W.S. Units of nature or processes across scales? The ecosystem concept at age 75. *New Phytologist*, 2011. v.190, p.21-34.

GRADE Estatística. Rio de Janeiro, 2016. 28 p. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/grade_estatistica.pdf>. Acesso em: julho 2021'.

IPBES, Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. BRONDIZIO, J. SETTELE, S. DÍAZ, AND H. T. NGO (EDITORS). IPBES SECRETARIAT, BONN, GERMANY. 2019.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. Species Survival Comission. *IUCN Red List categories and criteria*, version 3.1, second edition. Gland: IUCN, 2012. 32p.

KEITH, D.A., Ferrer-Paris, J.R., Nicholson, E. and Kingsford, R.T. (eds.). *The IUCN Global Ecosystem Typology: Descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups*. Gland, Switzerland: IUCN, 2020a.

KEITH, D.A., Ferrer-Paris, J.R., Nicholson, E. and Kingsford, R.T. (eds.). *The IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: Descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups*. Gland, Switzerland: IUCN, 2020b.. Disponível em: <<<https://portals.iucn.org/library/node/49250>>>. Acesso em: junho 2021

LEIBOLD, M.A. & CHASE, J. M. Metacomunity Ecology, Volume 59. Series: *Monographs in Population Biology*, Princeton University Press. 2017. 504 pp.

MANUAL TÉCNICO da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 272 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 1). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15826-%20manual-tecnico-em-geociencias.html?edicao=15934&t=publicacoes>>. Acesso em: ago. 2020.

MAPA de biomas do Brasil: primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Projeção policônica. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?edicao=16060&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: ago. 2019.

MAPA de vegetação do Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1988. 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Projeção policônica. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=66105>>. Acesso em: set. 2021.

MAPA de vegetação do Brasil. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004b. 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Projeção policônica. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/10872-vegetacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: março 2021.

MONITORAMENTO da cobertura e uso da terra do Brasil 2016-2018. Rio de Janeiro IBGE, 2020. 26 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101703>>. Acesso em: junho 2021.

MONITORAMENTO da cobertura e uso da terra do Brasil 2000 – 2010 - 2012 - 2014: Em Grade Territorial Estatística. Rio de Janeiro, IBGE, 2017. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101469>>. Acesso em: junho 2021.

NEVES, E. das N.; MACHADO, G.; HIRATA, C.A.; STIPP, N.A.F. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. *Uberlândia, Soc. & Nat*, 2014. P.271-285, Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Os-geossistemas-e-os-ecossistemas-em-suas-peculiaridades_fig1_315932342>. Acesso em: maio, 2021.

O'NEILL, R. V. Is it time to bury the ecosystem concept? (With full military honors, of course!). *Ecology*, v.82, p. 3275-3284, 2001. Disponível em: <[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[3275:IITBT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[3275:IITBT]2.0.CO;2)>. Acesso em: ago. 2021.

OLSON, D. M.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E. D.; BURGESS, N. O.; POWELL, G. V. N.; UNDERWOOD, E. C.; D'AMICO, J. A.; ITOUA, I.; STRAND, H. E.; MORRISON, J.C.; LOUCKS, C. J.; ALLNUTT, T. F.; RICKETTS, T. H.; KURA, Y.; LAMOUREUX, J. F.; WETTENGEL, W. W.; HEDAO, P.; KASSEM, K. R. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience*, v. 51, p. 933-938, 2001.

OMERNIK, JAMES, M. *Ecoregions: A Framework for Managing Ecosystems*. Oregon, U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory V.12(1). 1995. p.35-50.

PROJETO DE PROTEÇÃO ao Meio Ambiente e as Comunidades Indígenas – PMACI I. Área de Influência da BR-364, trecho Porto Velho-Rio Branco. Diagnóstico Geoambiental e Sócio-econômico. Rio de Janeiro, IBGE/IPES 1990. 132p.

PROJETO DE PROTEÇÃO ao Meio Ambiente e as Comunidades Indígenas – PMACI II. Área de Influência da BR-364, trecho Rio Branco-Cruzeiro do Sul. Diagnóstico Geoambiental e Sócio-econômico. Rio de Janeiro, IBGE/IPEA, 1994.144p.

SUBSÍDIOS AO ZONEAMENTO Ecológico-Econômico da Bacia Do Rio Itapecuru – Ma. Salvador, Diretoria de Geociências. Divisão de Geociências da Bahia. Salvador, IBGE.1997. 108p.

TANSLEY, A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, v.16, n. 3, 1935. p. 284-307. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1930070?seq=1#metadata_info_tab_contents>. Acesso em: maio 2021.

UNITED NATIONS. Statistics Division. System of environmental-economic accounting 2012: experimental ecosystem accounting. New York, 2014. 177 p. Preparado sob os auspícios de United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD e World Bank. Disponível em:

<https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/eea_final_en.pdf>. Acesso em: ago. 2020.

UNITED NATIONS. Statistics Division. Technical recommendations in support of the system of environmental-economic accounting 2012: experimental ecosystem accounting. New York, 2019. 198 p. (Studies in methods. Series M, n. 97). Disponível em: <<https://digitallibrary.un.org/record/3900166>>. Acesso em: ago. 2020.

UNITED NATIONS. Statistics Division. System of environmental-economic accounting System of Environmental-Economic Accounting—Ecosystem Accounting: 2021 Final Draft. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/statcom/52nd-session/documents/BG-3f-SEEA-EA_Final_draft-E.pdf>. Acesso em: setembro. 2021

UNITED NATIONS. Statistics Division. Guidelines on Biophysical Modelling for Ecosystem Accounting. Version 2.0. Disponível em: <https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EEA/guidancebiomodelling2021_final.pdf>. Acesso em: set 2021.

VELDMAN, J.W. et al. Where tree planting and forest expansion are bad for biodiversity and ecosystem services. *BioScience*, v.65, 2015. p.1011-1018.

WIKEN, E.B. (compiler). Terrestrial ecozones of Canada. Ecological Land Classification Series No. 19. *Environment Canada*, Hull, Que. 26 pp. + map. 1986. Disponível em <http://ecozones.ca/english/regionalization.html>, Acesso em: junho 2021

WU, J & LOUCKS, O.L. From balance of nature to hierarchical patch dynamics: a paradigm shift in ecology. *The quartely review of biology*, v.70. 1995, p.439-466.

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL da Bacia do Alto Paraguaçu. Diretrizes Gerais para o Ordenamento Territorial. Salvador, Diretoria de Geociências. Primeira Divisão de Geociências do Nordeste. Salvador. IBGE. 1996.18p.

Anexo

Anexo 1 – Tabelas de correspondência (crosswalk) – Grupos Funcionais de Ecossistemas (IUCN) por Grupos de Vegetação e Cobertura e Uso da Terra (IBGE)

FLORESTAS OMBRÓFILAS

(continua)

		T1.1 Florestas Tropicais/Subtropicais de Terras Baixas	T1.2 Florestas e Matas Secas Tropicais e Subtropicais	T1.3 Florestas Ombrófilas Tropicais/Subtropicais Montanas	T1.4 Florestas Tropicais de Campinarana/Campinas	TF1.1 Florestas tropicais alagadas e Florestas de Turfeiras	TF1.3 Pântanos permanentes	TF1.4 Pântanos sazonais de planícies de inundação
Floresta Estacional Sempre-Verde	Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel uniforme [Hau]					1		
	Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel emergente [Hae]					1		
	Floresta Estacional Sempre-Verde de Terras Baixas com dossel uniforme [Hbu]	1						
	Floresta Estacional Sempre-Verde de Terras Baixas com dossel emergente [Hbe]	1						
	Floresta Estacional Sempre-Verde Submontana com dossel uniforme [Hsu]	1						
	Floresta Estacional Sempre-Verde Submontana com dossel emergente [Hse]	1						
Floresta Estacional SemiDecidual	Floresta Estacional SemiDecidual Aluvial com dossel uniforme [Fau]					1		
	Floresta Estacional SemiDecidual Aluvial com dossel emergente [Fae]					1		
	Floresta Estacional SemiDecidual de Terras Baixas com dossel uniforme [Fbu]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual de Terras Baixas com dossel emergente [Fbe]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual Submontana com dossel uniforme [Fsu]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual Submontana com dossel emergente [Fse]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual Montana com dossel uniforme [Fmu]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual Montana com dossel emergente [Fme]		1					
Floresta Estacional Decidual	Floresta Estacional Decidual Aluvial com dossel uniforme [Cau]					1		
	Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas com dossel uniforme [Cbu]		1					
	Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas com dossel emergente [Cbe]		1					
	Floresta Estacional Decidual Submontana com dossel uniforme [Csu]		1					
	Floresta Estacional Decidual Submontana com dossel emergente [Cse]		1					
	Floresta Estacional Decidual Montana com dossel uniforme [Cmu]		1					
	Floresta Estacional Decidual Montana com dossel emergente [Cme]		1					
Campinarana	Campinarana Florestada sem palmeiras [Lds]				1			
	Campinarana Florestada com palmeiras [Ldp]				1			
	Campinarana Arborizada sem palmeiras [Las]				0,5		0,5	
	Campinarana Arborizada com palmeiras [Lap]				0,5		0,5	
	Campinarana Arbustiva sem palmeiras [Lbs]				0,3		0,3	0,3
	Campinarana Arbustiva com palmeiras [Lbp]				0,3		0,3	0,3
	Campinarana Gramíneo-Lenhosa sem palmeiras [Lgs]				0,3		0,3	0,3
	Campinarana Gramíneo-Lenhosa com palmeiras [Lgp]				0,3		0,3	0,3

FLORESTAS ESTACIONAIS E CAMPINARANA

(continua)

		T1.1 Florestas Tropicais/Subtropicais de Terras Baixas	T1.2 Florestas e Matas Secas Tropicais e Subtropicais	T1.3 Florestas Ombófilas Tropicais/Subtropicais Montanas	T1.4 Florestas Tropicais de Campinarana/Campinas	TF1.1 Florestas tropicais alagadas e Florestas de Turfeiras	TF1.3 Pântanos permanentes	TF1.4 Pântanos sazonais de planícies de inundação
Floresta Estacional Sempre-Verde	Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel uniforme [Hau]					1		
	Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel emergente [Hae]					1		
	Floresta Estacional Sempre-Verde de Terras Baixas com dossel uniforme [Hbu]	1						
	Floresta Estacional Sempre-Verde de Terras Baixas com dossel emergente [Hbe]	1						
	Floresta Estacional Sempre-Verde Submontana com dossel uniforme [Hsu]	1						
	Floresta Estacional Sempre-Verde Submontana com dossel emergente [Hse]	1						
Floresta Estacional SemiDecidual	Floresta Estacional SemiDecidual Aluvial com dossel uniforme [Fau]					1		
	Floresta Estacional SemiDecidual Aluvial com dossel emergente [Fae]					1		
	Floresta Estacional SemiDecidual de Terras Baixas com dossel uniforme [Fbu]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual de Terras Baixas com dossel emergente [Fbe]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual Submontana com dossel uniforme [Fsu]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual Submontana com dossel emergente [Fse]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual Montana com dossel uniforme [Fmu]		1					
	Floresta Estacional SemiDecidual Montana com dossel emergente [Fme]		1					
Floresta Estacional Decidual	Floresta Estacional Decidual Aluvial com dossel uniforme [Cau]					1		
	Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas com dossel uniforme [Cbu]		1					
	Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas com dossel emergente [Cbe]		1					
	Floresta Estacional Decidual Submontana com dossel uniforme [Csu]		1					
	Floresta Estacional Decidual Submontana com dossel emergente [Cse]		1					
	Floresta Estacional Decidual Montana com dossel uniforme [Cmu]		1					
	Floresta Estacional Decidual Montana com dossel emergente [Cme]		1					
Campinarana	Campinarana Florestada sem palmeiras [Lds]				1			
	Campinarana Florestada com palmeiras [Ldp]				1			
	Campinarana Arborizada sem palmeiras [Las]				0,5	0,5		
	Campinarana Arborizada com palmeiras [Lap]				0,5	0,5		
	Campinarana Arbustiva sem palmeiras [Lbs]				0,3	0,3	0,3	
	Campinarana Arbustiva com palmeiras [Lbp]				0,3	0,3	0,3	
	Campinarana Gramíneo-Lenhosa sem palmeiras [Lgs]				0,3	0,3	0,3	
	Campinarana Gramíneo-Lenhosa com palmeiras [Lgp]				0,3	0,3	0,3	

SAVANA E SAVANA-ESTÉPICA

(continua)

		T1.2 Florestas e Matas Secas Tropicais e Subtropicais	T3.1 Vegetações Arbustivas Tropicais Sazonalmente Secas	T3.4 Afloramentos e Substratos Rochosos e Derramamentos de Lava	T4.2 Savanas Píricas	T5.2 Vegetações Espinhas de Desertos e Regiões Semi-Áridas	TF1.4 Pântanos Sazonais de Planícies de Inundação
Savana	Savana Florestada [Sd]	1					
	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria [Sas]				1		
	Savana Arborizada com floresta-de-galeria [Saf]				1		
	Savana Parque sem floresta-de-galeria [Sps]				0,7		0,3
	Savana Parque com floresta-de-galeria [Spf]				0,7		0,3
	Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta-de-galeria [Sgs]				0,7		0,3
	Savana Gramíneo-Lenhosa com floresta-de-galeria [Sgf]				0,7		0,3
	Savana-Estépic a	Savana-Estépic a Florestada sem palmeiras [Tds]	1				
Savana-Estépic a Florestada com palmeiras [Tdp]		1					
Savana-Estépic a Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria [Tas]		0,4	0,15		0,15	0,3	
Savana-Estépic a Arborizada com palmeiras [Tap]		0,4	0,15		0,15	0,3	
Savana-Estépic a Arborizada com floresta-de-galeria [Taf]		0,4	0,15		0,15	0,3	
Savana-Estépic a Parque sem palmeiras e sem floresta-de-galeria [Tps]			0,3		0,3	0,3	0,1
Savana-Estépic a Parque com palmeiras [Tpp]			0,3		0,3	0,3	0,1
Savana-Estépic a Parque com floresta-de-galeria [Tpf]			0,3		0,3	0,3	0,1
Savana-Estépic a Gramíneo-Lenhosa sem palmeiras e sem floresta-de-galeria [Tgs]			0,3		0,3	0,3	0,1
Savana-Estépic a Gramíneo-Lenhosa com palmeiras [Tgp]			0,3		0,3	0,3	0,1
Savana-Estépic a Gramíneo-Lenhosa com floresta-de-galeria [Tgf]			0,3		0,3	0,3	0,1

ESTEPE E REFÚGIOS VEGETACIONAIS

(continua)

		T.3.1 Vegetações Arbustivas Tropicais Sazonalmente Secas	T.4.4 Vegetações Lenhosas Temperadas	T.4.5 Campos Temperados Subúmidos	T.6.5 Vegetações Herbáceas Alpinas Tropicais
Estepe	Estepe Arborizada sem floresta-de-galeria [Eas]		0,8	0,2	
	Estepe Arborizada com floresta-de-galeria [Eaf]		0,8	0,2	
	Estepe Parque sem floresta-de-galeria [Eps]		0,3	0,7	
	Estepe Parque com floresta-de-galeria [Eps]		0,3	0,7	
	Estepe Gramíneo-Lenhosa sem floresta-de-galeria [Egs]				1
	Estepe Gramíneo-Lenhosa com floresta-de-galeria [Egf]				1
Refúgio Vegetacional	Refúgio Vegetacional Alto-Montano [r]	0,5			0,5
	Refúgio Vegetacional Montano [rm]	0,5			0,5
	Refúgio Vegetacional Submontano [rs]	0,5			0,5

FORMAÇÕES PIONEIRAS

(continua)

	TF1.1 Florestas Tropicais Alagadas e Florestas de Turfeiras	TF1.3 Pântanos Permanentes	TF1.4 Pântanos Sazonais de Planícies de Inundação	TM2.1 Vegetação Herbácea e Arbustiva Costeira	MFT1.2 Vegetações Florestais e Arbustivas de Zonas Entremarés	MFT 1.3 Brejos e Campos Salinos Costeiros
Formações pioneiras	Fomações Pioneiras com Influência Marinha Arbórea [P ma]			1		
	Fomações Pioneiras com Influência Marinha Arbustiva [P mb]			1		
	Fomações Pioneiras com Influência Marinha Herbácea [P mh]			1		
	Fomações Pioneiras com Influência Fluviomarina Arbórea [P fm]				1	
	Fomações Pioneiras com Influência Fluviomarina Herbácea [P fh]					1
	Fomações Pioneiras com Influência Fluvial ou Lacustre palmeiral [Pap]	1				
	Fomações Pioneiras com Influência Fluvial ou Lacustre Arbustiva sem palmeiras [Paas]			1		
	Fomações Pioneiras com Influência Fluvial ou Lacustre Arbustiva com palmeiras [Paap]			1		
	Fomações Pioneiras com Influência Fluvial ou Lacustre Herbácea sem palmeiras [Pahs]		0,7	0,3		
	Fomações Pioneiras com Influência Fluvial ou Lacustre Herbácea com palmeiras [Pahp]		0,7	0,3		

Anexo 2 – Descrição dos Grupos Funcionais de Ecossistemas IUCN identificados na comparação

T1.1 FLORESTAS DE TERRAS BAIXAS TROPICAIS/SUBTROPICAIS (TROPICAL/SUBTROPICAL LOWLAND RAINFORESTS)

Entre as principais características deste grupo funcional estão a alta produtividade, a diversidade faunística no denso dossel, uma complexa estratificação vertical da rede trófica, tolerância à sombra e dinâmica de clareiras. Estas duas últimas dizem respeito a uma resposta da vegetação à abertura periódica de clareiras, que pode ser provocada pela morte de árvores ou pela destruição delas por tempestades e raios. Nestes ambientes a precipitação excede a evapotranspiração, com baixa variabilidade sazonal, o que garante um superávit hídrico durante todo o ano. A permanente cobertura proporcionada pelas copas gera um microclima úmido e sombreado. As temperaturas são quentes e com baixa variabilidade diurna e sazonal, sendo que a média das mínimas do inverno raramente fica abaixo dos 10°C. A maior parte dos nutrientes é utilizada pela vegetação ou reciclada pela serapilheira, em um processo que impede a perda por lixiviação ou escoamento. Em algumas regiões costeiras fora das latitudes equatoriais (excluindo extensas florestas da América continental e da África), regimes decenais de tempestades tropicais impulsionam ciclos de destruição e renovação do dossel.

Este grupo funcional está presente nas regiões tropicais e subtropicais úmidas da África Central e Ocidental, Sudeste Asiático, Oceania, nordeste da Austrália, América Central, Caribe e zona tropical da América do Sul.

T1.2 FLORESTAS E MATAS SECAS TROPICAIS/SUBTROPICAIS (TROPICAL/SUBTROPICAL DRY FORESTS AND THICKETS)

Este grupo funcional tem entre suas principais características a alta produtividade, a presença de um dossel decidual e semidecidual, uma complexa estratificação vertical da rede trófica, tolerância à sombra e dinâmica de clareiras. Grande quantidade de nutrientes devido principalmente as características edáficas. Nestes ambientes há um déficit hídrico substancial devido à redução ou falta de precipitações por um período de quatro a sete meses por ano. As temperaturas são quentes e com baixa variabilidade diurna e sazonal, sendo que a média das mínimas do inverno raramente fica abaixo dos 10°C, à exceção das áreas continentais subtropicais, onde pode haver maior variabilidade sazonal. Tempestades tropicais podem gerar perturbações, mas a probabilidade de queimadas naturais é baixa, exceto em ecótonos de savana.

Este grupo funcional está presente nos trópicos e subtropicais sazonalmente secos de partes da África Central e Ocidental, Madagascar, Ásia meridional, Austrália setentrional e oriental, Pacífico, Américas Central e do Sul e Caribe.

T1.3 FLORESTAS OMBRÓFILAS MONTANAS TROPICAIS/SUBTROPICAIS (TROPICAL/SUBTROPICAL MONTANE RAINFORESTS)

Entre as principais características deste grupo funcional estão a produtividade moderada, a diversidade baixa a moderada e a presença de um dossel baixo e denso. Além disso, destaca-se a existência de endemismo, abundância de briófitas, tolerância ao sombreamento e dinâmica de clareiras. A frequente cobertura de nuvens provocada muitas vezes pela condição orográfica e a cobertura fechada das copas cria um microclima úmido e sombreado, gerando um excedente de chuvas ao longo de todo ano que supera as taxas de evapotranspiração. Gradientes altitudinais de temperatura, precipitação e exposição solar são fundamentais à estrutura e às funções deste ecossistema. A variabilidade sazonal das temperaturas é baixa a moderada, mas a variabilidade diurna pode ser de moderada a alta, as mínimas médias mensais do inverno podendo chegar a 0° C, com ocorrência de geadas ocasionais. Os deslizamentos de terra são um importante fator de perturbação, favorecendo a dinâmica sucessional em encostas íngremes, especialmente após eventos pluviométricos extremos. As montanhas experimentam

elevada radiação UV-B com a altitude e, em algumas regiões, estão expostas a tempestades locais ou regionais.

Este grupo funcional está presente nas regiões tropicais e subtropicais úmidas da África Oriental, Madagascar Oriental, Sudeste Asiático, Oceania Ocidental, nordeste da Austrália, América Central e zona tropical da América do Sul.

T1.4 FLORESTAS TROPICAIS DE CAMPINARANA/CAMPINAS (TROPICAL HEATH FORESTS)

Este grupo funcional tem entre suas principais características a produtividade moderada, baixa diversidade, alto endemismo, uma rede trófica simples, tolerância ao sombreamento e dinâmica de clareiras. Presença de dossel perene, baixo, do tipo fechado-aberto. Há excedente hídrico, mas a produtividade é limitada por substratos arenosos com baixo teor de nutrientes, que são lixiviados pelas chuvas. A maior parte dos nutrientes permanece retida na vegetação. Movimentos descendentes de argila e partículas orgânicas através do perfil do solo resultam em um profundo horizonte de areia branca, coberto por uma fina camada cinza na superfície (típico de espodosolos), o que limita a capacidade do solo em reter nutrientes (especialmente nitrogênio) e umidade dentro da zona rasa de enraizamento. Por este motivo há propensão à ocorrência de secas inter-anuais.

Este grupo funcional está disperso pelo noroeste e oeste da Amazônia, possivelmente Guiana e Sudeste Asiático, notadamente na bacia hidrográfica do Rio Negro e Kalimantan meridional. Possivelmente também esteja presente na região do Congo.

T2.4 FLORESTAS EM CLIMA TEMPERADO-QUENTE / (WARM TEMPERATE LAUROPHYLL FOREST)

Esse grupo, que ocorre em condições climáticas úmidas de temperada quente a subtropical, possui a produção primária relativamente alta, porém com uma estrutura do dossel mais simples do que as florestas subtropicais. Nele, o dossel é mais uniforme e geralmente sem grandes árvores emergentes. Boa parte das folhas são brilhantes e coriáceas (característica marcante, por exemplo, da família Lauraceae). As florestas possuem árvores com a folhagem perene e raramente algumas árvores decíduas. A estrutura trófica é mais simples do que em florestas tropicais, com níveis moderados de diversidade e endemismo (tipicamente menos de 20 espécies de árvores por hectare). Essas características, associadas a um clima mais seco e ameno, e muitas vezes, solos mais ácidos em relação às florestas temperadas oceânicas, distinguem tais grupos funcionais, enquanto nas zonas subtropicais, esse grupo forma uma transição para as florestas tropicais.

O nicho ambiental desse grupo é definido por um superavit hídrico sem estação seca. A média pluviométrica é de 1200-2500 milímetros, as temperaturas são amenas, podendo ocorrer geadas moderadas. Os substratos são ácidos com grande concentração de Alumínio e Ferro. O grupo pode estar em áreas susceptíveis a incêndios florestais, porém geralmente não é afetado devido à umidade do seu microclima.

Esse grupo funcional está distribuído em manchas, na zona de transição do clima temperado-quente para o subtropical, correspondendo as latitudes 26-43°, ao norte e ao sul da linha do Equador.

T3.1 VEGETAÇÕES ARBUSTIVAS TROPICAIS SAZONALMENTE SECAS (SEASONALLY DRY TROPICAL SHRUBLANDS)

Este grupo funcional é marcado pelos estratos sempre-verdes arbustivo, gramíneo-lenhoso e arbóreo aberto e baixo (geralmente inferiores a 6m) que são limitados pela pobreza nutricional (especialmente nitrogênio e fósforo) em solos tipicamente rasos, arenosos ou rochosos, com baixa retenção de umidade e pelo clima sazonal com forte seca nos meses de inverno tropical. As temperaturas são quentes, raramente inferiores a 10 ° C, com baixas diurnas e variação sazonal. A vegetação contém a maior reserva de nutrientes e mostra adaptações que promovem a captura e conservação dos nutrientes e tolerância às severas secas. A diversidade taxonômica e funcional é moderada na maior parte dos grupos de espécies, mas com alto endemismo. Incêndios são recorrentes na estação seca desempenham um papel importante na regulação do ecossistema.

Este grupo funcional está presente em regiões da África central e ocidental, Madagascar, sul Asiático, norte, nordeste e leste da Austrália, América Central, América do Sul e Caribe.

T3.4 AFLORAMENTOS E SUBSTRATOS ROCHOSOS E DERRAMAMENTOS DE LAVA (ROCKY PAVEMENTS, SCREES AND LAVA FLOWS)

Este sistema de baixa produtividade e biomassa é limitado pela pobreza nutricional, temperaturas extremas e distúrbios como movimentos de massa, fluxos de lava, atividades geotérmicas e episódios de ressecamento. Os distúrbios periodicamente destroem a biomassa e reiniciam o processo sucessional. A vegetação, com raros arbustos, é dominada por líquens e musgos que desempenham papel importante na retenção de umidade, aquisição de nutrientes, na estabilização da superfície e no desenvolvimento do solo. Possui baixa diversidade e endemismo e uma estrutura trófica simples.

Este grupo funcional está presente em áreas dispersas ao longo da costa do Pacífico, do Vale do Rift na África, Mediterrâneo e Atlântico Norte.

T4.2 SAVANAS PÍRICAS (PYRIC TUSSOCK SAVANAS)

Este grupo funcional é marcado pela produtividade sazonal, na qual a alta produtividade coincide com as chuvas de verão enquanto nos invernos secos a vegetação torna-se mais suscetível ao fogo. A vegetação apresenta-se em um estrato gramíneo de alta relevância e um estrato arbóreo-arbustivo de cobertura variável. A vegetação possui adaptações, como decidualidade, raízes profundas e caules aéreos espessos, que conferem tolerância à seca e ao fogo como também promovem uma rápida exploração dos recursos. Os solos são de fertilidade baixa a moderada, muitas vezes com alto teor de ferro e alumínio. Possui baixo endemismo local, mas alto endemismo regional.

Este grupo funcional está localizado nas regiões de clima estacional tropical e subtropical das Américas, Austrália, Ásia e África.

T4.4 VEGETAÇÕES LENHOSAS TEMPERADAS (TEMPERATE WOODED SAVANAS)

Este grupo funcional é caracterizado por um bosque estruturalmente simples com um estrato arbóreo aberto, um arbustivo variável e outro gramíneo com mistura de gramíneas C3 e C4. A produtividade é relativamente alta pois as gramíneas rapidamente produzem biomassa rica em nitrogênio e outros nutrientes após as chuvas. Baixas temperaturas de inverno, geadas e neves ocasionais podem limitar a estação de crescimento. Os solos são geralmente de textura finas e férteis, mas o nitrogênio pode ser limitante em algumas áreas. Possui alta diversidade e baixo endemismo.

Este grupo funcional está distribuído nas regiões de clima temperado do sudeste e sudoeste da Austrália, na Patagônia e Pampas da América do Sul, no oeste e leste da América do Norte, na região Mediterrânea e na Eurásia temperada.

T4.5 CAMPOS TEMPERADOS SUBÚMIDOS (TEMPERATE SUBHUMID GRASSLANDS)

Este grupo funcional é caracterizado por um estrato gramíneo (C3 e C4) de relevante importância e no qual ocorrem árvores ou arbustos isolados em climas subúmidos temperados. A produtividade é relativamente alta pois as gramíneas rapidamente produzem biomassa rica em nitrogênio e outros nutrientes após as chuvas. As temperaturas frias do inverno, com geadas e neves frequentes em localizações continentais, limitam o crescimento, enquanto os verões são quentes. Os solos são profundos, férteis, orgânicos e geralmente de textura fina. Possui alta diversidade e baixo endemismo.

Este grupo funcional está distribuído na Eurásia ocidental, nordeste Asiático, meio oeste da América do Norte, Patagônia e Pampas da América do Sul, sudeste Africano, sudeste Australiano e sul da Nova Zelândia.

T5.2 VEGETAÇÕES ESPINHOSAS DE DESERTOS E REGIÕES SEMI-ÁRIDAS (THORNY DESERTS AND SEMI-DESERTS)

Este grupo funcional é caracterizado por possuir plantas de vida perene, muitas com espinhos e suculência nas folhas e no caule. O endemismo local é grande entre os animais e plantas. A produtividade do ecossistema é baixa, porém relativamente constante. A cobertura vegetal é esparsa (10-30%), as plantas dominantes são tolerantes ao calor e a seca, com baixa taxa de crescimento e reprodução. O clima é subtropical árido, com temperaturas extremas no verão e invernos amenos, contando com longos períodos de déficit hídrico. Os animais e plantas desse ecossistema apresentam características especiais para lidar com o clima adverso. No caso das plantas a espinescência, cutículas foliares espessas, estômatos em criptas e redução foliar, já os animais apresentam ritmo metabólico lento, características noturnas e o hábito de morarem em tocas.

Este grupo funcional está distribuído especialmente nas latitudes subtropicais das Américas, África meridional e Ásia meridional.

T6.5 VEGETAÇÕES HERBÁCEAS ALPINAS TROPICAIS (TROPICAL ALPINE MEADOWS AND SHRUBLANDS)

Este grupo funcional é encontrado em áreas de montanha e caracterizado por possuir uma densa cobertura de gramíneas tolerantes ao frio, arbustos e poucas árvores. Líquens e musgos também são comuns. A produtividade é baixa, limitada pelo clima frio, com ciclos de congelamento do solo (geadas) e condições de ressecamento. A diversidade de espécies é baixa a moderada, porém o endemismo é alto. As temperaturas à noite são baixas, até -10°C, e os dias possuem temperaturas amenas, em média de 15°C. A precipitação acontece em abundância, nevoeiros, neves e geadas são comuns, porém, condições de ressecamento entre os intervalos de precipitação e a alta incidência solar quando as raízes estão congeladas causam estresse hídrico. O substrato do solo é geralmente rochoso e raso, com pouca capacidade de retenção de umidade.

Este grupo funcional está restrito a áreas tropicais montanhosas na América Central e do Sul, África Ocidental e Oriental e Sudeste Asiático.

TF1.1 FLORESTAS TROPICAIS ALAGADAS E FLORESTAS DE TURFEIRAS (TROPICAL FLOODED FORESTS AND PEAT FORESTS)

Este grupo funcional é caracterizado por florestas tropicais com dossel fechado em áreas de pântanos ou ripárias com grande quantidade de biomassa. A produtividade difere entre os sistemas ripários de “água branca” e os sistemas de “água preta”. No último sistema, os nutrientes são capturados principalmente pela biomassa das plantas, serapilheira ou turfas. Já nos sistemas de “água branca”, os nutrientes são repostos continuamente pela corrente fluvial. Grandes volumes de chuvas, o fluxo dos rios e o lençol freático garantem abundância de água. As árvores podem apresentar características especiais para sobreviver nesses ambientes, como raízes superficiais ou pneumatóforas. As áreas de “água preta” podem se tornar ácidas e com poucos nutrientes, já as de “águas brancas” não são permanentemente inundadas, porém podem sofrer distúrbios causados por grandes enchentes. Há baixa variação de temperatura entre o ano, raramente chegando a menos de 10°C.

Este grupo funcional ocorre em planícies equatoriais do Sudeste Asiático, América do Sul e Central e África oriental, entretanto é mais presente na ilha de Bornéu e nas planícies da Amazônia.

TF1.3 PÂNTANOS PERMANENTES (PERMANENT MARSHES)

Este grupo funcional é composto por áreas úmidas de água doce, rasas e permanentemente inundadas. Não há vegetação lenhosa, porém há vegetação emergente abundante de gramíneas e juncos em mosaicos com áreas abertas de água. A produtividade primária é alta, com a maioria dos nutrientes advindos da infiltração da água em áreas da bacia hidrográfica e trazidos através pelo fluxo fluvial. A fauna é abundante, com peixes, insetos, mamíferos e aves aquáticas adaptadas ao ambiente. As inundações são mantidas ao longo do ano e, por vezes, não dependem do clima local. O substrato

geralmente apresenta condições anaeróbicas, a salinidade é baixa, mas pode ser transitória em áreas conectadas a lagoas salobras.

Este grupo funcional ocorre em várias áreas do planeta, atrelado a vários ambientes geomórficos, como margens de lagos, planícies fluviais e deltas.

TF1.4 PÂNTANOS SAZONAIS DE PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO (SEASONAL FLOODPLAIN MARSHES)

Este grupo funcional é caracterizado por áreas sazonalmente inundadas pelo regime de cheias de rios, refletindo a precipitação sazonal das bacias hidrográficas. Há influência de gradientes de salinidade e marés, quando os pântanos se encontram perto de estuários ou lagoas de água salobra. A área inundada varia durante o ano, de acordo com o regime pluvial. A heterogeneidade geomórfica das planícies de deposição de sedimentos, conferem a esse grupo áreas contrastantes, como refúgios e “ilhas” secas que raramente sofrem inundação. O solo poder ser constituído de um substrato aluvial fértil ou de areias inférteis com várias granulometrias, umidade e matéria orgânica. Essas áreas estão sujeitas a queimadas na estação seca. O fogo libera nutrientes, muda a estrutura vegetacional, consome a matéria orgânica e diminui a área alagável.

Este grupo funcional ocorre espalhado pelos trópicos e regiões temperadas do planeta.

F1.2 RIOS PERENES DE TERRAS BAIXAS (PERMANENT LOWLAND RIVERS)

Este grupo funcional caracteriza-se por rios com pouca turbulência, baixa a moderada velocidade de fluxo de água e volume de água moderado (menor que 10.000 m³/s). O fluxo dos rios é contínuo e permanente, mas pode variar sazonalmente de acordo com a precipitação na área da bacia hidrográfica. Essa combinação de características é mais comum em baixas altitudes (menor que 200 metros). Os canais dos rios têm de 10 a algumas centenas de metros de largura e até 10 metros de profundidade, com substratos leves. Eles são dominados por processos deposicionais. Os nutrientes desse sistema dependem do fluxo de insumos das zonas ripárias e das planícies de alagamento e variam de acordo com a geoquímica da bacia hidrográfica. O oxigênio e as temperaturas variam de acordo com o clima e características da bacia.

Este grupo distribui-se por todas as planícies das zonas tropicais e temperadas, sendo incomum em zonas áridas e ausente em zonas boreais.

T7.1 CULTIVOS AGRÍCOLAS ANUAIS (ANNUAL CROPLANDS)

Entre as principais características deste grupo funcional estão a alta produtividade, diversidade muito baixa, estrutura trófica simples e baixa densidade de vertebrados. Dominância de uma ou poucas espécies cultivadas, não lenhosas e de raízes rasas. A disponibilidade natural alta a moderada de água e nutrientes é complementada por insumos antrópicos, via irrigação, terraplanagem, canalização da drenagem e/ou aplicação de fertilizantes. Inundações intermitentes podem ocorrer onde áreas úmidas foram substituídas por cultivos. Sazonalmente, as temperaturas vão de amenas a quentes. Estes sistemas de cultivo geralmente estão associados a terrenos planos a suave ondulados, favoráveis à mecanização. Perturbações artificiais, como o processo de aragem, mantêm a renovação do solo, a aeração, a liberação de nutrientes e o baixo teor de carbono orgânico no solo.

Este grupo funcional está presente nas zonas climáticas úmidas tropicais a temperadas, nas planícies fluviais em climas secos no sul subsaariano e norte da África, Europa, Ásia, sul da Austrália, Oceania e Américas.

T7.2 PASTAGENS E CAMPOS CULTIVADOS (SOWN PASTURES AND FIELDS)

Entre as principais características deste grupo funcional estão a produtividade alta a moderada, baixa diversidade, estrutura trófica simples e dominância de gramíneas e presença de mamíferos herbívoros. A disponibilidade natural alta a moderada de água e nutrientes é complementada por insumos antrópicos, via gerenciamento hídrico, terraplanagem, canalização da drenagem e/ou aplicação de fertilizantes. Inundações

intermitentes podem ocorrer onde áreas úmidas foram substituídas por pastagens. Sazonalmente, as temperaturas vão de amenas a quentes. Estes sistemas de cultivo geralmente estão associados a substratos moderadamente férteis, com relevo plano a suave ondulado, favorável à mecanização. Perturbações artificiais, como o processo de aragem, mantêm a renovação do solo, a aeração, e a liberação de nutrientes.

Este grupo funcional está presente principalmente nas zonas de climas subtropicais a temperados e nos países desenvolvidos em toda a Europa, leste e sul, Ásia, África subtropical e temperada, sul da *Australásia* (região constituída pela Austrália, Nova Zelândia, Nova Guiné e algumas ilhas da Oceania e do Pacífico), América do Norte e Central e na América do Sul.

T7.3 CULTIVOS PERENES E SILVICULTURA (PLANTATIONS)

Entre as principais características deste grupo funcional estão a produtividade alta a moderada, diversidade baixa a moderada, estrutura trófica simples e dominância de árvores ou arbustos. A disponibilidade natural alta a moderada de água e nutrientes é complementada por insumos antrópicos, via irrigação, sistemas de gerenciamento intensivo, terraplanagem e modificações no sistema de drenagem. Precipitação alta, ao menos sazonalmente, e temperaturas de amenas a quentes. Regimes de perturbação artificial envolvendo a remoção completa ou parcial de biomassa e renovação do solo são implementados com uma frequência sub-decenal a multi-decenal.

Este grupo funcional está presente nas zonas climáticas úmidas tropicais a temperadas frias, planícies fluviais em climas secos no sul subsaariano, África mediterrânea, Europa, Ásia, Austrália meridional, Oceania e Américas.

T7.4 ECOSSISTEMAS URBANOS E INDUSTRIAIS (URBAN AND INDUSTRIAL ECOSYSTEMS)

Este grupo funcional tem entre suas principais características as fontes de energia alóctones, baixa diversidade, estrutura trófica esparsa e baixa densidade populacional. Disponibilidade de água, nutrientes e energia controladas artificialmente. Temperaturas urbanas elevadas por fatores antropogênicos como a conversão de energia química em calor e a absorção de energia solar por edificações e superfícies pavimentadas. Entretanto, no interior das edificações a temperatura pode ser amenizada artificialmente. Ocorre o aumento do escoamento superficial e redução da percolação devido à impermeabilização das superfícies. Poluição atmosférica, de origem química e particulada, sonora e luminosa podem afetar a biota. Distúrbios recorrentes provocados pelo desenvolvimento e renovação da infraestrutura e pela ocorrência de desastres naturais como tempestades, inundações, terremotos e tsunamis. Frequente movimentação de pessoas, biota e materiais entre as cidades.

Este grupo funcional se apresenta extensivamente disperso desde as zonas equatoriais até as latitudes subpolares, desde o nível do mar até as altitudes submontanas, principalmente nas proximidades da costa, rios ou lagos, sobretudo na América do Norte, Europa Ocidental e Japão, bem como Índia, China e Brasil.

F3.1 GRANDES RESERVATÓRIOS (LARGE RESERVOIRS)

Entre as principais características deste grupo funcional estão a produtividade baixa a moderada, baixa diversidade, endemismo e estrutura trófica simples. Além disso, há o domínio da biota pelágica, manejada artificialmente, e a presença de uma compartimentação limnológica. Estes reservatórios são alimentados pela água de rios, sendo que os volumes de entrada podem ser regulados. Grandes variações no nível da água produzem margens extensas que são intermitentemente inundadas ou sofrem ressecamento, limitando a produtividade e o número de espécies capazes de se adaptarem. Os influxos podem conter altas concentrações de fósforo e /ou nitrogênio (provenientes de efluentes de tratamento de esgoto ou terras agrícolas fertilizadas), levando à eutrofização. Características geomorfológicas, pedológicas e as formas de ocupação da bacia hidrográfica têm influência direta na entrada de sedimentos e, portanto, nas taxas de turbidez, penetração de luz, produtividade de algas plancônicas e

bentônicas, bem como taxas de deposição de sedimentos no fundo do reservatório. A estratificação térmica e os gradientes de oxigênio e penetração da luz têm forte influência na estrutura das comunidades bióticas e nas interações tróficas, assim como as introduções artificiais de peixes, plantas aquáticas e outras espécies exóticas.

Os grandes reservatórios encontram-se dispersos por todos os continentes, tendo maiores concentrações na Ásia, Europa e América do Norte. Globalmente, existem mais de 3.000 reservatórios com área de superfície maior que 50 km².

FM 1.3 LAGOS E LAGUNAS INTERMITENTEMENTE FECHADOS (INTERMITTENTLY CLOSED AND OPEN LAKES AND LAGOONS)

Entre as principais características deste grupo funcional estão a alta produtividade, diversidade moderada, rede trófica simples, ciclos de vida curtos e dominância de comunidades bentônicas. São corpos d'água costeiros rasos que estão intermitentemente conectados ao oceano. Algumas lagunas estão quase que permanentemente abertas, fechando apenas uma vez ao longo de décadas. Algumas abrem e fecham com frequência, e outras passam a maior parte do tempo fechadas. O tempo e a frequência de fechamento dependem do equilíbrio entre os processos de sedimentação (que fecham a entrada) e erosão (que abrem a entrada) intra e extra costeiros. A conexão com o oceano leva a mudanças no nível da água, amplitude das marés, gradientes de salinidade e temperatura, disponibilidade de nutrientes, oxigênio dissolvido e fontes de carbono orgânico. O fechamento pode ser regulado artificialmente e influenciar fortemente tais processos.

Estão distribuídas ao longo das costas dominadas por ondas em todo o mundo, mas predominam nas linhas de costa microtidais e mesotidais das latitudes médias com alta variabilidade interanual na precipitação e no regime de ondas. Maiores ocorrências na Austrália (21% das ocorrências globais), África do Sul (16%) e México (16%).

MT1.3 COSTAS ARENOSAS (SANDY SHORELINES)

Entre as principais características deste grupo funcional estão a baixa produtividade e energia heterotrófica líquida, diversidade moderada a alta, baixo endemismo, dominância da mesofauna (que vive entre os grãos de sedimentos), adaptação ao fluxo de sedimentos e presença de biota terrestre e marinha itinerantes. Fatores físicos são geralmente mais importantes do que fatores biológicos. Tamanho dos grãos, regime de ondas e marés e sua energia determinam a morfologia das praias, que por sua vez influenciam a disponibilidade espacial e temporal de recursos e diversidade de nichos. A ação das ondas mantém a instabilidade do substrato e um suprimento abundante de oxigênio através da turbulência. Marés e correntes influenciam a dispersão da biota e regulam os ciclos diários de dessecação e hidratação, bem como a salinidade. As praias podem variar entre reflexivas (estreitas e íngremes, mais comuns nos trópicos) a dissipativas (largas e planas, mais comuns nas zonas temperadas). Estes perfis estão diretamente relacionados à filtragem da água do mar pelas areias, sendo maior nas reflexivas que nas dissipativas. As praias estão conectadas à zona de rebentação (ou de surfe) e às dunas costeiras através do armazenamento, transporte e intercâmbio de sedimentos. Em locais com dunas bem desenvolvidas predomina o processo de armazenamento, e em locais onde a zona de rebentação está mais exposta, predomina o processo de transporte.

Costas arenosas são mais extensas em latitudes temperadas, respondendo por 31% dos litorais livres de gelo, incluindo 66% da costa africana e 23% da costa europeia.

MT2.1 VEGETAÇÃO HERBÁCEA E ARBUSTIVA COSTEIRA (COASTAL SHRUBLANDS AND GRASSLANDS)

Este grupo funcional é caracterizado pela moderada produtividade, baixo endemismo e uma estrutura trófica simples. A vegetação herbácea, arbustiva e arbórea baixa está distribuída ao longo dos litorais e é limitada pela salinidade, instabilidade do substrato, déficit hídrico e recorrentes distúrbios, como fortes ventos e ação das marés. Adaptações da vegetação são comuns e conferem tolerância aos fatores limitantes.

Este grupo funcional está distribuído nas dunas e nos penhascos dos litorais ao longo das latitudes tropicais, temperadas e boreais.

MFT1.2 VEGETAÇÕES FLORESTAIS E ARBUSTIVAS DE ZONAS ENTREMARÉS (INTERTIDAL FORESTS AND SHRUBLANDS)

Este grupo funcional é caracterizado pela alta produtividade, baixa diversidade e endemismo, e uma estrutura trófica complexa. Os mangues possuem adaptações que conferem tolerância ao ambiente pobre em oxigênio, salinidade e substratos móveis e inundáveis conforme a maré. Os mangues são intolerantes às baixas temperaturas e os solos são, em sua maioria, pobres em nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, mas a vegetação é extremamente eficiente no uso do nitrogênio e na reabsorção de nutrientes. Esses ecossistemas também são grandes sumidouros de carbono, incorporando matéria orgânica e sedimentos à biomassa viva. Presença de biota marinha e terrestre itinerantes. Raízes especializadas (pneumatóforos e raízes de palafitas) criam um habitat que protege peixes juvenis do ataque de predadores, além de formar um substrato duro que permite a fixação de algas, organismos sésseis e invertebrados móveis.

Este grupo funcional está amplamente distribuído ao longo dos litorais das regiões tropicais e subtropicais.

MFT1.3 BREJOS E CAMPOS SALINOS COSTEIROS (COASTAL SALTMARSHES AND REEDBEDS)

Este grupo funcional, de produtividade moderada, é caracterizado por ervas rasteiras, gramíneas e arbustos que recobrem os campos salinos e possui forte relação com os gradientes hidrológicos e de salinidade locais. Adaptações da vegetação conferem tolerância a salinidade, dessecação e baixa oxigenação do substrato. O alto nível e variação da salinidade é influenciado pelos episódios alternados de dessecação e lavagem do solo, associado aos ciclos de inundação e seca das marés e precipitação e escoamento de água doce na zona costeira superior. Esses processos podem levar a transformação dos campos para mangues.

Este grupo funcional está amplamente distribuído, principalmente em litorais de baixa energia ao longo das latitudes desde o ártico, passando pela região tropical, até a região sub-Antártida.

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Coordenação do projeto

Therence Paoliello de Sarti
Maria Luisa da Fonseca Pimenta

Coordenação técnica da publicação

Ivone Lopes Batista
Manuela Mendonça de Alvarenga
Fernando Peres Dias

Revisão final do texto

Anderson Ribeiro Santiago
Leonardo Lima Bergamini
Liane Barreto Alves Pinheiro
Luciana Mara Temponi de Oliveira

Equipe técnica

Ana Clara Alencar Lambert
Fabio Correa Didoné
Fernando Peres Dias
Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira
Leonardo Lima Bergamini
Luis Henrique Rocha Guimaraes
Manuela Mendonça de Alvarenga
Mariza Alves de Macedo Pinheiro
Otto Marques dos Santos Neves
Pedro Edson Leal Bezerra
Sidney Geraldo Silveira Velloso

Se o assunto é **Brasil**,
procure o **IBGE**.



/ibgecomunica



/ibgeoficial



/ibgeoficial



/ibgeoficial

www.ibge.gov.br 0800 721 8181



ISBN 978-65-87201-78-8



9 786587 201788