UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRESSA TRES

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O BRASIL SEGUNDO AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

CURITIBA

2016

ANDRESSA TRES

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O BRASIL SEGUNDO AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador:
Prof. Dr. Alexandre França Tetto

Coorientador:
Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares
Prof. Dr. William Thomaz Wendling

CURITIBA
2016

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Tres, Andressa
Classificação climática para o Brasil segundo as zonas de vida de Holdridge / Andressa Tres. – Curitiba, 2016.
89 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto
Coorientadores: Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares
Prof. Dr. William Thomaz Wendling
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 12/08/2016.
Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Climatologia - Brasil. 2. Microclimatologia florestal. 3. Vegetação e clima. 4. Teses. I. Tetto, Alexandre França. II. Soares, Ronaldo Viana. III. Wendling, William Thomaz. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9
CDU – 634.0.111(81)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Programa de Pós Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL
Código CAPES: 40001016015P0

ATA Nº 1176

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA FLORESTAL

No dia doze de Agosto de dois mil e dezesseis às 14:00 horas, na sala de Reuniões, Avenida Lothário Meissnner, 632, do Setor de CIÊNCIAS AGRÁRIAS da Universidade Federal do Paraná, foram instalados os trabalhos de arguição da mestranda **ANDRESSA TRES** para a Defesa Pública de sua Dissertação intitulada: "**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O BRASIL SEGUNDO AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE.**". A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: ALEXANDRE FRANÇA TETTO (UFPR), ANTONIO CARLOS BATISTA (UFPR), MARCOS SILVEIRA WREGE (EMBRAPA). Dando início à sessão, a presidência passou a palavra a discente, para que a mesma expusesse seu trabalho aos presentes. Em seguida, a presidência passou a palavra a cada um dos Examinadores, para suas respectivas arguições. A aluna respondeu a cada um dos arguidores. A presidência retomou a palavra para suas considerações finais e, depois, solicitou que os presentes e a mestranda deixassem a sala. A Banca Examinadora, então, reuniu-se sigilosamente e, após a discussão de suas avaliações, decidiu-se pela aprovação da aluna. A mestranda foi convidada a ingressar novamente na sala, bem como os demais assistentes, após o que a presidência fez a leitura do Parecer da Banca Examinadora. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, ALEXANDRE FRANÇA TETTO, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Curitiba, 12 de Agosto de 2016.

Prof ALEXANDRE FRANÇA TETTO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

Prof ANTONIO CARLOS BATISTA
Avaliador Interno (UFPR)

Prof MARCOS SILVEIRA WREGE
Avaliador Externo (EMBRAPA)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO U.F.P.R. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL MESTRADO DOUTORADO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Aos meus pais, Joacir e Solange, e aos meus queridos nonos maternos, Ofélia (*in memoriam*) e Vitorino (*in memoriam*), e paternos, Thereza (*in memoriam*) e Carlos (*in memoriam*), dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre iluminar meus caminhos e me guiar nos momentos de dificuldade.

Aos meus familiares, especialmente aos meus pais, Joacir e Solange, pelo constante apoio, incentivo e exemplo em minha vida e às minhas irmãs, Vanessa e Gabriele, que alegram a minha existência.

Ao meu noivo, Duá, pelo companheirismo, cumplicidade e companhia nas noites de finalização da dissertação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre França Tetto, que não se cansa de me desafiar. Obrigada pela paciência, pelas inúmeras contribuições e pelas oportunidades ao longo de todos esses anos!

Aos meus coorientadores, Prof. Ronaldo Viana Soares e Prof. William Thomaz Wendling. O acompanhamento de vocês foi fundamental! Agradeço especialmente ao Prof. William pela elaboração do programa de classificação de Holdridge.

Aos amigos do Laboratório de Unidades de Conservação, especialmente Bárbara e Gonzalo, pela alegria compartilhada nos bons momentos e pela terapia gratuita nos momentos difíceis.

Aos amigos do Laboratório de Incêndios Florestais, especialmente Igor, Bruna e Tati, pelos cafés, almoços, risadas, festas juninas e pela ajuda com o ArcGIS!

A todas as pessoas a quem recorri no desenvolvimento do projeto e que me responderam prontamente: Regiane Kock, Sédirson Moreira, Profa. Silvana Camboim, Prof. Paulo Justiniano e Prof. Benito Olivares Aguilera.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Antonio Carlos Batista e Dr. Marcos Silveira Wrege. Agradeço por todos os comentários, questionamentos e correções.

Reinaldo e David, pelo apoio com a burocracia do dia a dia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

RESUMO

O clima é um dos fatores mais importantes na elaboração de um zoneamento agrícola ou florestal e conhecê-lo é imprescindível antes da implantação de um empreendimento. Visto a variedade de atividades agrícolas e florestais no Brasil, é primordial a existência de um mapa das zonas de vida do país. As zonas de vida são as divisões climáticas propostas pela classificação de Holdridge de 1947. Esse sistema é considerado mais ecológico que os demais sistemas de classificação do clima e, desta forma, tem o objetivo de agrupar associações ecológicas semelhantes. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi classificar os municípios brasileiros segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge e compará-los com o mapa de vegetação do IBGE (2006) e com a classificação climática de Köppen. Para isso, foram utilizados dados de temperatura, precipitação, altitude, latitude e classificação de Köppen dos municípios disponibilizados por Alvares et al. (2013), onde mais de 25 anos de registros foram considerados entre os anos de 1950 e 1990. Para a classificação das zonas de vida, seguiu-se a metodologia de Holdridge (2000), com uso de *software* desenvolvido no FoxPro e ferramentos de geoprocessamento para a elaboração dos mapas. Os resultados mostraram que, no Brasil, foram encontradas 39 zonas de vida divididas entre três pisos altitudinais (basal, premontano e montano baixo) e três regiões latitudinais (tropical, subtropical e temperada). As zonas de vida mais encontradas no Brasil foram floresta úmida tropical basal e floresta úmida subtropical basal, cobrindo 54,3% da superfície do país, principalmente nas regiões norte, centro-oeste e sudeste. A vegetação arbórea espinhosa foi a zona de vida mais seca encontrada no país e, assim como as transições dessa zona de vida, se concentrou na região nordeste. A zona de vida mais úmida do Brasil foi floresta muito úmida e se localizou principalmente na região amazônica. A maior quantidade de correspondências de 100% aconteceu entre as zonas de vida e os tipos climáticos da classificação de Köppen. A vegetação apresentou muitas classes, dentre elas diversas transições, o que nem sempre resultou em índices elevados de correspondência quando comparada às zonas de vida de Holdridge. Pode-se concluir que, de forma geral, as zonas de vida se apresentaram como uma opção relevante e coerente para descrever o clima e as associações vegetais brasileiras.

Palavras-chave: Climatologia. Biotemperatura. Zoneamentos florestais.

ABSTRACT

Climate is one of the most important influences in the development of an agricultural or forestry zoning and its knowledge is vital prior to activities implementation. Due to the variety of Brazilian agricultural and forestry activities, the existence of a map containing the life zones of the country is essential. These life zones are part of a classification system based on climate divisions created by Holdridge, in 1947. This system is considered the most ecological classification system among all of the existing, and due to this characteristic, it has the function of gather similar ecological associations. Thus, the purpose of this study was to classify the Brazilians municipalities according to the Holdridge's life zones classification system and compare it with both vegetation´s map of IBGE (2006) and Köppen's climate classification. In order to achieve the purpose of this study, there were used temperature, rainfall, altitude and latitude data, as well as Köppen's classification of the municipalities available at Alvares et al. (2013), where more than 25 years of data were considered between 1950 and 1990. For the life zone´s classification, the methodology of Holdridge (2000) was considered with a software developed at FoxPro and geoprocessing tools for maps confection. The results showed that 39 life zones were found in Brazil, divided among three altitudinal levels (at sea level, premontane and lower montane) and three latitudinal regions (tropical, subtropical and warm temperate). The most common life zones in Brazil is tropical moist forest and subtropical moist forest, which cover 54.3% of the country's surface, especially in the North, Midwest and Southeast regions. The thorn woodland was the driest life zone found in Brazil and, as the transitions of this life zone, were mostly found in the Northeast region. The wettest life zone found in Brazil was wet forest, which is located primarily in the Amazon region. The largest quantity of 100% of correlation occurred between the life zones and the Köppen's climate classification. The vegetation presented many classes, with different transitions among them, which does not always results in high levels of correlation when compared to the Holdridge's life zones system. It is possible to conclude that, in general, the life zones classification system happened to be a relevant and coherent method in order to describe climate and vegetation associations from Brazil.

Keywords: Climatology. Biotemperature. Forestry zoning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO BRASIL SEGUNDO KÖPPEN 29
FIGURA 2 - MAPA DE ALTITUDE DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.....30
FIGURA 3 - MAPA DE VEGETAÇÃO DO BRASIL.....32
FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS BRASILEIRAS.....33
FIGURA 5 - DIAGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE.....36
FIGURA 6 - DIAGRAMA DOS PISOS ALTITUDINAIS DO SISTEMA DE HOLDRIDGE.....37
FIGURA 7 - FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS REALIZADOS NO *SOFTWARE* FOXPRO.....39
FIGURA 8 - MAPA DE BIOTEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS.....40
FIGURA 9 - ANÁLISE *CLUSTER* DO MAPA DE BIOTEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS 42
FIGURA 10 - MAPA DE BIOTEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS CORRIGIDAS.....44
FIGURA 11 - ANÁLISE *CLUSTER* DO MAPA DE BIOTEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS CORRIGIDAS.....45
FIGURA 12 - REGIÕES LATITUDINAIS NO BRASIL SEGUNDO HOLDRIDGE..47
FIGURA 13 - PISOS ALTITUDINAIS NO BRASIL.....48
FIGURA 14 - ZONAS DE VIDA PARCIAIS BRASILEIRAS.....50
FIGURA 15 - ZONAS DE VIDA DA REGIÃO CENTRO-OESTE.....53
FIGURA 16 - ZONAS DE VIDA DA REGIÃO NORDESTE.....55
FIGURA 17 - ZONAS DE VIDA DA REGIÃO NORTE.....57
FIGURA 18 - ZONAS DE VIDA DA REGIÃO SUDESTE.....59
FIGURA 19 - ZONAS DE VIDA DA REGIÃO SUL.....61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - REAGRUPAMENTO DAS CLASSES DE VEGETAÇÃO BRASILEIRAS.....31
TABELA 2 - EXTENSÕES APROXIMADAS DAS REGIÕES DE VEGETAÇÃO EM GRAUS DE LATITUDE SEGUNDO HOLDRIDGE.....37
TABELA 3 - REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO CENTRO-OESTE.....62
TABELA 4 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA DO CENTRO-OESTE (%).....64
TABELA 5 - REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO NORDESTE.....65
TABELA 6 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA DO NORDESTE (%).....67
TABELA 7 - REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO NORTE.....68
TABELA 8 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA DO NORTE (%).....70
TABELA 9 - REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO SUDESTE.....71
TABELA 10 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA DO SUDESTE (%).....72
TABELA 11 - REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO SUL.....74
TABELA 12 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA DO SUL (%).....75
TABELA 13 - REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO CENTRO-OESTE.....76
TABELA 14 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO CENTRO-OESTE (%).....77
TABELA 15 - REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO NORDESTE.....78
TABELA 16 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO NORDESTE (%) 79
TABELA 17 - REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO NORTE.....80
TABELA 18 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO NORTE (%).....80
TABELA 19 - REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO SUDESTE.....81
TABELA 20 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO SUDESTE (%).....82

TABELA 21 - REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO SUL.....83
TABELA 22 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO SUL (%).....83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 OBJETIVOS 14

2.1 OBJETIVO GERAL 14

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14

3 REVISÃO DE LITERATURA 15

3.1 O ESTUDO DO CLIMA 15

3.1.1 Climatologia tropical e brasileira 18

3.1.2 Bioclimatologia vegetal 19

3.2 CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS 20

3.3 CLASSIFICAÇÃO DE HOLDRIDGE 23

4 MATERIAL E MÉTODOS 28

4.1 ÁREA DE ESTUDO 28

4.2 OBTENÇÃO DOS DADOS 33

4.3 CLASSIFICAÇÃO DE HOLDRIDGE 34

4.3.1 Cálculo da biotemperatura e da relação de evapotranspiração potencial 34

4.3.2 Determinação das zonas de vida 35

4.4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS 38

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 40

5.1 BIOTEMPERATURA 40

5.2 REGIÕES LATITUDINAIS 46

5.3 PISOS ALTITUDINAIS 47

5.4 ZONAS DE VIDA 49

5.4.1 Brasil 49

5.4.2 Região centro-oeste 52

5.4.3 Região nordeste 54

5.4.4 Região norte 56

5.4.5 Região sudeste....58
5.4.6 Região sul....60
5.5 COMPARAÇÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE....62
5.5.1 Região centro-oeste....62
5.5.2 Região nordeste....65
5.5.3 Região norte....68
5.5.4 Região sudeste....71
5.5.5 Região sul....73
5.6 COMPARAÇÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE....76
5.6.1 Região centro-oeste....76
5.6.2 Região nordeste....77
5.6.3 Região norte....80
5.6.4 Região sudeste....81
5.6.5 Região sul....83
6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS....85
REFERÊNCIAS....86

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização, o clima vem influenciando as atividades humanas. Ele determinou onde povos se instalariam, que roupas usariam, qual o formato de suas casas e materiais utilizados para a sua construção, o que comeriam e até mesmo quais aspectos físicos teriam. Porém, antes de influenciar a espécie humana, o clima já vinha agindo sobre espécies vegetais e animais determinando sua evolução e distribuição no planeta Terra.

Diversas classificações climáticas foram criadas com o objetivo de determinar, por meio de valores de temperatura, precipitação, evapotranspiração potencial, entre outras variáveis, o clima de uma região. Porém, transformar um evento desta magnitude em modelo matemático é uma tarefa difícil e, até hoje, não existe uma classificação que consiga atender a todas as necessidades.

O clima e a vegetação possuem uma estreita relação, onde ambos são mutualmente influenciáveis. Localmente, a introdução da vegetação pode modificar o clima de um bairro ou município. Em uma escala maior, o clima e suas variações podem ocasionar o deslocamento de espécies e a mudança de ecossistemas.

Holdridge propôs, em 1947, uma classificação ecológica baseada em parâmetros climáticos, biotemperatura e precipitação, e não-climáticos, latitude e altitude. A biotemperatura pode ser definida como o intervalo de temperatura onde há efetivo crescimento das plantas. Holdridge, em seu sistema de classificação, considerou o intervalo de 0 a 30 °C. As classes do sistema de classificação climática de Holdridge são chamadas de zonas de vida e têm o objetivo de agrupar associações ecológicas semelhantes em um nível superior.

Um zoneamento agrícola ou florestal de uma região é realizado a partir de diversos fatores que podem influenciar essas atividades: clima, solo, relevo, vegetação. Conhecê-los é imprescindível antes de qualquer implantação de atividade agrícola ou florestal para determinar a viabilização do empreendimento.

Visto o potencial de produção brasileiro e a variedade de atividades agrícolas e florestais em todo o país, é primordial a existência de um mapa das zonas de vida do Brasil para uma primeira aproximação da distribuição das mesmas. Este trabalho poderá subsidiar a realização de futuros estudos mais detalhados para cada região.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Classificar os municípios brasileiros segundo o sistema de zonas de vida proposto por Leslie R. Holdridge em 1947, comparando-o com o mapa de vegetação do país e com o da classificação climática de Köppen.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

i. Calcular a biotemperatura e a relação de evapotranspiração potencial para cada município brasileiro;
ii. Determinar a zona de vida em que se enquadra cada um dos municípios brasileiros;
iii. Comparar o mapa de zonas de vida de cada região brasileira com os respectivos mapas de vegetação e da classificação climática de Köppen;
iv. Elaborar matriz de confusão entre as zonas de vida de Holdridge e a vegetação;
v. Elaborar matriz de confusão entre as zonas de vida de Holdridge e a classificação climática de Köppen.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O ESTUDO DO CLIMA

O estudo do tempo e do clima é tão antigo quanto a curiosidade do homem a respeito do seu ambiente (AYOADE, 2010). Segundo Grisollet, Guilmet e Arléry (1962), pode-se afirmar que a climatologia é um dos ramos mais antigos do conhecimento humano.

De acordo com Soares, Batista e Tetto (2015), devido à influência do tempo sobre as atividades antrópicas, o conhecimento e a interpretação dos fenômenos meteorológicos sempre despertou a curiosidade do homem. Desta forma, ele passou a produzir e registrar o conhecimento sobre os componentes da natureza (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; MENDONÇA, 2012), acumulando conhecimento prático que permitiu compreender melhor como esses eventos variavam (STEINKE, 2012). De acordo com Grisollet, Guilmet e Arléry (1962), inicialmente as descrições das condições atmosféricas eram esporádicas e qualitativas e se tornaram registros sistemáticos com o passar do tempo.

As condições atmosféricas influenciam diversas atividades humanas como o ar, o alimento, a água, a maneira de vestir e construir abrigos (AYOADE, 2010), a saúde (física e psicológica) e o local onde estabelecer comunidades (GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962). Dessa forma, desvendar o comportamento da atmosfera e a dinâmica dos fenômenos naturais foi fundamental para que os grupos sociais deixassem de estar sujeitos às intempéries naturais e passassem a manipular as mesmas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Inicialmente, a compreensão do homem sobre os fenômenos era muito pequena. Eram atribuídos a alguns fenômenos do tempo, como o raio, o trovão, a chuva e a intensa seca, a condição de deuses ou a eles relacionados (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; AYOADE, 2010).

Estudos locais do clima foram desenvolvidos por diversos povos – como o regime de cheias e vazantes do rio Nilo observados pelos egípcios – porém, foram os gregos os primeiros a produzir e registrar, de forma mais direta, suas reflexões sobre o comportamento da atmosfera (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), conforme exemplificado em *Ares, Águas e Lugares*, escrito por Hipócrates por volta do ano 400

a.C., e *Meteorologica*, escrito por Aristóteles 50 anos depois (AYOADE, 2010; SOARES; BATISTA; TETTO, 2015).

Originalmente, a palavra *clima* deriva diretamente da palavra grega *klima (κλίμα)* que significa inclinação (PONCELET, 1956; GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962; VIANELLO; ALVES, 1991; CONTI, 1998). Para os gregos, essa palavra significava ou a inclinação média dos raios solares, que varia com a latitude, ou o declive dos terrenos em relação aos raios solares (PONCELET, 1956), ou ainda a inclinação do eixo terrestre em relação ao plano elíptico (GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962; CONTI, 1998). Eles acreditavam que a inclinação – ou curvatura – da superfície terrestre era a responsável pelas diferenças regionais do tempo, originando as zonas tórridas, temperadas e frias (VIANELLO; ALVES, 1991).

Com o passar do tempo, astrônomos e cosmógrafos definiram o clima como o espaço incluído entre dois paralelos, enquanto que médicos e geógrafos o definiam como uma região tendo as mesmas propriedades do ponto de vista da vida animal e vegetal (PONCELET, 1956).

As palavras ‘tempo’ e ‘clima’ são muitas vezes utilizadas como sinônimos, porém existe uma grande diferença entre esses termos. Para Köppen (1948), a diferença básica é que o tempo muda enquanto o clima se mantém constante. Porém, Köppen não considerou neste conceito as oscilações do clima.

O tempo é estudado pela meteorologia, enquanto o clima é o objeto de estudo da climatologia. A meteorologia é a ciência que estuda os fenômenos que ocorrem na atmosfera (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015) como raios, trovões, descargas elétricas, nuvens, previsão do tempo, entre outros (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; STEINKE, 2012). A climatologia pode ser definida como o estudo científico do clima, determinado pela síntese do tempo num dado lugar durante um extenso período (20 a 30 anos, no mínimo) (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). Desta forma, é considerada como a ciência que estuda a evolução dos fenômenos atmosféricos e sua espacialização (STEINKE, 2012). O surgimento da climatologia se deu algum tempo depois da sistematização da meteorologia, porém, Grisollet, Guilmet e Arléry (1962) afirmam que não é possível dizer com precisão o momento exato do seu surgimento.

O tempo atmosférico pode ser definido como:

- O conjunto de valores que, em um dado momento e lugar, caracterizam o estado atmosférico (GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962);

- As observações meteorológicas que ilustram, diariamente, a evolução do clima em diferentes regiões do mundo (BRUNIARD, 1992);
- O estado momentâneo da atmosfera em um determinado instante e lugar, considerando atributos como radiação, temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica (CONTI, 1998).

Miller (1950) relaciona o clima a diversos fatores: existência do comércio internacional e suas rotas, visto que diferentes culturas são produzidas em diferentes regiões; costumes regionais de cada país/povo; diferenças físicas presentes nos humanos, como cor da pele, olhos e cabelo, formato dos olhos, entre outras; efeitos psíquicos e vigor mental; colonização e saúde.

Alguns autores definem o clima com base em aspectos puramente físicos e meteorológicos:

- Hann[1] (1908, citado por PONCELET, 1956, p. 569) considera o clima como “o conjunto de fenômenos meteorológicos que caracteriza o estado médio da atmosfera em um ponto qualquer na superfície da Terra”;
- Segundo Thornthwaite (1948), os estudos climáticos tendem a se tornar uma análise estatística das observações de elementos individuais, como temperatura e precipitação;
- Walter (1986) afirma que o clima é o resultado da ação combinada de fatores meteorológicos num dado momento;
- Conti (1998) definiu o clima como a sucessão habitual dos tipos de tempo sobre determinado lugar;
- Torres e Machado (2008) afirmam que o clima é o conjunto de fenômenos meteorológicos que caracteriza, durante um longo período, o estado médio da atmosfera e sua evolução num determinado lugar;
- Rodrigues et al. (2009) afirmam que estudos sobre a climatologia de um local ou região tratam de caracterizar o estado médio da atmosfera em um determinado espaço de tempo;
- Para Ayoade (2010), o clima se refere às características da atmosfera inferidas de observações contínuas durante um longo período. O clima apresenta uma generalização, enquanto o tempo lida com eventos específicos.

[1] HANN, J. V. **Handbuck der klimatologie**. 4 ed. Engelhorns, Stuttgart, 1908.

Köppen (1948) colocou ênfase no aspecto biológico do clima, definindo-o como o conjunto de condições atmosféricas que fazem com que uma região da superfície terrestre seja mais ou menos habitável para os homens, animais e plantas.

Poncelet (1956, p. 570) percebeu que ele poderia reter três noções distintas e comuns à maioria das definições do clima estudadas por ele: a ideia de localização geográfica ou de espaço; a noção de séries de observações, em uma certa duração de tempo, apresentando flutuações diversas; e a existência de diferentes elementos da natureza, não somente meteorológicos, constituindo o complexo climático. A partir destas observações, ele pode definir o clima como “o conjunto flutuante de elementos físicos, químicos e biológicos caracterizando principalmente a atmosfera de um lugar e cuja ação complexa influencia a existência de seres que estão sujeitos a ela”.

Outra definição do clima, que associa diferentes aspectos como a definição de Poncelet, foi proposta por Grisollet, Guilmet e Arléry (1962), para os quais o clima é o conjunto de elementos que caracteriza a atmosfera e se combina para dar a cada ponto da Terra sua individualidade.

3.1.1 Climatologia tropical e brasileira

O clima é um componente essencial do ambiente tropical que deve ser levado em consideração em qualquer programa de desenvolvimento (AYOADE, 2010). O conhecimento científico da zona tropical do planeta Terra foi iniciado muito tardiamente comparando-se ao da zona temperada, onde se encontram os países de desenvolvimento socioeconômico mais expressivos (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). De acordo com Ayoade (2010), comparadas às zonas temperadas e polares, as áreas tropicais possuem cobertura insuficiente de dados e um limitado desenvolvimento de modelos locais de classificação climática.

Os primeiros estudos de climatologia tropical foram elaborados a respeito do regime de monções na Ásia e do clima do norte da África, por estudiosos ingleses e franceses, no momento em que os países europeus consolidavam sua dominação sobre essas novas áreas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). No Brasil, Sant’Anna Neto (2001) supõe que a criação do Observatório Astronômico Imperial do Rio de Janeiro, em 1827, permitiu o início dos procedimentos científicos que propiciariam o nascimento da climatologia no país. Conforme Ayoade (2010), o aumento de estudos meteorológicos aconteceu a partir da Segunda Guerra Mundial,

quando estações meteorológicas foram instaladas para atender às necessidades da aviação.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) afirmam que o Brasil é um dos poucos países tropicais a possuir um considerável acervo de documentos, ainda que recente, sobre a caracterização de sua configuração atmosférica e climática. Foi no final do século XIX que os estados brasileiros organizaram seus serviços de meteorologia e climatologia, o que permitiu a construção de um acervo de dados coletados, porém ainda sem uma padronização definida (SANT'ANNA NETO, 2001; ELY, 2006). Os primeiros trabalhos mais aprofundados no Brasil coincidem com o início da cafeicultura brasileira, ocorrida nas primeiras décadas do século XX (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; MENDONÇA, 2012).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a criação de um sistema de estações meteorológicas espacialmente bem distribuídas por todo o país somente aconteceu no século XX, com a criação do Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET), atual Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A padronização da rede meteorológica permitiu a elaboração das primeiras cartas sinóticas no país (ELY, 2006).

3.1.2 Bioclimatologia vegetal

De acordo com Rodríguez-Echeverría (2008), a bioclimatologia estuda as relações entre o clima e a distribuição das espécies na Terra, com o objetivo de determinar a relação entre valores numéricos de variáveis meteorológicas e a distribuição geográfica das espécies e comunidades vegetais.

Nimer (1979) afirma que dificilmente um fenômeno da natureza será compreendido quando encarado isoladamente. A distribuição da vegetação, por exemplo, raramente será justificada ou compreendida, se considerada isolada do clima que a influencia. Segundo Buriol et al. (2007), o clima de um local ou região é um dos fatores mais determinantes na distribuição geográfica da vegetação natural existente.

Cada espécie vegetal vive entre limites extremos de diferentes fatores e elementos do clima, fora dos quais o seu desenvolvimento não seria possível (GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962). Dentre os recursos que uma planta necessita para crescer, a água é o mais abundante e, com frequência, o mais limitante

(KERBAUY, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009). Logo, tanto a distribuição da vegetação sobre a superfície terrestre quanto a produtividade agrícola são controladas principalmente pela disponibilidade de água (KERBAUY, 2004), que contribui com diferenças marcantes no tipo de vegetação que se desenvolve ao longo de gradientes de precipitação (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Além da água, a quantidade de luz, a temperatura e o vento são elementos do clima importantes para o desenvolvimento das plantas. A temperatura desempenha um papel essencial no crescimento, controlando as taxas das reações metabólicas nas células (MOLLO, 2009); a quantidade de luz recebida pelos vegetais determina a atividade e o funcionamento da clorofila; e o vento atua na disseminação do pólen e das sementes (GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962). De acordo com os mesmos autores, dentre os diversos fatores climáticos que determinam a ecologia vegetal, a temperatura e a precipitação foram reconhecidos como os mais ativos.

Ometto (1981) afirma que a ocorrência biológica no planeta Terra é função da sua adaptação à energia disponível no meio e que o conhecimento das interrelações física e fisiológicas dos seres vivos é essencial dentro das necessidades de adaptação do ser vivo às condições do ambiente.

3.2 CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS

O sistema climático da Terra é heterogêneo. Desta forma, construir um modelo físico-matemático, que inclua todos os fatores que influenciam o clima, é um desafio para a ciência (VIANELLO; ALVES, 1991).

Grisollet, Guilmet e Arléry (1962) afirmam que o problema da classificação climática é insolúvel e só pode receber soluções arbitrárias e artificiais que são raramente adaptadas a todas as necessidades existentes. Informações sem interesse para algumas finalidades se tornam importantes para outras e o climatologista não consegue obter uma solução satisfatória para todas.

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as classificações climáticas são artificiais, subjetivas e encontram dificuldades em estabelecer fronteiras, pois são consideradas mais um produto humano do que um fenômeno da natureza. Para Bucknell (1966), definir fronteiras naturais não é fácil, pois são raramente claras e fixas, normalmente existindo uma zona de transição entre elas.

De modo geral, as classificações climáticas têm o objetivo de ordenar um grande volume de informações, possibilitar a rápida recuperação da informação, facilitar a comunicação (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), realizar uma análise completa dos elementos meteorológicos que determinam o clima, pesquisar as causas que explicam os diferentes climas e suas variações, estudar a ação do clima sobre os seres vivos, suas atividades econômicas e sociais (GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962) e definir os limites dos diferentes tipos de clima presentes na superfície do globo (OMETTO, 1981).

De acordo com Bucknell (1966), existem tendências para certas características e padrões que se repetem em diferentes partes do mundo, onde os principais fatores que determinam o clima são similares. O fato de existirem padrões discerníveis da complexidade é o que encoraja pesquisadores a procurar por explicações e a classificar os diferentes tipos de clima.

De acordo com Soares, Batista e Tetto (2015), duas correntes principais de análise podem ser adotadas na realização de classificações climáticas: a empírica e a genética. A corrente empírica se apoia na configuração climática observada, que pode ser baseada em apenas um elemento climático ou na combinação de vários elementos. A temperatura, por exemplo, pode produzir tipos climáticos, tais como quente, frio ou temperado, que podem ser definidos por limites matemáticos. Acrescentando outros elementos, tais como a precipitação, inúmeras novas combinações se tornam possíveis (VIANELLO; ALVES, 1991). Essa corrente tem sido amplamente difundida e aceita por estudiosos do mundo todo pela sua facilidade de uso e simplicidade de aplicação, porém pode ser considerada insuficiente pois enfatiza o estado médio, o que pode ocasionar em uma abstração da realidade e não considera a evolução dos fenômenos climáticos (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A corrente genética, ou dinâmica, visa produzir classificações climáticas de acordo com seus fatores causais (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). Latitude, configuração da circulação geral, efeitos dos oceanos e continentes, barreiras montanhosas e altitudes são bases para a classificação genética, produzindo tipos climáticos como polar, tropical, continental, marítimo, climas de montanhas, de terras baixas, entre outras (VIANELLO; ALVES, 1991). Esse sistema proporciona uma explicação das classificações por meio qualitativo e por isso é denominado sistema climático explicativo-descritivo (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). De acordo

com Bucknell (1966), esta corrente de classificação é a mais difícil das duas, pois as causas do clima podem ser muito variáveis.

Existe ainda o enfoque aplicado, ou técnico, que procura definir limites de classes em termos dos efeitos do clima sobre outros fenômenos. Um exemplo é realizar relações sistemáticas entre os elementos do clima e a distribuição mundial da vegetação, considerada um excelente indicador climático (VIANELLO; ALVES, 1991).

Já no século XIX, diversos cientistas tentaram desenvolver sistemas racionais para classificar o clima. Porém, a escassez de dados meteorológicos levou estas tentativas ao fracasso (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015).

Em 1901, Wladimir Köppen, um biólogo nascido na Rússia que dedicou a maior parte da sua vida aos estudos climáticos, publicou sua primeira classificação usando o mapa de vegetação mundial de um fisiologista francês (Alphonse Pyrame de Candolle). Após sucessivos aperfeiçoamentos essa classificação incorporou também temperatura, precipitação e características sazonais (VIANELLO; ALVES, 1991; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Sua classificação é considerada a primeira classificação climática planetária com base científica, sendo amplamente utilizada no Brasil e no mundo até os dias de hoje (TUHKANEN, 1980; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007) por ser um sistema de classificação simples, didático e de fácil aplicação (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). Köppen propôs definir o clima de um lugar a partir de uma combinação de letras, representando as iniciais de palavras em alemão, que indicam temperatura do ar, precipitação e distribuição desses elementos ao longo do ano (GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962). Este sistema de classificação, que foi o primeiro a empregar um simbolismo polinomial, é satisfatoriamente pedagógico, utiliza simples parâmetros climáticos como critérios e foi um dos primeiros sistemas quantitativos desenvolvidos. Porém, apontou-se que certas regiões climáticas definidas por ele não coincidem com os tipos de vegetação ou de solo (TUHKANEN, 1980).

O climatologista norte-americano Charles Warren Thornthwaite foi o criador de dois sistemas de classificação climática. O primeiro deles surgiu em 1931, sendo que o mapa mundial do clima, resultante desta classificação, foi publicado em 1933 (TUHKANEN, 1980). Em 1948, Thornthwaite propôs uma classificação semelhante à de Köppen, por se tratar de uma classificação quantitativa e pelo uso de fórmulas e símbolos. Porém, em sua proposta, deixou de empregar valores absolutos de temperatura e umidade e introduziu novos valores, tais como a eficiência da

temperatura, a precipitação efetiva, o índice de umidade e a evapotranspiração potencial (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A evapotranspiração potencial constitui uma aproximação da necessidade em água do solo (GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962) pois, para Thornthwaite, não seria possível dizer se um clima é seco ou úmido apenas analisando a pluviometria sem relacioná-la com a necessidade hídrica (OMETTO, 1981). De acordo com os mesmos autores, Thornthwaite não considera o tipo de vegetação, mas sim o grau de seca e de umidade em uma região. Esse modelo de classificação climática tem sido utilizado em diversas regiões do mundo, sendo largamente difundido no Brasil, porém não se publicou nenhum mapa em escala mundial com a aplicação dessa tipologia (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

3.3 CLASSIFICAÇÃO DE HOLDRIDGE

Holdridge propôs, em 1947, um novo sistema de classificação bioclimática, capaz de definir divisões equilibradas da biosfera (SAWYER JÚNIOR; LINDSEY, 1964), relacionando a distribuição dos ecossistemas com a biotemperatura média anual, a precipitação média anual e a Evapotranspiração Potencial (ETP) (TORRES; MACHADO, 2008).

Holdridge trabalhou com sistemas de classificação dos climas e da vegetação nas regiões do Caribe e da América Central, com o objetivo de entender as relações entre a vegetação das montanhas e das zonas baixas (NOGUEIRA; KUNIYOSHI; SOARES, 1987; SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). Este autor acredita que as espécies de plantas, que se adaptaram para um certo nicho ecológico, são similares do ponto de vista fisionômico, mesmo que não sejam relacionadas taxonomicamente (HOLDRIDGE, 2000).

Segundo Tuhkanen (1980), o sistema de classificação desenvolvido por Holdridge é original e interessante do ponto de vista biogeográfico, porém é pouco conhecido, devido a maior parte da literatura estar disponível somente em espanhol.

De acordo com o mesmo autor, esta classificação se baseia no fundamento de que a diferenciação na fisionomia da vegetação, sob condições originais, reflete os efeitos dos fatores climáticos sobre a mesma. Em outras palavras, Holdridge afirma que o clima de uma região pode ser definido pelas propriedades quantificáveis da sua

vegetação e, de forma inversa, a vegetação potencial em uma área pode ser determinada por uma série de dados meteorológicos.

Daubenmire (1956) afirma que, embora essa classificação possa ser útil para outros fins, ela é arbitrária e tem pouco significado botânico. De acordo com Sawyer Júnior e Lindsey (1964), a abordagem proposta por Holdridge é muito útil para mapeamentos ecológicos e de uso do solo na região tropical do continente americano, mas não tem sido muito aplicada em outras regiões. Fosberg (1976) afirma que as zonas de vida estão entre as características biogeográficas mais significativas de uma região. Por sua vez, Tosi Júnior[2] (1963), citado por Sawyer Júnior e Lindsey (1964, p. 110), defende que

> Não há razões para presumir que algum dos diversos mapas classificatórios retrata corretamente a relação clima-vegetação, ou que o modelo de Holdridge é válido ou inválido, aproximado ou preciso, simplesmente porque está de acordo ou não, totalmente ou em partes, com a distribuição retratada por outras classificações generalizadas.

Segundo Sawyer Júnior e Lindsey (1964, p. 111), Holdridge (1963)[3] afirma que

> O sistema de zonas de vida não pretende, ou não deveria pretender, delinear comunidades homogêneas ou associações de vegetação. As zonas de vida são divisões climáticas determinadas pela biotemperatura, precipitação e evapotranspiração potencial em uma escala logarítmica que deixa todas as zonas de vida significativamente iguais. Dentro de cada zona de vida devem haver diversas associações de vegetação dependendo do solo, presença de água, entre outros.

Shibata (1970) sugere que as zonas de vida podem ser facilmente determinadas e permitem estudos de planejamento a nível exploratório em áreas de difícil acesso, possibilitando, em seguida, que estudos mais detalhados sejam elaborados até recomendações de tipos de cultivos para determinada área.

As zonas de vida, ou formações bioclimáticas, podem ser definidas como a unidade principal do sistema de classificação de Holdridge. Elas permitem agrupar em unidades naturais as centenas, ou talvez milhares, de associações existentes na Terra (HOLDRIDGE, 2000; SOARES, BATISTA; TETTO, 2015). De acordo com Shibata (1970), em uma mesma zona de vida podem ser observadas diversas formações vegetais, porém são associações ou divisões de segundo nível.

---

[2] TOSI JÚNIOR, J. A**. Comunicação pessoal com J. O. Sawyer Júnior e A. A. Lindse**y. 1963.
[3] HOLDRIDGE, L. R. **Carta para J. O. Sawyer Júnior e A. A. Lindsey.** 1963.

As zonas de vida são caracterizadas pela sua similaridade climática e são definidas pelos valores médios de biotemperatura, precipitação e evapotranspiração potencial (SAWYER JÚNIOR; LINDSEY, 1964) cujos limites definem hexágonos e triângulos em uma escala logarítmica (TUHKANEN, 1980). Desta forma, os valores das linhas guias que determinam as zonas de vida são:

- Precipitação anual média: de 62,5 a mais de 8.000 mm e aumentam da esquerda para a direita;
- Biotemperatura média anual: de 0 a 30 °C e aumentam de baixo para cima;
- Relação de evapotranspiração potencial: de 0,125 a mais de 32,0 (adimensional) e aumentam da direita para a esquerda (JIMENEZ-SAA, 1982).

Sendo a disponibilidade de água um fator essencial para o desenvolvimento dos seres vivos, a precipitação adquire importância vital nesse processo de classificação (WINTER, 1976; OMETTO, 1981). A distribuição dos biomas na superfície terrestre se relaciona principalmente com os climas e, dentre os seus elementos, mais diretamente com a temperatura e a precipitação, seja a quantidade de chuva, seja a sua distribuição ao longo do ano (WALTER, 1986). Steinke (2012) afirma que a distribuição geográfica das chuvas está relacionada com as zonas de temperatura, correntes marinhas, ventos oceânicos e com a dinâmica da baixa atmosfera.

A temperatura do ar, por sua vez, expressa de maneira simples a energia contida no meio (OMETTO, 1981), um dos requisitos principais para a existência da vida e o desenvolvimento dos processos vitais (HOLDRIDGE, 2000). A biotemperatura é a unidade utilizada no sistema de classificação para expressar a combinação dos seguintes parâmetros climáticos: termoperíodo, fotoperíodo e radiação solar (SAWYER JÚNIOR; LINDSEY, 1964).

Apesar de, no geral, os vegetais suportarem maiores amplitudes em relação à energia do meio que os demais seres vivos, também são suscetíveis a valores mínimos e máximos (OMETTO, 1981). De acordo com Thornthwaite (1948), existe uma temperatura ótima para o crescimento das plantas, na qual a taxa de crescimento da planta se torna máxima. Em temperaturas mais baixas ou mais altas, a taxa de crescimento diminui. Da mesma forma, existem temperaturas máximas e mínimas onde o crescimento não ocorre.

De acordo com Ometto (1981), quando a planta é condicionada a uma temperatura mínima, ou seja, a um estado de valor energético mínimo admissível,

esta paralisa o seu processo de autoprodução de alimento e suas transformações metabólicas são reduzidas a um valor mínimo vital.

Da mesma forma, quando a energia do meio alcança um valor tal que o produto da reação fotossintética é consumido pela respiração, a fotossíntese líquida se iguala a zero. Também, quando a energia alcança um valor elevado, a planta tende a perder água pelo processo de transpiração numa velocidade maior que a capacidade do sistema radicular em transportar a água até as folhas. Isto acarreta o fechamento dos estômatos e consequentemente a queda da razão fotossintética (OMETTO, 1981).

Assim, Holdridge, no seu sistema de classificação de zonas de vida, utiliza a biotemperatura como sendo o intervalo de temperatura onde ocorre o efetivo crescimento das plantas. Considera-se que este intervalo esteja compreendido de 0 a 30 °C (HOLDRIDGE, 1967, 2000). Logo, em última análise, a biotemperatura relaciona a produtividade em biomassa de uma comunidade vegetal com a temperatura ambiente (SHIBATA, 1970).

A evapotranspiração representa a quantidade de água que deixa o solo pela evaporação e a superfície das plantas pela transpiração (OMETTO, 1981). A Evapotranspiração Potencial (ETP) é uma função da energia solar que chega a superfície da Terra (HOLDRIDGE, 2000) e representa a quantidade máxima de água que a planta pode e deve utilizar para atingir a sua produção máxima possível (OMETTO, 1981).

Existem diversos modelos para determinar a ETP. Thornthwaite (1948) definiu a mesma como a quantidade de água transferida para a atmosfera, o inverso da precipitação. Para Penman (1956), a ETP representa a quantidade de água transpirada em uma unidade de tempo, por um cultivo anual verde, de altura uniforme e sem sofrer falta de água.

Na classificação de Holdridge, a ETP pode ser obtida multiplicando a biotemperatura média anual pela constante 58,43 (TUHKANEN, 1980; HOLDRIDGE, 2000; ELOI, 2001). Esse índice, porém, é um fator direto da biotemperatura e não introduz novas informações ao modelo (TUHKANEN, 1980). De acordo com o mesmo autor, a relação de evapotranspiração potencial (R_{etp}), por sua vez, é obtida por meio da razão entre a ETP e a precipitação. Neste índice, o valor 1,00 indica que a precipitação é igual à evapotranspiração.

Além da precipitação pluviométrica, da biotemperatura e da relação de evapotranspiração potencial, as zonas de vida também apresentam informações

sobre a região latitudinal e o piso altitudinal. A latitude e a altitude são dois fatores que influenciam o clima de um local (KÖPPEN, 1948; GRISOLLET; GUILMET; ARLÉRY, 1962; SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). De acordo com Grisollet, Guilmet e Arléry (1962), a latitude influencia na duração dos dias e das noites e na incidência variável dos raios solares, enquanto que o aumento da altitude corresponde à diminuição da pressão, aumento da intensidade dos raios solares e diminuição da temperatura do ar.

Os pisos altitudinais no sistema de Holdridge estão divididos em basal, premontano, montano baixo, montano, subalpino, alpino e nevado (JIMENEZ-SAA, 1982; HOLDRIDGE 2000), cujos valores de determinação serão apresentados na metodologia. Devido à tridimensionalidade do diagrama, apenas a região tropical apresenta todas as faixas altitudinais (JIMENEZ-SAA, 1982).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado para o Brasil, situado na parte centro-oriental da América do Sul, compreendido entre 5° 16' 20" N e 33° 45' 04" S de latitude e 34° 47' 35" e 73° 59' 27" W de longitude (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2011a). Com uma área total de 8.515.767,05 km², sua fronteira faz limite com todos os países do continente sul-americano, excetuando-se o Chile e o Equador (IBGE, 2015).

Os 5.564 municípios brasileiros analisados neste estudo são agrupados em 26 estados e o Distrito Federal, que por sua vez formam as regiões norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul (IBGE, 2011b).

De acordo com a classificação climática de Köppen realizada por Alvares et al. (2013), o Brasil possui nove tipos climáticos (Figura 1):

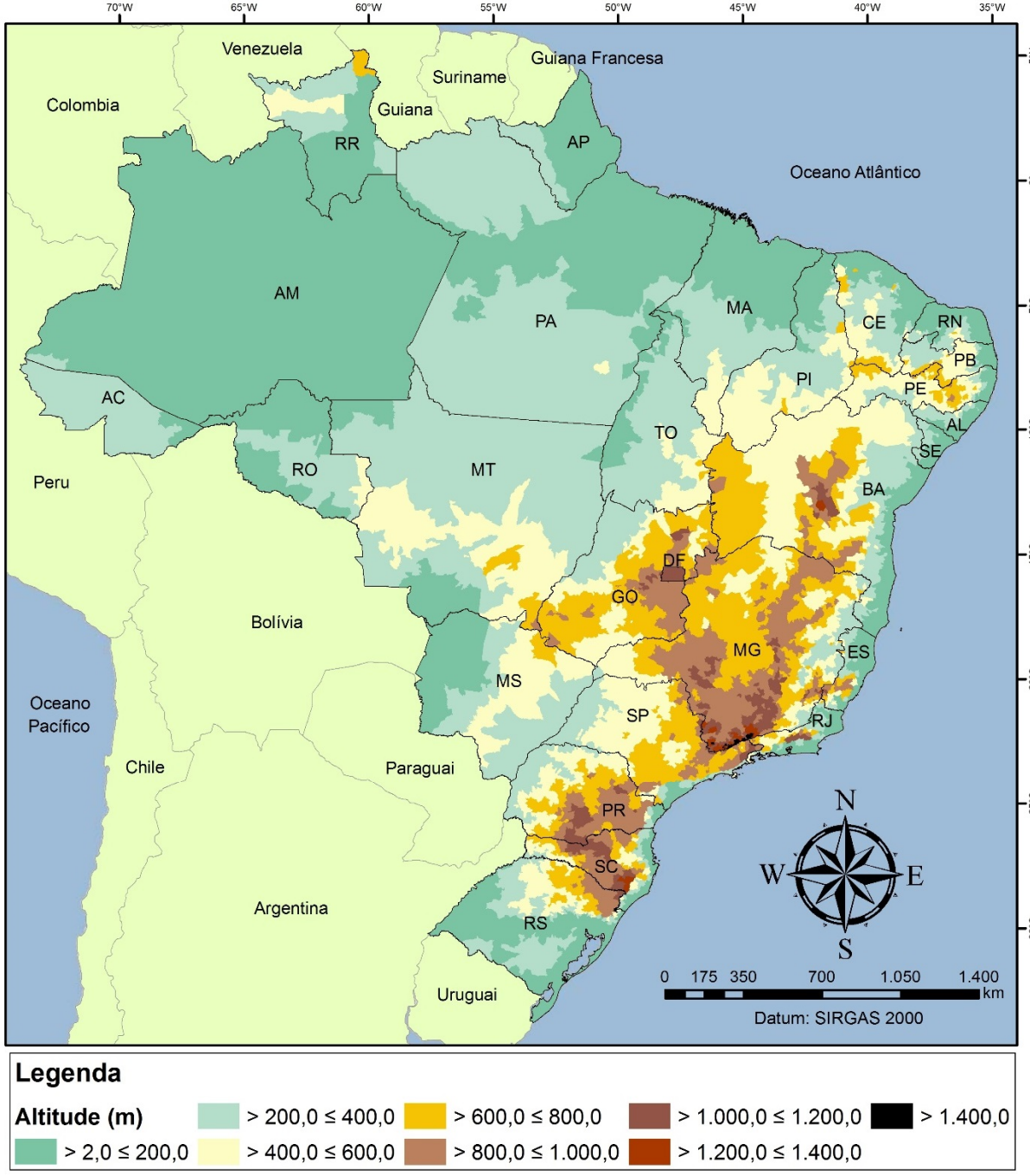
- ✓ Af: clima tropical sem estação seca definida;
- ✓ Am: clima tropical de monção;
- ✓ As: clima tropical com verão seco;
- ✓ Aw: clima tropical com inverno seco;
- ✓ BSh: clima seco semi-árido;
- ✓ Cfa: clima úmido subtropical com verão quente;
- ✓ Cfb: clima úmido subtropical com verão temperado;
- ✓ Cwa: clima úmido subtropical com inverno seco e verão quente;
- ✓ Cwb: clima úmido subtropical com inverno seco e verão temperado.

FIGURA 1 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO BRASIL SEGUNDO KÖPPEN

FONTE: Alvares et al. (2013)

Os dados de altitude adotados por Alvares et al. (2013) foram obtidos de um Modelo de Elevação Digital (DEM) disponibilizado pela *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com uma resolução espacial de 90 m, tendo sido calculada uma altitude média por município. O resultado da espacialização destas altitudes pode ser observada na Figura 2.

FIGURA 2 – MAPA DE ALTITUDE DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS



FONTE: Alvares et al. (2013)

Os estados brasileiros que possuem municípios com altitude média acima de 800 m são: Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e o Distrito Federal. Dos 26 estados brasileiros, oito não apresentam nenhum município com altitude média acima de 600 m. São eles: Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará, Rondônia e Sergipe. Os demais estados (Ceará, Mato Grosso do Sul, Piauí, Rio Grande do Norte, Roraima e Tocantins) apresentaram

altitudes médias abaixo de 600 m na maior parte do território, com alguns municípios classificados com altitudes acima deste valor.

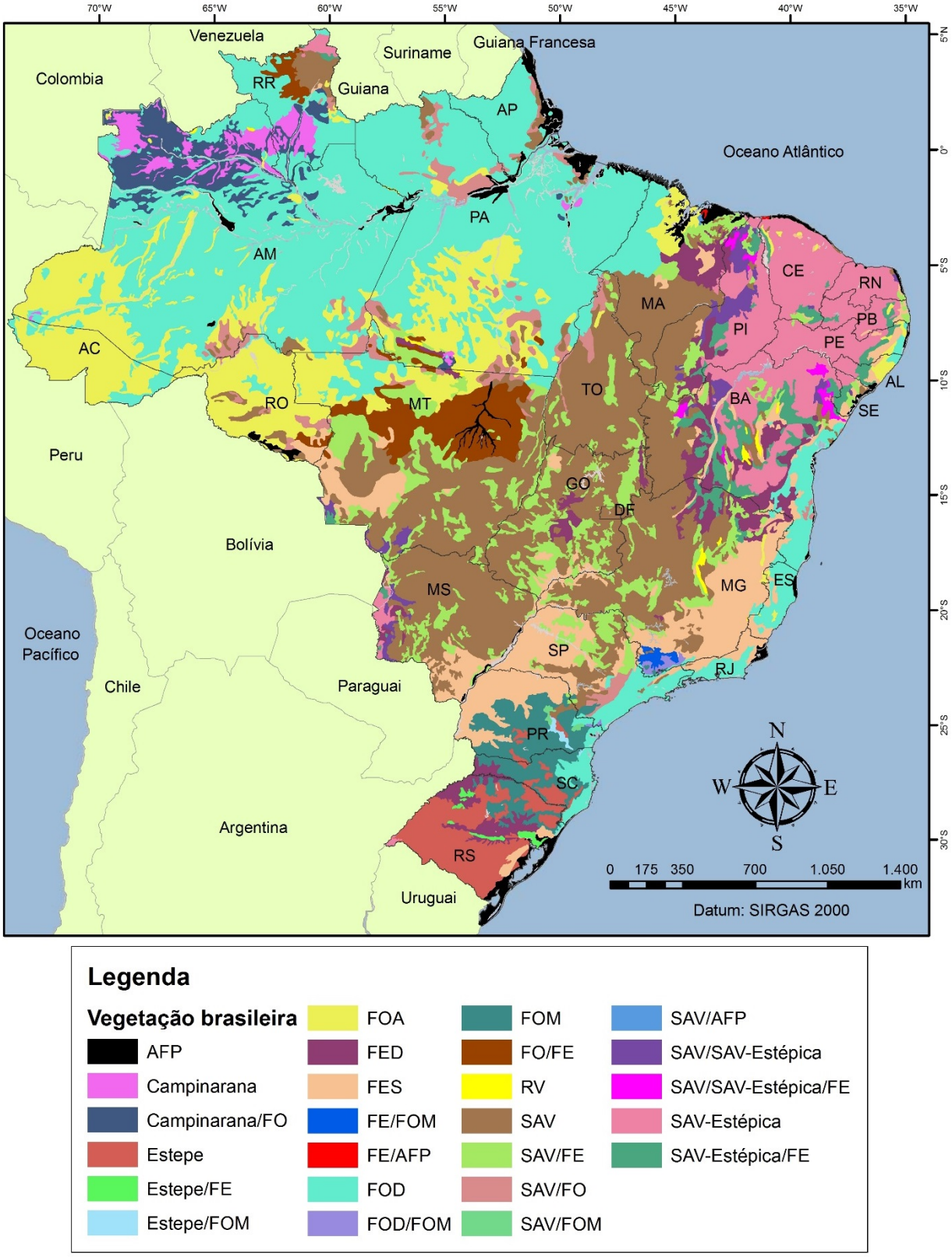
Para o presente trabalho, os tipos de vegetação disponíveis no manual de vegetação brasileira do IBGE (2012) foram reagrupados de acordo com a Tabela 1, originando o mapa de vegetação apresentado na Figura 3.

TABELA 1 – REAGRUPAMENTO DAS CLASSES DE VEGETAÇÃO BRASILEIRAS

Classificação IBGE	**Reagrupamento**
Floresta Ombrófila Densa Floresta Ombrófila Densa Aluvial Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas Floresta Ombrófila Densa Submontana Floresta Ombrófila Densa Montana Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana	Floresta Ombrófila Densa
Floresta Ombrófila Aberta Floresta Ombrófila Aberta Aluvial Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas Floresta Ombrófila Aberta Submontana Floresta Ombrófila Aberta Montana	Floresta Ombrófila Aberta
Floresta Ombrófila Mista Floresta Ombrófila Mista Aluvial Floresta Ombrófila Mista Submontana Floresta Ombrófila Mista Montana Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana	Floresta Ombrófila Mista
Floresta Estacional Semidecidual Floresta Estacional Semidecidual Aluvial Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas Floresta Estacional Semidecidual Submontana Floresta Estacional Semidecidual Montana	Floresta Estacional Semidecidual
Floresta Estacional Decidual Floresta Estacional Decidual Aluvial Floresta Estacional Decidual das Terras Baixas Floresta Estacional Decidual Submontana Floresta Estacional Decidual Montana	Floresta Estacional Decidual
Campinarana Campinarana Florestada Campinarana Arborizada Campinarana Arbustiva Campinarana Gramíneo-Lenhosa	Campinarana
Savana (Cerrado) Savana Florestada (Cerradão) Savana Arborizada Savana Parque Savana Gramíneo-Lenhosa	Savana
Savana-Estépica Savana-Estépica Florestada Savana-Estépica Arborizada Savana-Estépica Parque Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa	Savana-Estépica
Estepe (Campos do Sul do Brasil) Estepe Arborizada (Arbórea Aberta) Estepe Parque (Campo Sujo) Estepe Gramíneo-Lenhosa (Campo Limpo)	Estepe
Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre Vegetação com influência fluvio-marinha Vegetação com influência marinha	Áreas das formações pioneiras

FONTE: IBGE (2012), elaborado pela autora (2016)

FIGURA 3 – MAPA DE VEGETAÇÃO DO BRASIL



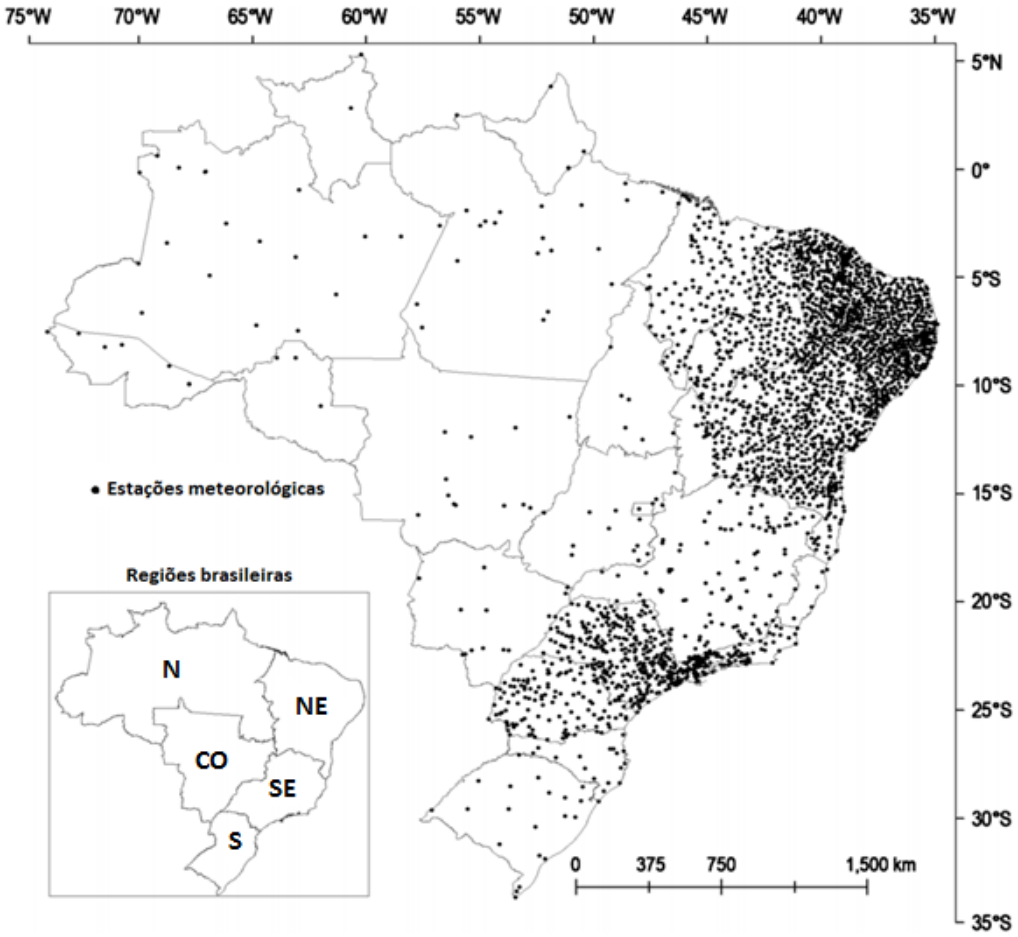
FONTE: IBGE (2006), elaborado pela autora (2016)

NOTA: AFP – Áreas das Formações Pioneiras; FE – Floresta Estacional; FED – Floresta Estacional Decidual; FES – Floresta Estacional Semidecidual; FO – Floresta Ombrófila; FOA – Floresta Ombrófila Aberta; FOD – Floresta Ombrófila Densa; FOM – Floresta Ombrófila Mista; RV – Refúgios Vegetacionais; SAV - Savana

4.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Os dados climáticos foram obtidos por meio da base de dados disponibilizada por Alvares et al. (2013), que realizaram um mapa com a classificação climática de Köppen para o Brasil. A base de dados foi composta por mais de 25 anos de registros, entre os anos de 1950 e 1990, de um total de 2.950 estações meteorológicas, para dados de precipitação, e 2.400 estações para dados de temperatura (Figura 4). Tanto os dados de precipitação quanto os de temperatura foram obtidos com as seguintes fontes: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/ONU) (ALVARES et al., 2013).

FIGURA 4 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS BRASILEIRAS



FONTE: Alvares et al. (2013)

A base de dados apresentou valores de temperatura média mensal, precipitação média mensal, altitude média e a classificação de Köppen para cada

município brasileiro. Os valores de altitude, temperatura e precipitação represemtaram a média dos *pixels* (com área de 1 ha) dentro do perímetro de cada município.

4.3 CLASSIFICAÇÃO DE HOLDRIDGE

4.3.1 Cálculo da biotemperatura e da relação de evapotranspiração potencial

A biotemperatura representa o intervalo de temperatura onde há crescimento efetivo das plantas (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). Para determinar a biotemperatura, Holdridge considerou que esse intervalo compreende temperaturas de 0 a 30 °C (HOLDRIDGE, 2000).

Portanto, para o cálculo deste fator, todas as temperaturas médias mensais inferiores a 0 °C devem ser descartadas, e as que estiverem acima de 24 °C devem ser corrigidas para que as temperaturas maiores que 30 °C, que ocorrem durante o período, sejam eliminadas. Para tal, utiliza-se a seguinte equação:

$$T_{bio} = T - \left[\frac{3l}{100}(T - 24)^2\right]$$

Em que:

T_{bio} = biotemperatura do mês, em °C;

T = temperatura média do mês, em °C;

l = latitude do lugar, em graus decimais.

Após a determinação das biotemperaturas mensais, utiliza-se a seguinte equação para estimar a biotemperatura média anual do local desejado, somando-se todas as biotemperaturas mensais com valores acima de 0 °C e dividindo por 12:

$$\bar{T}_{bio} = \frac{\sum_{i=1}^{12} T_{bio} > 0}{12}$$

Em que:

$\bar{T}_{bio}$ = biotemperatura média anual, em °C;

T_{bio} = biotemperatura do mês, em °C.

A Relação de Evapotranspiração Potencial (R_{etp}), utilizada como terceiro fator de entrada no diagrama de Holdridge, é calculada a partir da evapotranspiração potencial, como pode ser observado nas equações abaixo.

$$ETP = 58{,}93 \,.\, \overline{T}_{bio}$$

Em que:

ETP = evapotranspiração potencial anual média, em mm;

$\overline{T}_{bio}$ = biotemperatura média anual, em °C.

$$R_{etp} = \frac{ETP}{Pp}$$

Em que:

R_{etp} = relação de evapotranspiração potencial (adimensional);

ETP = evapotranspiração potencial anual média, em mm;

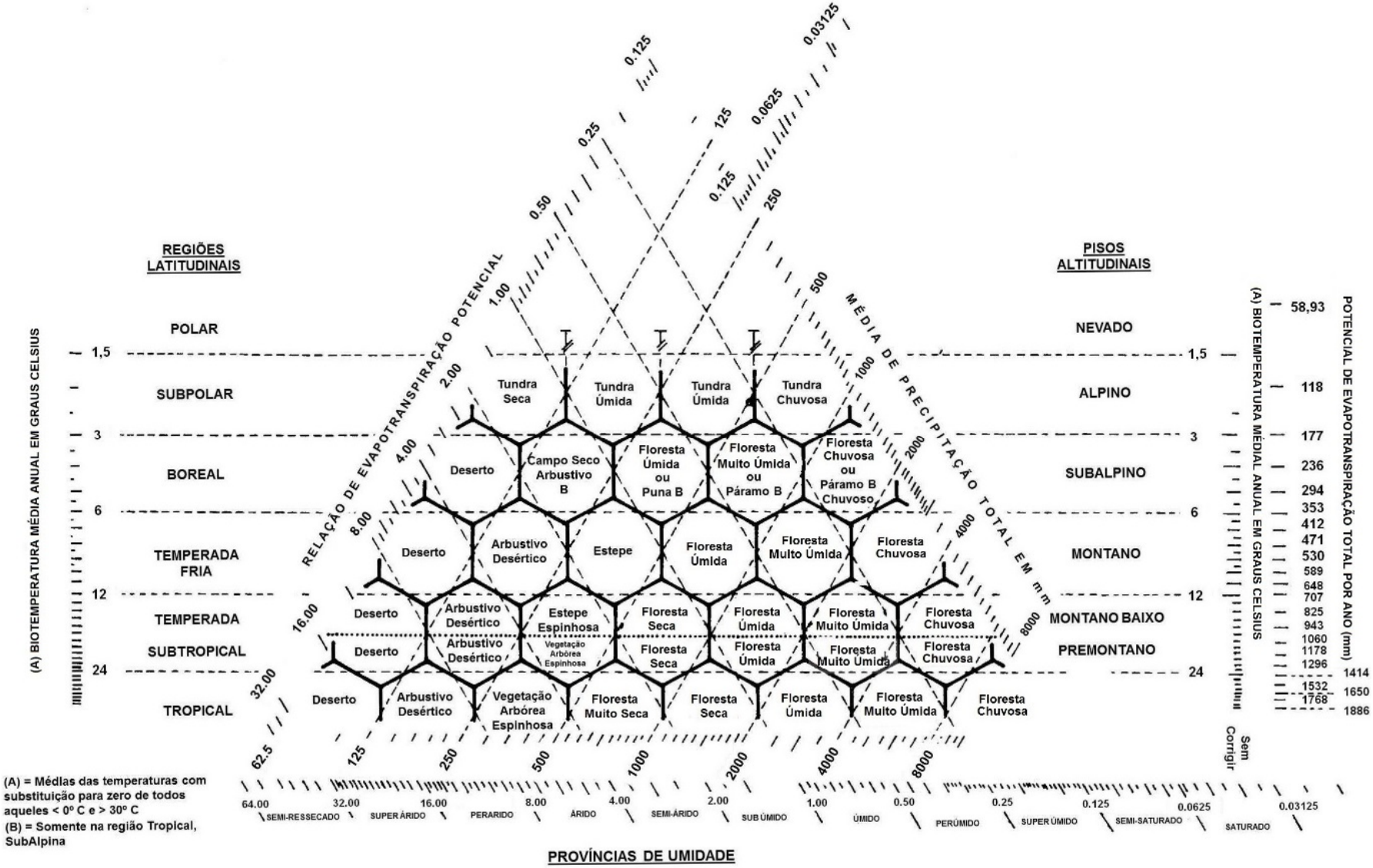
Pp = precipitação média mensal, em mm.

4.3.2 Determinação das zonas de vida

A partir das biotemperaturas calculadas, juntamente com a precipitação e a relação de evapotranspiração potencial, foi possível determinar as zonas de vida do sistema de Holdridge (Figura 5).

A biotemperatura média anual está distribuída nas linhas horizontais do diagrama, compreendidas de 0 a 30 °C. A precipitação anual média e a relação de evapotranspiração potencial estão apresentadas nas diagonais. Para realizar a classificação, deve-se cruzar os valores referentes às três linhas e encontrar a “zona de vida”, localizada nos hexágonos, ou as áreas de transição entre as zonas de vida, que são definidas pelos triângulos equiláteros. Ainda que desenhado em duas dimensões, o diagrama representa um conjunto tridimensional das zonas de vida em regiões latitudinais e em pisos altitudinais.

FIGURA 5 - DIAGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE



FONTE: Holdridge (2000), adaptado por Soares, Batista e Tetto (2015)

Para completar a classificação de Holdridge, é necessário determinar a região latitudinal e o piso altitudinal da mesma. Para determinação da região latitudinal, Holdridge criou uma tabela com classes de latitude (Tabela 2).

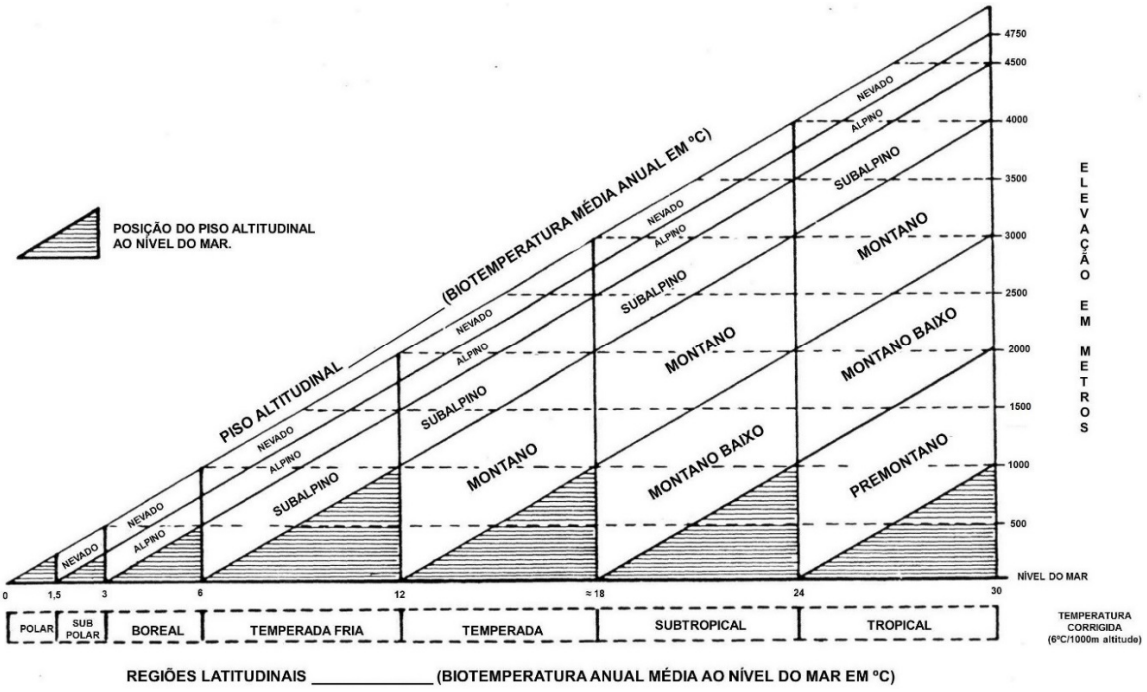
TABELA 2 – EXTENSÕES APROXIMADAS DAS REGIÕES DE VEGETAÇÃO EM GRAUS DE LATITUDE SEGUNDO HOLDRIDGE

REGIÕES LATITUDINAIS	CLASSES DE LATITUDE
Polar	90º 00’ – 67º 22’
Sub-polar	67º 22’ – 64º 45’
Boreal	64º 45’ – 56º 30’
Temperada frio	56º 30’ – 42º 00’
Temperada	42º 00’ – 27º 30’
Subtropical	27º 30’ – 13º 00’
Tropical	13º 00’ – 00º 00’

FONTE: Holdridge (2000), adaptado por Soares, Batista e Tetto (2015)

Para definir os pisos altitudinais, utiliza-se outro diagrama criado por Holdridge (Figura 6), onde as regiões latitudinais e a biotemperatura corrigida estão na horizontal, a elevação em metros está na vertical e a biotemperatura média anual na diagonal. Segundo Holdridge (2000), pode-se determinar a zona de vida correta de um ponto elevado, calculando a biotemperatura ao nível do mar deste ponto. Para obtenção da biotemperatura média anual corrigida para o nível do mar, utiliza-se o gradiente adiabático médio de 0,6 ºC/100 m (HOLDRDIGE, 2000).

FIGURA 6 – DIAGRAMA DOS PISOS ALTITUDINAIS DO SISTEMA DE HOLDRIDGE



FONTE: Soares, Batista e Tetto (2015)

No cruzamento entre o valor da biotemperatura média anual corrigida e da altitude, encontra-se o piso altitudinal para cada local desejado.

4.4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

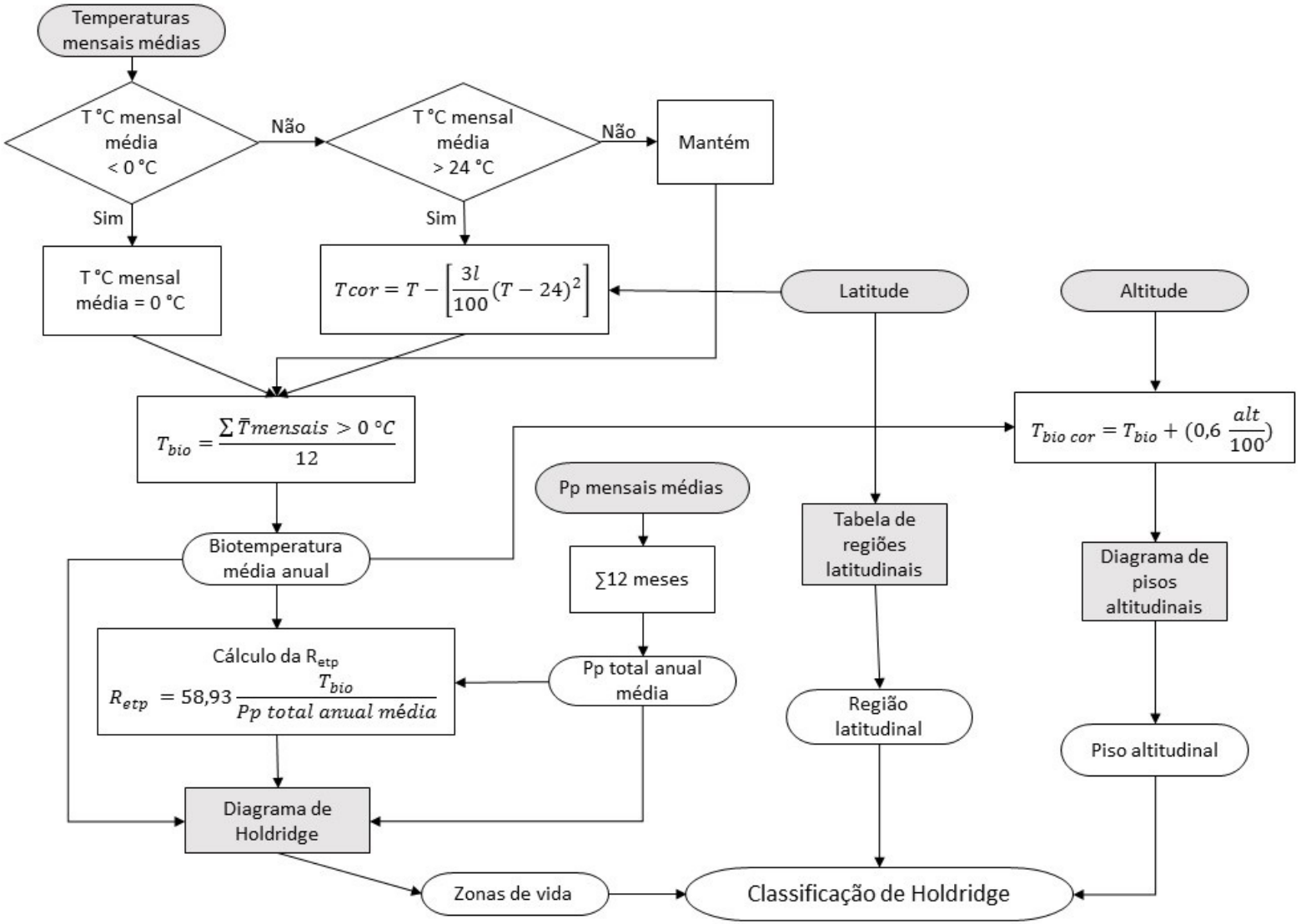
Os cálculos de biotemperatura média anual, biotemperatura média anual corrigida, precipitação média anual, evapotranspiração potencial e relação de evapotranspiração potencial, assim como a classificação segundo o sistema de Holdridge, foram processados por programa de computação desenvolvido no *software* FoxPro (Figura 7).

Após a classificação climática de cada um dos municípios brasileiros, as informações foram geoprocessadas no *software* ArcGIS.

Para verificar a afinidade da classificação climática de Holdridge com outras metodologias de classificação do clima e vegetação, ela foi comparada com a classificação de Köppen realizada por Alvares et al. (2013) e com o mapa de vegetação do IBGE (2006).

As comparações foram realizadas por meio de matrizes de confusão, elaboradas no ArcGis, com a ferramenta de análise espacial “*Zonal Histogram*”. Esta ferramenta conta a quatidade de *pixels* que coincidiram entre as diferentes zonas de vida de Hodlridge e as classes de vegetação ou os tipos climáticos de Köppen.

FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS REALIZADOS NO *SOFTWARE* FOXPRO



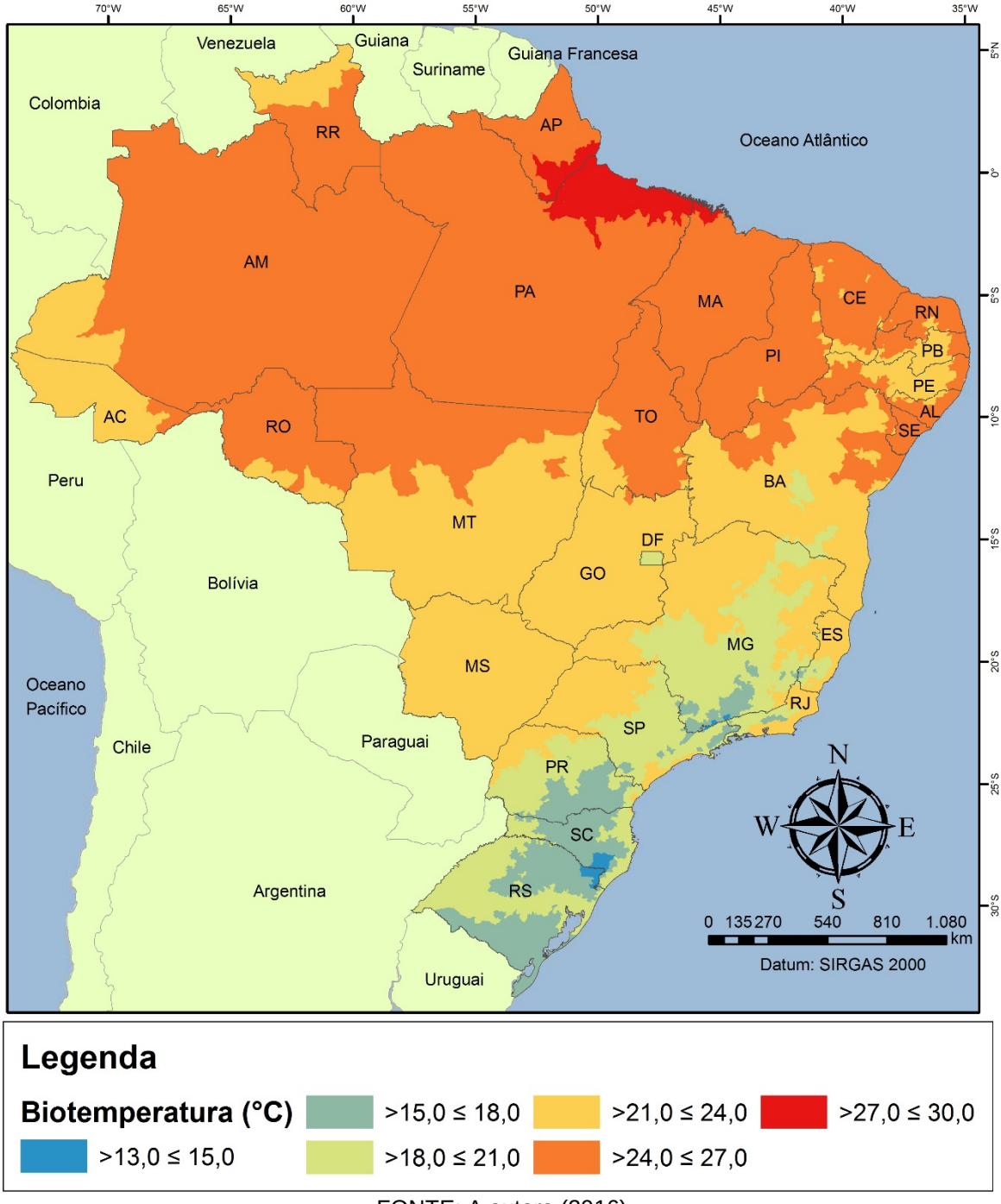
FONTE: A autora (2016)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 BIOTEMPERATURA

Os mapas de biotemperatura média anual e da análise *cluster* podem ser observados nas Figuras 8 e 9.

FIGURA 8 – MAPA DE BIOTEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS



FONTE: A autora (2016)

Como esperado, a biotemperatura diminuiu no sentido norte-sul do Brasil. A região norte foi quase inteiramente classificada na classe de biotemperatura maior que 24 °C e menor ou igual a 27 °C. Uma pequena parte do nordeste do Pará, do sudeste do Amapá e do norte do Maranhão foram as regiões classificadas na classe de biotemperatura mais elevada (maior que 27 °C e menor ou igual a 30 °C).

A maior região classificada na classe de biotemperatura maior que 13,0 e menor ou igual a 15,0 °C está localizada no sul de Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul, ainda que outros municípios de São Paulo e Minas Gerais tenham sido classificados nesta mesma classe. Praticamente toda a região sul, exceto o noroeste do Paraná, apresentou biotemperaturas menores ou iguais a 21 °C.

O mapa da análise *cluster* de biotemperatura (Figura 9) representa as biotemperaturas agrupadas em quatro classes de valores próximos. Desta forma, a notação AA (alta-alta) representa valores altos que se agrupam por estarem próximos geograficamente; BB (baixa-baixa) é relativo ao agrupamento de valores baixos e próximos geograficamente; AB (alta-baixa) demonstra valores altos que não se agrupam, pois se encontram geograficamente em meio a valores baixos; e BA (baixa-alta) representa valores baixos que não se agrupam, pois se encontram geograficamente em meio a valores altos. A classe “Não significativo” representa os valores que não foram enquadrados nos quatro agrupamentos acima por apresentarem níveis variados quando comparados aos valores vizinhos.

FIGURA 9 – ANÁLISE *CLUSTER* DO MAPA DE BIOTEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS

FONTE: A autora (2016)

Segundo a análise *cluster*, 57,7% do Brasil apresentou biotemperaturas altas e próximas, localizadas essencialmente nas regiões norte, nordeste e no norte de Mato

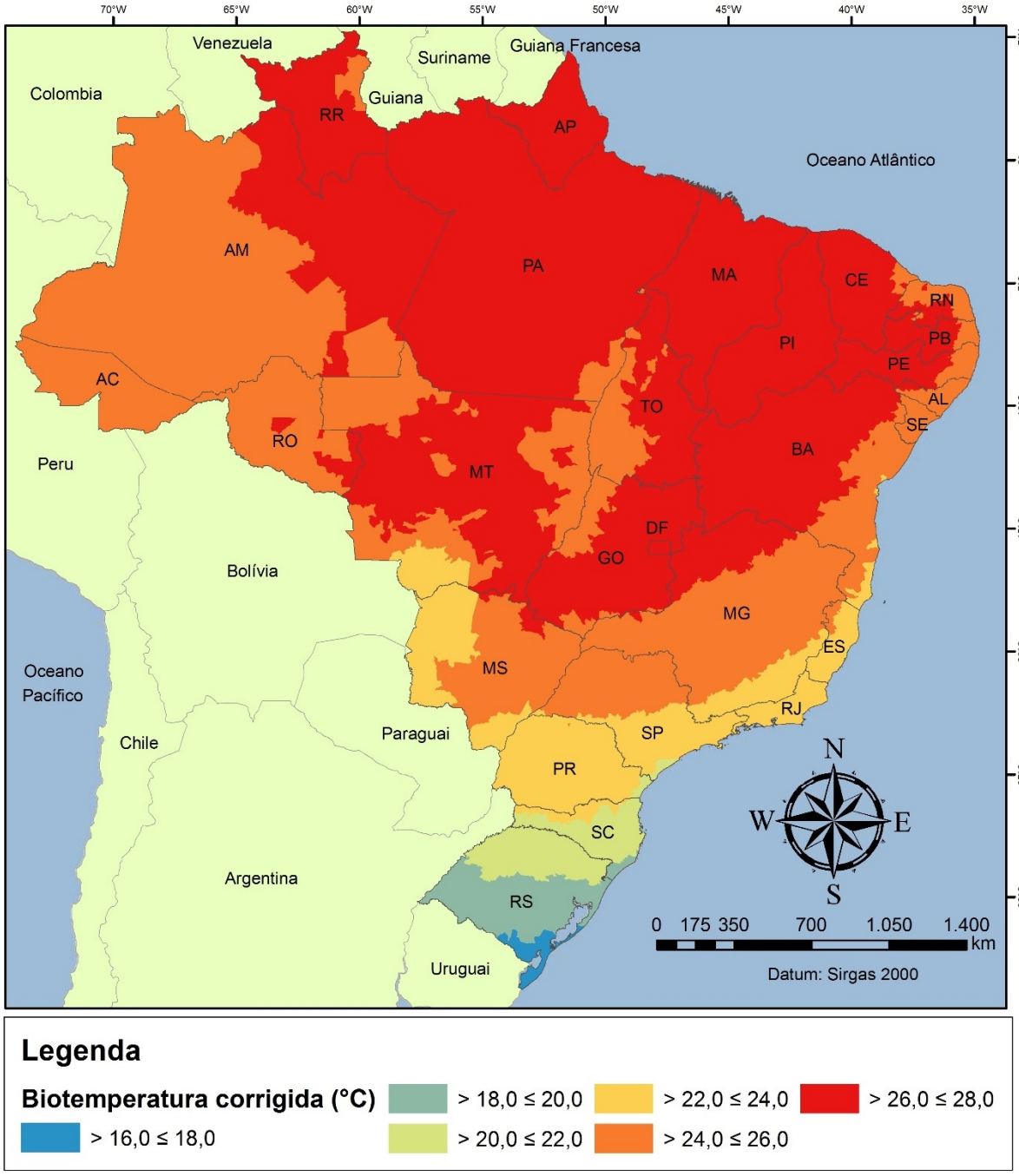
Grosso e Goiás. As biotemperaturas baixas e próximas se distribuíram pelas regiões sul e sudeste, ocupando 11,9% do território.

Cinco municípios de Minas Gerais (Alpercata, Belo Oriente, Fernandes Tourinho, Naque e Periquito) apresentaram biotemperaturas significativamente mais elevadas e próximas de uma região de baixas biotemperaturas. Estes municípios se localizam na região do Vale do Rio Doce, com altitudes que variam de 200 a 500 m (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2005).

O contrário aconteceu com os municípios de Poção, Pesqueira, Capoeiras, Caetés, Paranatama e Garanhuns (PE), que apresentaram biotemperaturas significativamente baixas quando comparados aos municípios do entorno. Isto se deve, provavelmente, por estarem localizados em uma região de elevadas altitudes onde se encontra o maciço dômico de Garanhuns que supera a altitude de 1.000 m (SILVA, 2012).

Quando as biotemperaturas foram corrigidas para o nível do mar, obteve-se o mapa apresentado na Figura 10.

FIGURA 10 – MAPA DE BIOTEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS CORRIGIDAS



FONTE: A autora (2016)

As biotemperaturas corrigidas deixaram de ser influenciadas pelas altitudes e passaram a ser função das regiões latitudinais. Desta forma, as biotemperaturas corrigidas mais elevadas se localizaram na região tropical do país e diminuíram gradativamente nas regiões subtropicais e temperadas. A extensão localizada na divisa dos estados de Mato Grosso, Pará, Tocantins e Goiás, da classe de biotemperatura corrigida maior que 24,0 e menor ou igual a 26 °C, representa a depressão do Araguaia e a planície do rio Araguaia (ROSS, 2005).

Na análise *cluster* das biotemperaturas médias anuais corrigidas (Figura 11), percebe-se que deixaram de existir as classes baixa-alta (BA) e alta-baixa (AB).

FIGURA 11 - ANÁLISE *CLUSTER* DO MAPA DE BIOTEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS CORRIGIDAS

Legenda

- Não significativo
- AA - Valores altos e próximos geograficamente
- BB - Valores baixos e próximos geograficamente
- AB - Valores altos e geograficamente próximos a valores baixos
- BA - Valores baixos e geograficamente próximos a valores altos

FONTE: A autora (2016)

A classe de biotemperaturas corrigidas não significativas apareceu na região da planície do Araguaia e em uma extensão nos estados do Acre, Roraima, Rondônia e no oeste do estado do Amazonas. Isto se deve ao fato destas regiões apresentarem baixas altitudes. Desta forma, a biotemperatura corrigida aumentou pouco em relação à biotemperatura e os valores se tornaram não significativos quando comparados às regiões vizinhas.

5.2 REGIÕES LATITUDINAIS

Determinadas em função das coordenadas, três regiões latitudinais se fizeram presentes no Brasil (Figura 12).

A região tropical cobriu 64,7% da superfície do Brasil, devido à expressiva extensão longitudinal presente na porção norte do país. A linha divisória, entre a região tropical e subtropical, passa entre o Tocantins e Goiás e divide Mato Grosso e a Bahia ao meio. Na parte central do país, a região latitudinal subtropical ocupou 31,4% da superfície do território e se estendeu até o estado de Santa Catarina. Com 3,9%, a região latitudinal temperada se concentrou no sul do Brasil, principalmente no estado do Rio Grande do Sul.

FIGURA 12 – REGIÕES LATITUDINAIS NO BRASIL SEGUNDO HOLDRIDGE

FONTE: A autora (2016)

5.3 PISOS ALTITUDINAIS

Segundo o sistema de classificação de Holdridge, três pisos altitudinais foram encontrados no Brasil: basal (ao nível do mar), premontano e montano baixo (Figura 13).

FIGURA 13 – PISOS ALTITUDINAIS NO BRASIL

FONTE: A autora (2016)

O piso altitudinal basal indica que a vegetação ali presente não sofre influência da altitude. Na região tropical, mesmo um pequeno aumento da altitude pode ocasionar mudanças na vegetação, devido a diminuição da temperatura, apresentando assim o piso altitudinal premontano. Na região subtropical, a vegetação tende a ser mais adaptada a baixas temperaturas. Desta forma, a elevação altitudinal deve ser expressiva para que a diminuição da temperatura, ocasionada pela altitude,

influencie a vegetação. Por isso, nesta região encontra-se o piso altitudinal montano baixo.

O piso altitudinal com maior representatividade foi o basal, com 88,6% da área total. Foi encontrado em todas as regiões brasileiras e praticamente em toda a costa litorânea. Com 9,5%, o piso altitudinal premontano foi o segundo mais encontrado no Brasil. Localizou-se somente na região latitudinal tropical e principalmente no Acre, oeste do Amazonas, norte de Roraima, Pernambuco e Paraíba (Planalto da Borborema), Mato Grosso, Tocantins e Bahia. O piso altitudinal montano baixo representou 1,9% da superfície do Brasil e se concentrou na região latitudinal subtropical. Foi encontrado principalmente no Paraná e em Santa Catarina, mas também apareceu em Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

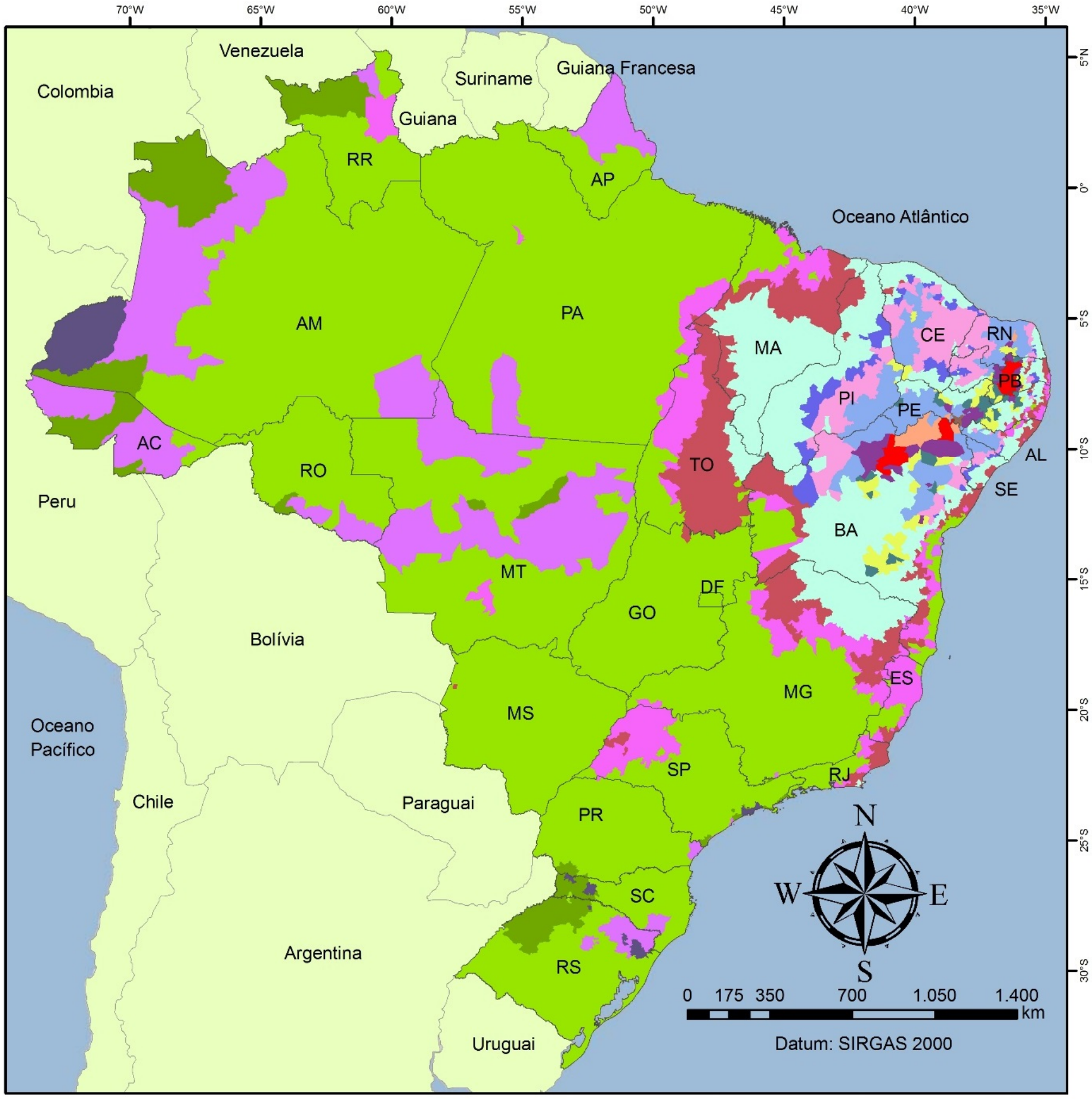
5.4 ZONAS DE VIDA

5.4.1 Brasil

Foram encontradas 46 zonas de vida que são apresentadas com detalhes, a nível regional, nos itens a seguir. Na Figura 14, pode-se observar a distribuição das 16 zonas de vida parciais, sem região latitudinal e sem pisos altitudinais.

A maior parte do Brasil foi classificada como floresta úmida, com uma porcentagem de 60,23%. Essa zona de vida se fez presente em todas as regiões brasileiras, principalmente nas regiões norte, centro-oeste, sudeste e sul. Na região nordeste, apresentou-se no norte do Maranhão e oeste e litoral sul da Bahia.

FIGURA 14 – ZONAS DE VIDA PARCIAIS BRASILEIRAS



Legenda

Zonas de vida parciais

- Fl. muito úmida
- Fl. muito úmida/úmida
- Fl. úmida/ muito úmida
- Fl. úmida
- Fl. úmida/seca
- Fl. seca/úmida
- Fl. seca
- Fl. seca/ muito seca
- Fl. seca/muito seca/veg. arbórea espinhosa
- Fl. muito seca/seca
- Fl. muito seca
- Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa/fl. seca
- Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa
- Veg. arbórea espinhosa/fl. muito seca
- Veg. arbórea espinhosa/fl. seca/muito seca
- Veg. arbórea espinhosa

FONTE: A autora (2016)
NOTA: Fl. – floresta; Veg. – vegetação

A segunda zona de vida de maior representatividade foi a transição entre floresta úmida e muito úmida, com 10,62%. Essa zona de vida se distribuiu do norte ao sul do Brasil. Quase sempre esteve em contato com a floresta úmida, exceto no estado do Acre, onde esteve cercada pela transição de floresta muito úmida e úmida, que representou 3,92% da superfície brasileira.

A zona de vida mais úmida encontrada foi a floresta muito úmida, localizada principalmente no Amazonas, mas também presente no estado de São Paulo, Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, com 1,00% de cobertura.

Essas quatro zonas de vida representaram 75,77% do país. O restante foi dividido entre as outras 12 zonas de vida, localizadas sobretudo na região nordeste, que se apresentou como a região brasileira mais heterogênea em termos de zona de vida.

A transição entre floresta úmida e seca (4,34%) apareceu no norte de Minas Gerais, Espírito Santo, Tocantins e Maranhão, continuando gradativamente para o interior do nordeste como transição entre floresta seca e úmida (4,84%). Também esteve presente em São Paulo, Mato Grosso e na região de Savana de Roraima. Floresta seca foi a terceira maior zona de vida brasileira, com 8,10%, e se localizou principalmente na região nordeste, no norte de Minas Gerais e no leste do Tocantins.

Na região central do nordeste foram encontradas as zonas de vida mais secas brasileiras: floresta seca/muito seca (0,75%), floresta seca/muito seca/vegetação arbórea espinhosa (0,65%), floresta muito seca/seca (2,15%), floresta muito seca (2,09%), floresta muito seca/vegetação arbórea espinhosa/floresta seca (0,29%), floresta muito seca/vegetação arbórea espinhosa (0,21%), vegetação arbórea espinhosa/floresta muito seca (0,01%), vegetação arbórea espinhosa/floresta seca/muito seca (0,50%) e vegetação arbórea espinhosa (0,30%).

Monserud e Leemans (1992) obtiveram resultados similares no Brasil, ainda que não tão detalhados, com a realização de um mapa mundial das zonas de vida de Holdridge. Floresta úmida também foi a zona de vida mais encontrada no Brasil por estes autores, com floresta muito úmida na porção oeste da região norte e no Mato Grosso. A região nordeste foi classificada como floresta seca, vegetação arbórea espinhosa e floresta muito seca.

Costa Rica, Honduras, Guatemala, Panamá, Nicarágua, El Salvador e Belize (*COMISIÓN CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESAROLLO*, 2004), Bolívia

(*ATLAS UPDATE*, 2000) e Colômbia (REY, 2002), são alguns dos países que possuem um mapa nacional das zonas de vida de Holdridge.

A Bolívia é composta por 16 zonas de vida parciais. Na região norte e leste deste país podem ser encontradas zonas de vida semelhantes às presentes no Brasil: floresta úmida, floresta muito úmida, floresta chuvosa, floresta seca. Porém, o restante da Bolívia é coberto por deserto, estepe, estepe espinhosa, arbustivo desértico, vegetação arbórea espinhosa, nevado, tundra úmida, tundra muito úmida, tundra chuvosa e tundra seca (ATLAS UPDATE, 2000).

Na Colômbia, foram encontradas 28 zonas de vida e 33 transições entre estas zonas (REY, 2002). Assim como no Brasil, a floresta úmida tropical foi a zona de vida mais abundante encontrada na Colômbia.

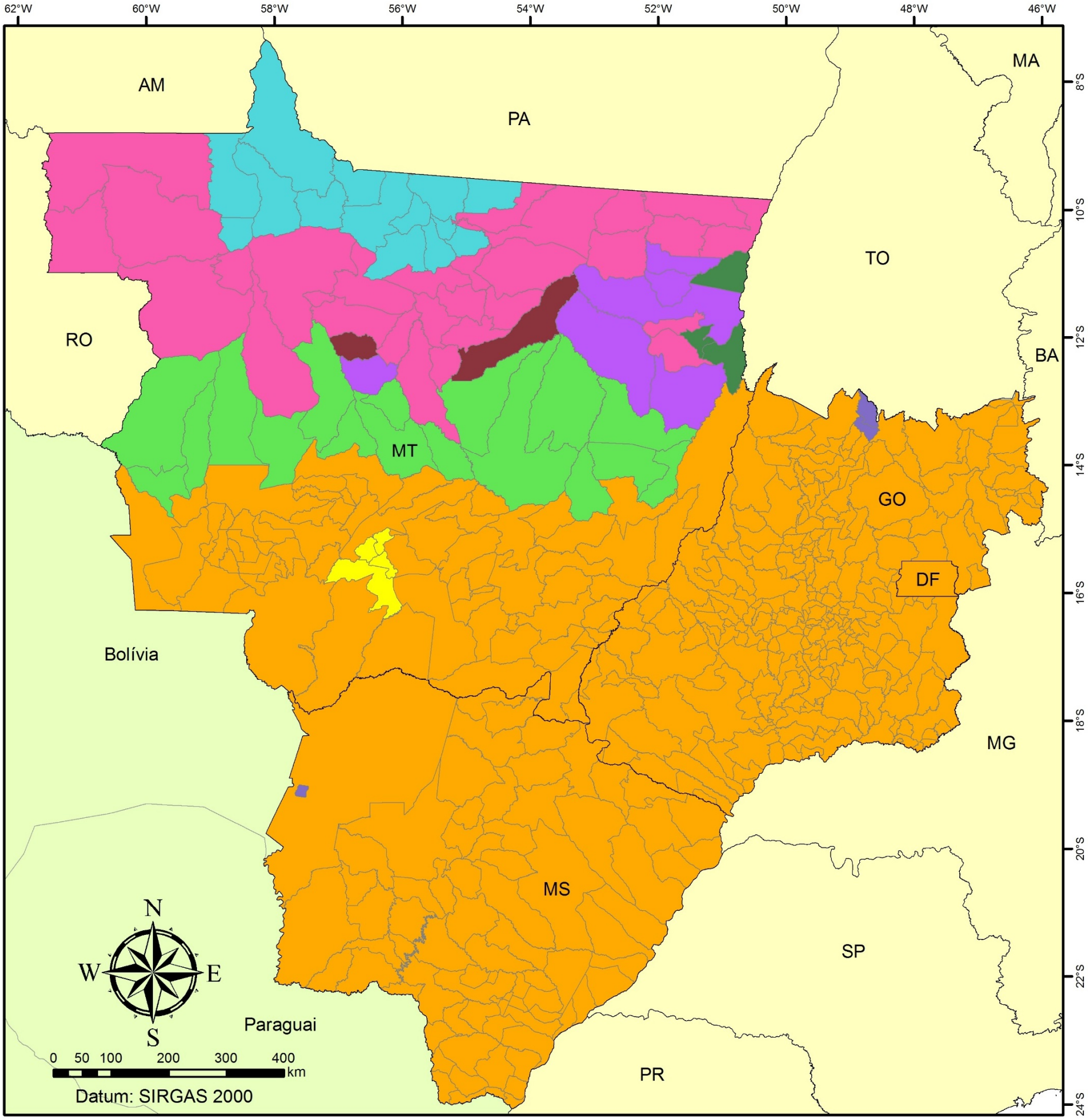
5.4.2 Região centro-oeste

A região centro-oeste foi dividida em duas regiões latitudinais: tropical (26,26%) e subtropical (73,74%). Das 9 zonas de vida encontradas, seis foram transições entre florestas úmidas/muito úmidas e entre florestas úmidas/secas, além de três zonas não transicionais (Figura 15).

Todas as zonas de vida tropicais, encontradas na região centro-oeste, foram florestas úmidas ou transições entre florestas úmidas e muito úmidas, por estarem localizadas na região amazônica, sendo elas: floresta muito úmida/úmida tropical premontana (0,88%), floresta úmida/muito úmida tropical basal (5,29%), floresta úmida/muito úmida tropical premontana (3,56%), floresta úmida tropical basal (15,92%) e floresta úmida tropical premontana (0,61%). Logo abaixo das zonas de vida tropicais, foi encontrada uma área de transição entre floresta úmida e muito úmida subtropical basal que correspondeu a 10,63%.

Floresta úmida subtropical basal foi a zona de vida mais encontrada na região centro-oeste, ocupando 62,46% da superfície. Cobriu praticamente todo o estado de Goiás e Mato Grosso do Sul, exceto pela presença de transição entre floresta seca e úmida subtropical basal que ocupou 0,15% do território. Uma região de transição entre floresta úmida e seca subtropical basal foi encontrada no sul de Mato Grosso e correspondeu a 0,50% da área total.

FIGURA 15 – ZONAS DE VIDA DA REGIÃO CENTRO-OESTE



Legenda

Zonas de vida

- Floresta muito úmida/úmida trop. premontana
- Floresta úmida/muito úmida trop. premontana
- Floresta úmida/muito úmida trop. basal
- Floresta úmida/muito úmida subtrop. basal
- Floresta úmida trop. basal
- Floresta úmida trop. premontana
- Floresta úmida subtrop. basal
- Floresta úmida/seca subtrop. basal
- Floresta seca/úmida subtrop. basal

FONTE: A autora (2016)
NOTA: subtrop. – subtropical; trop. – tropical

5.4.3 Região nordeste

O nordeste foi a região mais heterogênea no Brasil em termos de zonas de vida. Foram identificadas 24 zonas de vida presentes na região e, dentre elas, 16 zonas de transição (Figura 16). De modo geral, as zonas de vida mais úmidas se localizaram no norte do Maranhão e litoral sul da Bahia e, de forma gradativa, foram ficando mais secas até a região central do nordeste.

Floresta seca tropical basal foi a zona de vida mais presente na região, com 23,28%. Cobriu 50,3% do Maranhão e 49,8% do Piauí, além de ter sido encontrada nas seguintes áreas litorâneas: norte do Ceará e leste do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

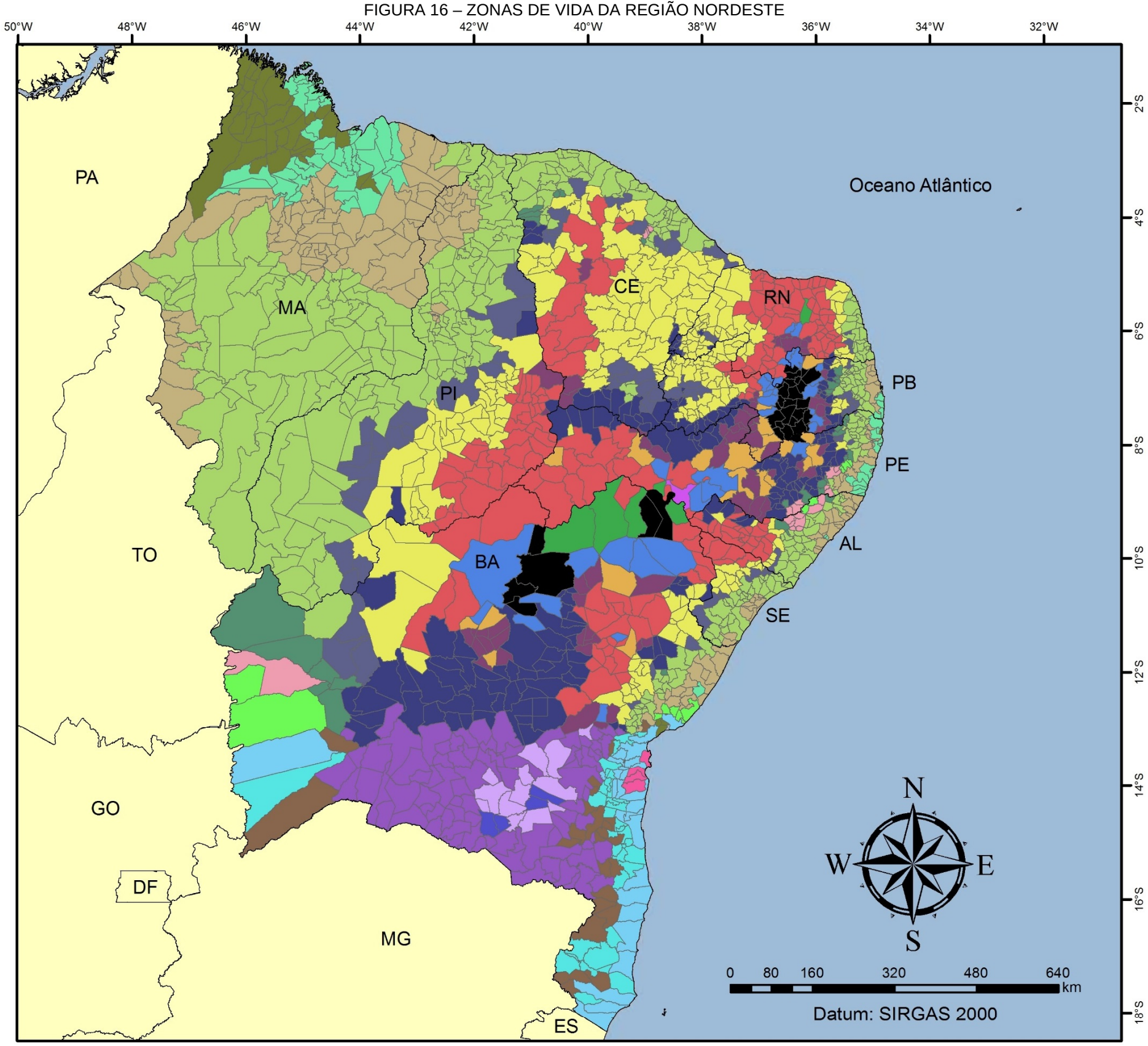
Quatro zonas de vida foram classificadas como floresta úmida ou transição entre floresta úmida e muito úmida no nordeste, sendo que juntas representaram 6,38% da área total e se localizaram principalmente no norte do Maranhão, litoral sul e oeste da Bahia. Também no oeste da Bahia foi encontrada a maior área das transições entre floresta úmida e seca tropical premontana (2,93%) e entre floresta úmida e seca subtropical basal (3,63%). Porém, esta se distribuiu também no litoral sul da Bahia.

A soma das áreas das transições entre floresta seca e muito seca tropical basal, 16,07%, ocupa a segunda posição das zonas de vida mais abundantes do nordeste. Essas zonas de transição se distribuíram em todos os estados do nordeste, exceto no Maranhão, e estiveram sempre em contato com a floresta seca tropical basal. O mesmo ocorreu com a floresta muito seca tropical basal (11,64%), que se distribuiu próximo à transição entre floresta seca e muito seca, formando um gradiente de umidade.

Representando 10,4% da superfície desta região, as transições entre floresta úmida e seca tropical basal se distribuíram no litoral dos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e principalmente no norte do Maranhão, onde se localizaram entre a floresta úmida tropical basal e a floresta seca tropical basal.

No sul da Bahia, a floresta seca subtropical basal ocupou 6,39% da superfície. Nela, foi possível encontrar as zonas de transição entre floresta seca, muito seca e vegetação arbórea espinhosa subtropical basal (1,38%). Essa zona de vida continuou em sentido ao norte, mudando a região latitudinal: floresta seca tropical premontana, que ocupou 8,38% do território.

FIGURA 16 – ZONAS DE VIDA DA REGIÃO NORDESTE



Legenda

Zonas de vida

- Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal
- Fl. úmida trop. basal
- Fl. úmida trop. premontana
- Fl. úmida subtrop. basal
- Fl. úmida/seca trop. basal
- Fl. úmida/seca trop. premontana
- Fl. úmida/seca subtrop. basal
- Fl. seca/úmida trop. basal
- Fl. seca/úmida trop. premontana
- Fl. seca/úmida subtrop. basal
- Fl. seca trop. basal
- Fl. seca trop. premontana
- Fl. seca subtrop. basal
- Fl. seca/muito seca trop. basal
- Fl. muito seca/seca trop. basal
- Fl. muito seca trop. basal
- Fl. seca/muito seca/veg. arbórea espinhosa trop. premontana
- Fl. seca/muito seca/veg. arbórea espinhosa subtrop. basal
- Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa/fl. seca trop. premontana
- Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa/fl. seca subtrop. basal
- Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa trop. basal
- Veg. arbórea espinhosa/fl. seca/muito seca trop. premontana
- Veg. arbórea espinhosa/fl. muito seca trop. basal
- Veg. arbórea espinhosa trop. premontana

FONTE: A autora (2016)

NOTA: Fl. – Floresta; Veg. – Vegetação; subtrop – subtropical; trop. – tropical

A vegetação arbórea espinhosa tropical premontana (1,63%) foi encontrada na Bahia e em Pernambuco, sempre associada às transições entre floresta seca, muito seca e vegetação arbórea espinhosa tropical premontana (6,62%). Também nesta área, as transições entre floresta muito seca e vegetação arbórea espinhosa tropical basal (1,26%) estiveram presentes.

5.4.4 Região norte

A maior região do Brasil apresentou 12 zonas de vida, sendo que 99,65% se encontraram na região latitudinal tropical e 88,89% no piso altitudinal basal (Figura 17).

Floresta úmida tropical basal foi a zona de vida mais encontrada na região norte, com 67,81% da área total. Distribuiu-se em todos os estados, exceto no estado de Tocantins, onde somente o município de Santa Fé do Araguaia foi classificado nesta zona de vida.

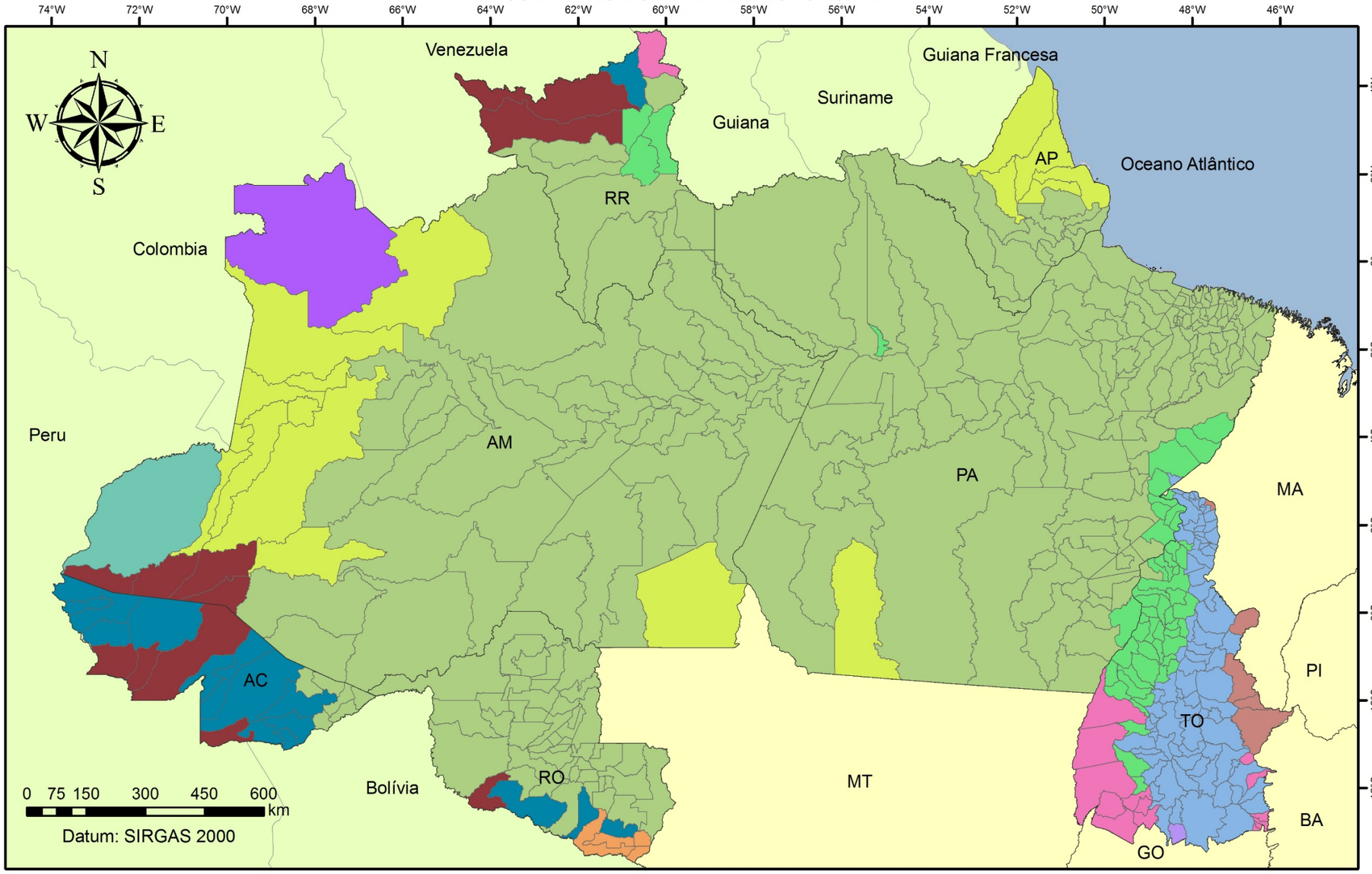
Enquanto na parte oeste as zonas de transição para florestas muito úmidas se fizeram presentes, como floresta úmida/muito úmida tropical basal (10,87%) e floresta muito úmida/úmida tropical basal (2,82%), na parte leste predominaram as zonas de transição mais secas, pela proximidade da região nordeste.

Desta forma, exceto pelo sudoeste do Tocantins, que foi classificado como floresta úmida tropical premontana (1,57%), as outras zonas de vida encontradas nesse estado foram: transição entre floresta úmida e seca tropical basal (3,03%), que também ocorreu em Roraima, na região de Savana; transição entre floresta seca e úmida tropical basal (3,77%); transição entre floresta seca e úmida subtropical basal (0,04%); e floresta seca tropical basal (0,55%).

A transição entre floresta muito úmida e úmida tropical premontana (3,84%) apareceu no norte de Roraima e nos estados de Rondônia, Acre e Amazonas, sempre associada à transição entre floresta úmida e muito úmida tropical premontana (3,41%). No oeste do Amazonas, associada à essa transição, a floresta muito úmida tropical premontana ocupou 1,98% do território.

Finalmente, no sul de Rondônia, uma zona de transição entre floresta úmida e muito úmida subtropical basal, que também esteve presente no estado de Mato Grosso, cobriu 0,31% da área da região norte.

FIGURA 17 – ZONAS DE VIDA DA REGIÃO NORTE



Legenda

Zonas de vida

- Fl. muito úmida trop. premontana
- Fl. muito úmida/úmida trop. basal
- Fl. muito úmida/úmida trop. premontana
- Fl. úmida/muito úmida trop. basal
- Fl. úmida/muito úmida trop. premontana
- Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal
- Fl. úmida trop. basal
- Fl. úmida trop. premontana
- Fl. úmida/seca trop. basal
- Fl. seca/úmida trop. basal
- Fl. seca/úmida subtrop. basal
- Fl. seca trop. basal

FONTE: A autora (2016)

NOTA: Fl. – Floresta; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

5.4.5 Região sudeste

Apresentando 10 zonas de vida, toda a região sudeste foi classificada na região latitudinal subtropical e seus pisos altitudinais se dividiram em basal (94,63%) e montano baixo (5,37%) (Figura 18).

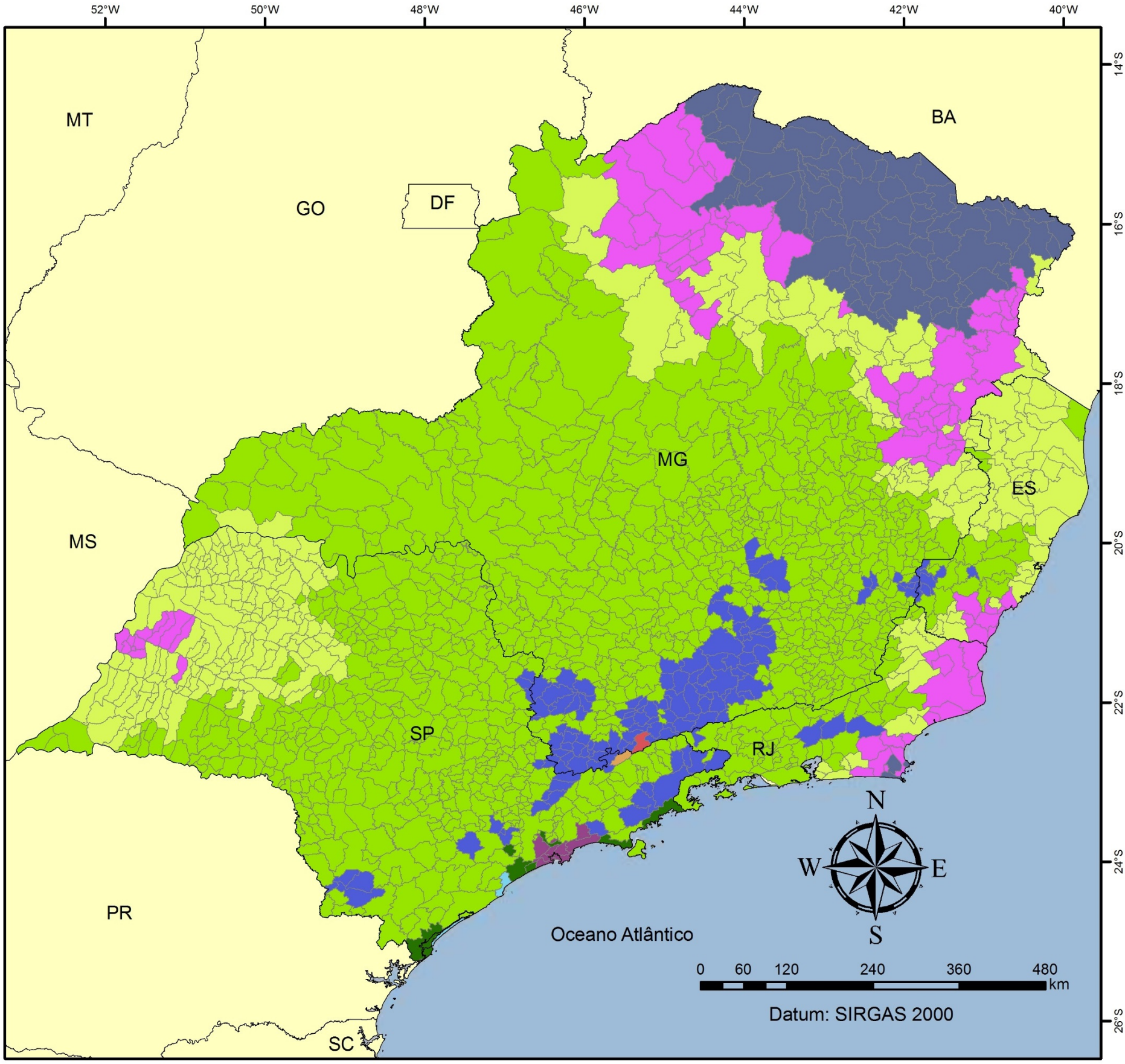
Cinco zonas de vida relacionadas à floresta muito úmida foram encontradas, principalmente, no litoral de São Paulo. Uma delas foi a floresta muito úmida subtropical basal e as outras foram transições entre florestas muito úmidas e úmidas, que juntas somaram 0,75% da área total da região sudeste.

Duas zonas de vida de floresta úmida subtropical foram definidas na região: a basal foi a mais abundante, ocupou 58,93% da superfície e se localizou nos quatro estados da região; a montana baixa, com 5,29%, se distribuiu em todos os estados da região estando mais concentrada na área correspondente à Serra da Mantiqueira.

Uma zona de vida seca esteve presente nesta região: floresta seca subtropical basal, ocupando 8,83%. Localizou-se no norte do estado de Minas Gerais, no centro da transição entre floresta seca e úmida subtropical basal (8,72%). A zona de transição entre floresta úmida e seca subtropical basal (17,47%), segunda maior zona de vida da região sudeste, se distribuiu formando um gradiente entre floresta seca/úmida subtropical basal e floresta úmida subtropical basal.

Eloi (2001) realizou a classificação de Holdridge para o estado de Minas Gerais e também constatou que este estado é totalmente revestido por florestas. Porém, enquanto no presente trabalho foram encontradas seis zonas de vida para Minas Gerais, o referido autor encontrou dez zonas de vida, sendo que algumas eram muito secas, o que não foi constatado no presente estudo.

FIGURA 18 – ZONAS DE VIDA DA REGIÃO SUDESTE



FONTE: A autora (2016)
NOTA: Fl. – Floresta; subtrop. – subtropical

5.4.6 Região sul

Divididas entre as regiões latitudinais subtropical (46,98%) e temperada (53,02%), as zonas de vida da região sul estão apresentadas na Figura 19.

Todas as zonas de vida e transições existentes na região sul foram classificadas como florestas úmidas e muito úmidas, exceto pelos municípios Jardim Olinda e Paranapoema, no norte do Paraná, classificados como transição entre floresta úmida e seca subtropical basal, que correspondeu a 0,05% da área total.

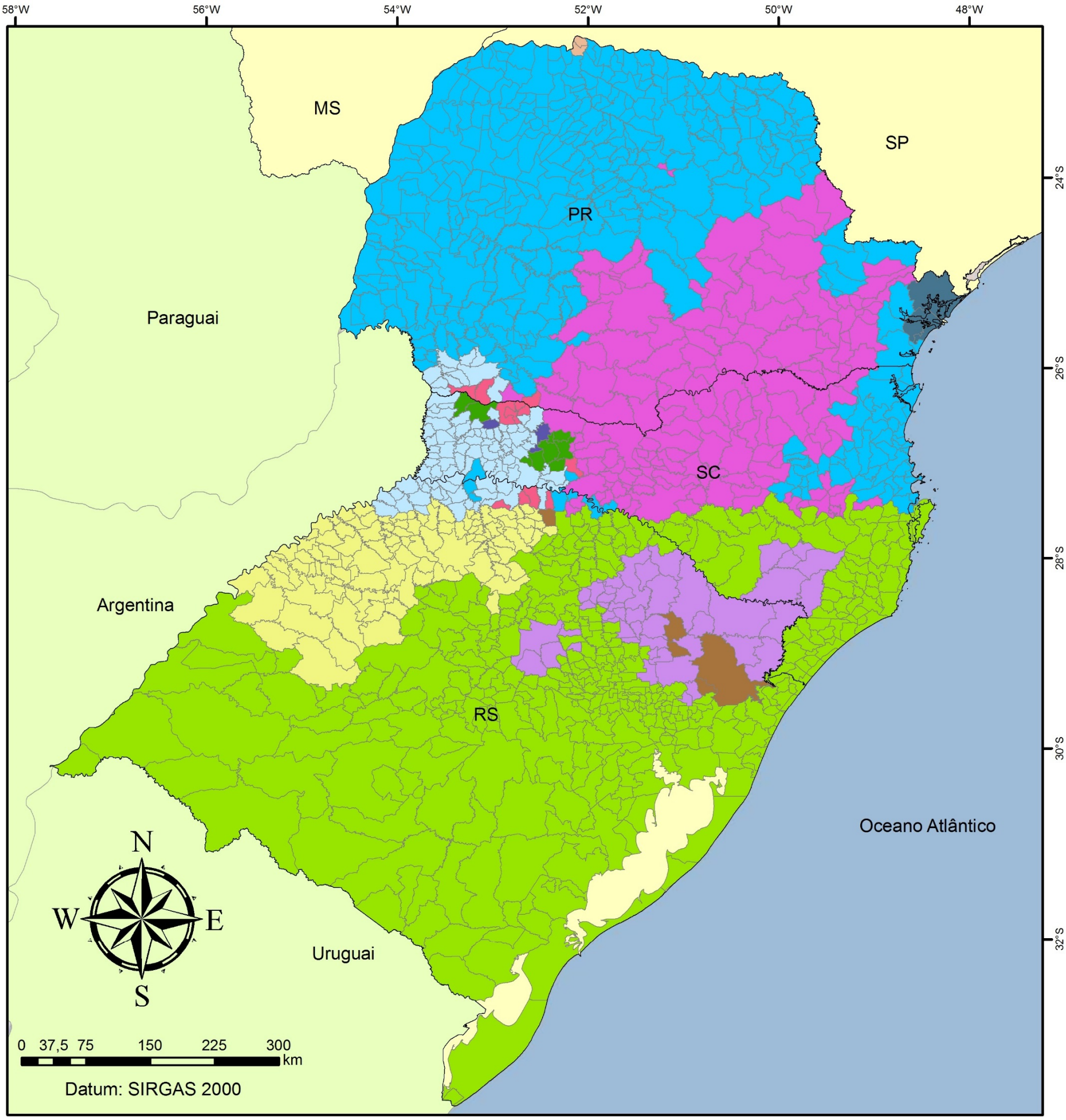
A maior zona de vida da região sul foi a floresta úmida temperada basal (40,66%), que se distribuiu principalmente no Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina. No meio desta zona de vida, no norte do Rio Grande do Sul, foram classificadas floresta úmida/muito úmida temperada basal (4,81%) e floresta muito úmida temperada basal (0,83%).

Cobrindo 60,07% do Paraná, floresta úmida subtropical basal foi a segunda maior zona de vida da região sul, com 25,81%, distribuindo-se principalmente no oeste e noroeste do Paraná e no litoral norte de Santa Catarina. O litoral do Paraná foi constituído pela transição entre floresta úmida e muito úmida subtropical basal (0,53%).

Ocupando o segundo planalto paranaense e a região central de Santa Catarina, encontrou-se a terceira maior zona de vida da região: floresta úmida subtropical montana baixa (16,51%). A quarta maior zona de vida, transição entre floresta muito úmida e úmida temperada basal, foi localizada principalmente no noroeste do Rio Grande do Sul, ocupando 6,71% da área total.

Quatro zonas de vida úmidas e muito úmidas se localizaram no oeste de Santa Catarina, sul do Paraná e norte do Rio Grande do Sul: floresta muito úmida/úmida subtropical basal (3,12%), floresta muito úmida/úmida subtropical montana baixa (0,44%), floresta muito úmida subtropical montana baixa (0,42%) e floresta muito úmida subtropical basal (0,09%).

FIGURA 19 – ZONAS DE VIDA DA REGIÃO SUL



FONTE: A autora (2016)
NOTA: Fl. – floresta; subtrop. – subtropical

Milano, Brassiolo e Soares (1987) realizaram um zoneamento para o Paraná utilizando as zonas de vida de Holdridge. Esses autores encontraram sete zonas de vida para o estado, assim como o presente estudo. Porém, apenas três zonas de vida coincidiram: floresta muito úmida subtropical, floresta úmida subtropical basal e floresta úmida/muito úmida subtropical. As outras quatro zonas de vida também são florestas úmidas ou muito úmidas, porém foram classificadas com regiões latitudinais tropicais ou temperadas, o que não foi constatado neste estudo.

Para o estado de Santa Catarina, Nogueira, Kuniyoshi e Soares (1987) encontraram quatro zonas de vida: floresta úmida temperada, floresta úmida subtropical, floresta muito úmida temperada e transição entre floresta muito úmida/úmida temperada. A única zona de vida, encontrada por Nogueira, Kuniyoshi e Soares (1987), que diferiu do presente estudo foi a floresta muito úmida temperada. Floresta muito úmida subtropical e transição entre floresta muito úmida e úmida subtropical não foram encontradas pelos referidos autores.

5.5 COMPARAÇÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

5.5.1 Região centro-oeste

Dois tipos de vegetação cobriram grande parte da região centro-oeste: Savana (46,61%) e Savana/Floresta Estacional (18,57%) (Tabela 3).

TABELA 3 – REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Classes de cobertura	**%**
Savana	46,61
Savana/Floresta Estacional	18,57
Floresta Ombrófila/Floresta Estacional	11,29
Floresta Estacional Semidecidual	6,81
Floresta Ombrófila Aberta	6,40
Floresta Ombrófila Densa	2,96
Floresta Estacional Decidual	1,78
Savana/Savana-Estépica	1,32
Savana-Estépica	0,76
Áreas das Formações Pioneiras	0,70
Savana-Estépica/Floresta Estacional	0,25
Savana/Floresta Ombrófila	0,11
Massa d’água continental	2,44
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

Na porção central do Mato Grosso, pôde ser encontrada uma área de Floresta Ombrófila/Floresta Estacional, que representou 11,29% da área total do centro-oeste. A Floresta Estacional Semidecidual (6,81%) apareceu no sul de Mato Grosso do Sul, no sudoeste do Mato Grosso e em alguns remanescentes em Goiás. O norte de Mato Grosso foi composto por Floresta Ombrófila Aberta (6,40%), Floresta Ombrófila Densa (2,96%), Savana/Floresta Ombrófila (1,24%), Refúgios Vegetacionais (0,04%) e Campinarana/Floresta Ombrófila (0,11%). O restante da região centro-oeste foi coberto por Floresta Estacional Decidual (1,78%), Savana/Savana-Estépica (1,32%), Savana-Estépica (0,76%), Savana-Estépica/Floresta Estacional (0,25%), Áreas das Formações Pioneiras (0,70%) e massa d'água continental.

Na Tabela 4 pode ser observada a matriz de confusão entre as classes de vegetação e as zonas de vida encontradas na região sudoeste.

Das 14 classes de vegetação, doze tiveram mais de 50% da sua área correspondente com alguma zona de vida de Holdridge, nove atingiram uma porcentagem de correspondência acima de 70%, sendo que três delas obtiveram uma porcentagem de 100%. Foi o caso da Campinarana/Floresta Ombrófila e Refúgios Vegetacionais com floresta úmida/muito úmida tropical basal e Savana/Savana-Estépica com floresta úmida subtropical basal.

Savana e Savana/Floresta Estacional se distribuíram praticamente em todas as zonas de vida, exceto na transição de floresta muito úmida e úmida tropical premontana, sendo que a maior correspondência foi com floresta úmida subtropical basal: 84,3% para Savana e 66,9% para Savana/Floresta Estacional. Floresta úmida/seca subtropical basal correspondeu somente com Savana e floresta úmida tropical premontana dividiu-se entre estas duas classes de vegetação.

As duas tipologias de Floresta Ombrófila, Aberta e Densa, distribuíram-se apenas em zonas de vida tropicais, basais e úmidas: transição entre floresta úmida e muito úmida tropical basal e floresta úmida tropical basal. Savana/Floresta Ombrófila apresentou a mesma tendência, exceto por uma correspondência de 5,0% com uma zona de vida de região latitudinal premontana.

Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Savana-Estépica e Savana-Estépica/Floresta Estacional apresentaram elevados índices de correspondência com floresta úmida subtropical basal, que foi a zona de vida mais abundante desta região.

TABELA 4 – MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA PARA A REGIÃO CENTRO-OESTE (%)

Zonas de vida de Holdridge	**Classes de vegetação**													
	AFP	**Campin./ FO**	**FED**	**FES**	**FO/ FE**	**FOA**	**FOD**	**SAV**	**SAV/ FE**	**SAV/ FO**	**SAV/SAV-Estépica**	**SAV-Estépica**	**SAV-Estépica/FE**	**RV**
Fl. muito úmida/úmida trop. premontana	11,1	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida trop. basal	0,0	100,0	6,5	0,0	2,7	29,6	55,0	0,0	3,1	52,1	0,0	0,0	0,0	100,0
Fl. úmida/muito úmida trop. premontana	18,7	0,0	0,0	0,0	18,8	0,0	0,0	1,9	1,6	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	39,9	0,0	0,0	11,7	22,6	0,0	0,0	9,9	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida trop. basal	10,1	0,0	0,0	2,4	49,0	70,4	45,0	1,7	15,1	42,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida trop. premontana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida subtrop. basal	20,2	0,0	93,5	85,9	0,0	0,0	0,0	84,3	66,9	0,0	100,0	98,7	95,2	0,0
Fl. úmida/seca subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	1,3	4,8	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)

NOTA: AFP – Áreas das Formações Pioneiras; Campi. – Campinarana; FE – Floresta Estacional; FED – Floresta Estacional Decidual; FES – Floresta Estacional Semidecidual; Fl. – floresta; FO – Floresta Ombrófila; FOA – Floresta Ombrófila Aberta; FOD – Floresta Ombrófila Densa; RV – Refúgios Vegetacionais; SAV – Savana; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

5.5.2 Região nordeste

Das 15 tipologias existentes no nordeste, a mais representativa foi Savana-Estépica, com 35,06% da área total, cobrindo principalmente a porção mais seca da região e quase não apareceu no estado do Maranhão (Tabela 5).

TABELA 5 – REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO NORDESTE

Classes de cobertura	**%**
Savana-Estépica	35,06
Savana	17,95
Floresta Estacional Decidual	8,76
Floresta Ombrófila Densa	8,61
Savana-Estépica/Floresta Estacional	7,82
Savana/Floresta Estacional	5,15
Floresta Estacional Semidecidual	4,60
Savana/Savana-Estépica	3,48
Floresta Ombrófila Aberta	3,08
Áreas das Formações Pioneiras	2,06
Savana/Savana-Estépica/Floresta Estacional	1,39
Refúgios Vegetacionais	0,33
Savana/Floresta Ombrófila	0,18
Floresta Estacional/Formações Pioneiras	0,06
Savana/Formações Pioneiras	0,05
Massa d’água continental	1,42
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

No oeste dos estados da Bahia e do Piauí e no sul do Maranhão, encontrou-se uma extensa área de Savana, que ocupou 17,95% da região. Localizadas entre essas duas tipologias, foram encontradas áreas de Floresta Estacional Decidual, representando 8,76% do nordeste. Contornando a área de Savana-Estépica, encontrou-se uma transição entre Savana-Estépica e Floresta Estacional, que cobriu 7,82%.

Floresta Ombrófila Densa se distribuiu principalmente nas áreas mais úmidas do nordeste (norte do Maranhão e no litoral sul da Bahia), ocupando 8,61% da superfície, enquanto a Floresta Ombrófila Aberta (3,08%) se localizou no norte do Maranhão e litoral do Alagoas. O restante desta região foi mesclado entre Savana/Floresta Estacional (5,15%), Floresta Estacional Semidecidual (4,60%), Savana/Savana-Estépica (3,48%), Áreas das Formações Pioneiras (2,06%), Savana/Savana-Estépica/Floresta Estacional (1,39%), Refúgios Vegetacionais (0,33%), Savana/Floresta Ombrófila (0,18%), Floresta Estacional/Formações Pioneiras (0,06%), Savana/Formações Pioneiras (0,05) e massa d’água continental.

A Tabela 6 apresenta o resultado da sobreposição das classes de vegetação e das zonas de vida de Holdridge, em forma de porcentagem.

Savana-Estépica se correlacionou principalmente com duas zonas de vida: floresta muito seca/seca tropical basal (24,0%) e floresta muito seca tropical basal (29,4%). Esta classe de vegetação não obteve correspondência com zonas de vida úmidas ou transições de zonas úmidas e secas. A transição de vegetação arbórea espinhosa com floresta muito seca tropical basal apenas se correspondeu com esta classe de vegetação e floresta muito seca/vegetação arbórea espinhosa/floresta seca subtropical basal se dividiu entre Savana-Estépica e Savana-Estépica/Floresta Estacional.

Savana, a segunda maior classe de vegetação desta região, obteve 58,2% de correspondência com floresta seca tropical basal. Outras classes que se sobrepuseram, principalmente, com esta zona de vida foram: Floresta Ombrófila Densa, Savana/Floresta Estacional, Savana/Savana-Estépica e Savana/Savana-Estépica/Floresta Estacional.

Savana/Savana-Estépica também se relacionou com as transições entre floresta seca e muito seca tropical basal (33,8%). Tanto essa classe de vegetação quanto Savana-Estépica e Savana/Savana-Estépica/Floresta Estacional não se sobrepuseram com zonas de vida úmidas, sendo a mais úmida a transição entre floresta seca e úmida. O mesmo foi observado para Savana-Estépica/Floresta Estacional, exceto por 0,3% de correspondência com floresta úmida e seca tropical premontana.

A classe Áreas das Formações Pioneiras se correspondeu principalmente com zonas de vida de regiões tropicais e pisos altitudinais basais: floresta úmida e seca tropical basal (30,5%); floresta seca e úmida tropical basal (25,8%) e floresta seca tropical basal (26,7%). A mesma tendência foi observada para as classes Floresta Estacional/Formações Pioneiras e Savana/Formações Pioneiras. Floresta Estacional/Formações Pioneiras obteve uma correspondência de 61,5% com floresta úmida/seca tropical basal e 38,5% com floresta seca tropical basal. Savana/Formações Pioneiras se dividiu entre floresta úmida/seca tropical basal (94,9%) e floresta úmida tropical basal (5,1%).

TABELA 6 – MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA PARA A REGIÃO NORDESTE (%)

Zonas de vida de Holdridge	Classes de vegetação														
	AFP	**FE/ FP**	**FED**	**FES**	**FOA**	**FOD**	**SAV**	**SAV/ FE**	**SAV/ FO**	**SAV/ FP**	**SAV/SAV -Estépica**	**SAV/SAV-Estépica/FE**	**SAV-Estépica**	**SAV-Estépica/ FE**	**RV**
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida trop. basal	9,4	0,0	0,1	0,0	20,7	16,5	0,2	1,1	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida trop. premontana	0,7	0,0	0,2	0,9	0,5	0,8	6,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida subtrop. basal	3,1	0,0	0,6	0,0	0,0	14,6	4,2	0,0	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/seca trop. basal	30,5	61,5	0,1	0,0	24,7	3,5	0,6	7,0	0,0	94,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/seca trop. premontana	0,0	0,0	0,3	2,6	3,1	0,0	2,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
Fl. úmida/seca subtrop. basal	0,7	0,0	0,4	4,4	0,0	11,1	3,3	0,0	34,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/úmida trop. basal	25,8	0,0	19,5	13,5	28,4	15,6	7,0	14,9	7,6	0,0	7,7	19,3	0,2	0,0	0,0
Fl. seca/úmida trop. premontana	0,0	0,0	0,2	3,2	3,4	0,0	6,8	8,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,1	2,5	0,0
Fl. seca/úmida subtrop. basal	0,0	0,0	2,3	4,4	0,0	8,5	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Fl. seca trop. basal	26,7	38,5	16,8	21,6	14,8	22,0	58,2	36,2	0,0	0,0	49,6	23,7	7,9	7,5	0,0
Fl. seca trop. premontana	0,0	0,0	11,4	23,6	2,2	0,4	2,4	8,9	0,0	0,0	2,0	4,0	8,1	28,2	38,6
Fl. seca subtrop. basal	0,0	0,0	27,5	12,9	0,0	6,0	2,2	4,5	0,0	0,0	0,0	4,5	1,9	16,6	59,5
Fl. seca/muito seca trop. basal	0,0	0,0	8,5	5,1	0,7	0,0	1,1	6,3	0,0	0,0	14,7	3,0	3,8	9,3	0,0
Fl. muito seca/seca trop. basal	0,9	0,0	9,5	4,0	0,9	0,1	0,5	2,5	0,0	0,0	19,1	17,9	24,0	14,6	0,0
Fl. muito seca trop. basal	0,6	0,0	0,6	1,3	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	2,9	3,6	29,4	9,1	0,0
Fl. seca/muito seca/veg. arbórea espinhosa trop. premontana	0,0	0,0	0,4	0,6	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,4	2,8	5,2	6,1	0,0
Fl. seca/muito seca/veg. arbórea espinhosa subtrop. basal	0,0	0,0	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	1,0	0,2
Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa/fl. seca trop. premontana	0,0	0,0	0,0	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,7	0,0
Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa/fl. seca subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0
Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa trop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	3,2	0,0	0,0
Veg. arbórea espinhosa/fl. seca/muito seca trop. premontana	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3	5,3	0,0	0,0	2,6	6,3	5,7	2,8	1,7
Veg. arbórea espinhosa/fl. muito seca trop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
Veg. arbórea espinhosa trop. premontana	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	8,7	3,5	0,8	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)

NOTA: AFP – Áreas das Formações Pioneiras; FE – Floresta Estacional; FED – Floresta Estacional Decidual; FES – Floresta Estacional Semidecidual; Fl. – floresta; FO – Floresta Ombrófila; FOA – Floresta Ombrófila Aberta; FOD – Floresta Ombrófila Densa; FP – Formações Pioneiras; RV – Refúgios Vegetacionais; SAV – Savana; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

A zona de vida mais úmida desta região, floresta úmida/muito úmida subtropical basal, se dividiu entre Áreas das Formações Pioneiras e Floresta Ombrófila Densa. Floresta muito seca/vegetação arbórea espinhosa tropical basal se sobrepôs somente com Savana/Savana-Estépica/Floresta Estacional e Savana-Estépica.

5.5.3 Região norte

Floresta Ombrófila Densa foi a classe de vegetação mais encontrada nessa região, com 51,73% da área total. Esteve presente em todos os estados exceto no Tocantins, que foi praticamente todo recoberto por Savana, também presente no norte de Roraima e em pequenas áreas em outros estados, representando 8,08% da região norte (Tabela 7).

TABELA 7 – REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO NORTE

Classes de cobertura	**%**
Floresta Ombrófila Densa	51,73
Floresta Ombrófila Aberta	21,30
Savana	8,08
Campinarana/Floresta Ombrófila	5,16
Savana/Floresta Ombrófila	3,76
Campinarana	2,75
Áreas das Formações Pioneiras	1,74
Savana/Floresta Estacional	1,32
Floresta Ombrófila/Floresta Estacional	1,00
Floresta Estacional Semidecidual	0,34
Savana-Estépica	0,25
Floresta Estacional Decidual	0,12
Refúgios Vegetacionais	0,07
Savana-Estépica/Floresta Estacional	0,06
Massa d'água continental	2,32
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

Acre e Rondônia foram amplamente recobertos por Floresta Ombrófila Aberta (21,30%), assim como o sul do Pará e o oeste do Amazonas. No norte do Amazonas e sul de Roraima se localizaram Campinarana/Floresta Ombrófila (5,16%) e Campinarana (2,75%).

Também foram encontradas na região norte: Savana/Floresta Ombrófila (3,76%), Áreas das Formações Pioneiras (1,74%), Savana/Floresta Estacional (1,32%), Floresta Ombrófila/Floresta Estacional (1,00%), Floresta Estacional Semidecidual (0,34%), Savana-Estépica (0,25%), Floresta Estacional Decidual

(0,12%), Refúgios Vegetacionais (0,07%), Savana-Estépica/Floresta Estacional (0,06%) e massa d'água continental.

A sobreposição entre as classes de vegetação e as zonas de vida de Holdridge para a região norte, e suas respectivas porcentagens, estão apresentadas na Tabela 8.

As principais classes de vegetação da região norte, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta, se sobrepuseram principalmente com floresta úmida tropical basal, que foi a zona de vida mais encontrada nesta região. Outras classes de vegetação que também apresentaram maiores índices de correspondência com esta zona de vida foram: Áreas das Formações Pioneiras (71,9%), Campinarana (53,0%), Campinarana/Floresta Ombrófila (34,6%), Floresta Estacional Decidual (56,5%), Floresta Ombrófila/Floresta Estacional (53,0%), Savana/Floresta Ombrófila (75,8%), Savana-Estépica/Floresta Estacional (91,0%) e Refúgios Vegetacionais (70,5%).

Não foram encontradas correspondências de 100% nesta região. Floresta seca/úmida subtropical basal, floresta seca/úmida tropical basal e floresta seca tropical basal se dividiram, quase que igualmente, entre Savana e Savana/Floresta Estacional. Apesar de ter obtido maior correspondência com a transição floresta seca/úmida tropical basal (38,6%), a tipologia de Savana se distribuiu em quase todas as zonas de vida.

Campinarana/Floresta Ombrófila se distribuiu somente em zonas de vida de regiões tropicais e de piso altitudinal basal. A classe Áreas das Formações Pioneiras também seguiu esta tendência, se correspondendo em 91,9% com esta mesma região latitudinal e piso altitudinal. Essa classe de vegetação, assim como Campinarana, Floresta Estacional Decidual, Savana-Estépica, Savana-Estépica/Floresta Estacional e Refúgios Vegetacionais se sobrepôs apenas com zonas de vida úmidas e muito úmidas.

Floresta Estacional Semidecidual se correspondeu principalmente com floresta úmida/muito úmida tropical premontana (20,8%), floresta úmida/muito úmida subtropical basal (41,4%) e floresta úmida tropical basal (32,1%). Enquanto a floresta muito úmida tropical premontana obteve 96,8% de correspondência com Floresta Ombrófila Aberta, a floresta muito úmida/úmida tropical basal se dividiu entre Campinarana e Campinarana/Floresta Ombrófila.

TABELA 8 – MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA PARA A REGIÃO NORTE (%)

Zonas de vida de Holdridge	Classes de vegetação													
	AFP	**Campin.**	**Campin. /FO**	**FED**	**FES**	**FO/ FE**	**FOA**	**FOD**	**SAV**	**SAV/ FE**	**SAV/ FO**	**SAV-Estépica**	**SAV-Estépica /FE**	**RV**
Fl. muito úmida trop. premontana	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida trop. basal	0,0	31,4	30,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida trop. premontana	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	35,2	9,7	2,1	3,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
Fl. úmida/ muito úmida trop. basal	20,0	14,7	33,6	37,2	0,0	8,9	9,3	10,6	0,6	12,5	9,6	0,0	0,0	29,5
Fl. úmida/muito úmida trop. premontana	4,0	0,1	0,0	0,0	20,8	2,3	11,7	0,9	2,1	0,0	0,8	28,8	9,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	4,1	0,0	0,0	0,0	41,4	0,5	0,1	0,0	0,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida trop. basal	71,9	53,0	34,6	56,5	32,1	53,0	59,9	83,3	18,6	24,5	75,8	9,8	91,0	70,5
Fl. úmida trop. premontana	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,1	13,6	15,9	1,3	60,9	0,0	0,0
Fl. úmida/seca trop. basal	0,0	0,0	1,4	0,0	5,7	0,1	0,4	2,1	16,7	0,0	9,9	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/úmida trop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	38,6	41,1	2,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca trop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)

NOTA: AFP – Áreas das Formações Pioneiras; Campin. – Campinarana; FE – Floresta Estacional; FED – Floresta Estacional Decidual; FES – Floresta Estacional Semidecidual; Fl. – floresta; FO – Floresta Ombrófila; FOA – Floresta Ombrófila Aberta; FOD – Floresta Ombrófila Densa; RV – Refúgios Vegetacionais; SAV – Savana; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

5.5.4 Região sudeste

Floresta Estacional Semidecidual foi a classe de vegetação mais encontrada no sudeste, cobrindo 31,95% da região (Tabela 9). Distribuiu-se principalmente no noroeste de São Paulo e leste de Minas Gerais.

TABELA 9 – REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO SUDESTE

Classes de cobertura	**%**
Floresta Estacional Semidecidual	31,95
Savana	31,08
Savana/Floresta Estacional	12,00
Floresta Ombrófila Densa	11,42
Floresta Estacional Decidual	4,58
Savana/Floresta Ombrófila	1,50
Savana-Estépica/Floresta Estacional	1,48
Floresta Estacional/Floresta Ombrófila Mista	1,03
Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista	0,83
Floresta Ombrófila Mista	0,55
Floresta Ombrófila Aberta	0,53
Refúgios Vegetacionais	0,52
Áreas das Formações Pioneiras	0,47
Savana-Estépica	0,07
Massa d’água continental	1,99
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

Com aproximadamente a mesma porcentagem (31,08%), a Savana ocupa a maior parte de Minas Gerais e a região central do estado de São Paulo. A transição entre essas duas classes (Savana/Floresta Estacional) ocorre nos mesmos estados, ocupando 12,00% da área. O litoral de São Paulo e os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo são essencialmente cobertos por Floresta Ombrófila Densa (11,42%), o que corresponde ao bioma Mata Atlântica.

O restante da região conteve as seguintes classes: Floresta Estacional Decidual (4,58%), Savana/Floresta Ombrófila (1,50%), Savana-Estépica/Floresta Estacional (1,48%), Floresta Estacional/Floresta Ombrófila Mista (1,03%), Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista (0,83%), Floresta Ombrófila Mista (0,55%), Floresta Ombrófila Aberta (0,53%), Refúgios Vegetacionais (0,52%), Áreas das Formações Pioneiras (0,47%), Savana-Estépica (0,07%) e massa d’água continental.

A Tabela 10 apresenta o resultado da sobreposição das classes de vegetação e das zonas de vida de Holdridge, em forma de porcentagem.

TABELA 10 – MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA PARA A REGIÃO SUDESTE (%)

Zonas de vida de Holdridge	Classes de vegetação													
	AFP	**FED**	**FES**	**FE/ FOM**	**FOA**	**FOD**	**FOM**	**FOD/ FOM**	**SAV**	**SAV/ FE**	**SAV/FO**	**SAV-Estépica**	**SAV-Estépica/ FE**	**RV**
Fl. muito úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida subtrop. basal	4,4	1,6	55,9	53,7	22,0	51,3	38,9	17,9	72,1	73,3	98,3	0,0	0,0	73,0
Fl. úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,0	4,3	46,3	0,0	12,9	57,8	79,2	3,0	0,0	1,7	0,0	0,0	1,3
Fl. úmida/seca subtrop. basal	28,9	2,8	24,6	0,0	32,0	25,4	0,0	0,0	11,5	16,3	0,0	0,0	0,0	25,7
Fl. seca/úmida subtrop. basal	66,7	17,5	11,4	0,0	27,3	4,0	0,0	0,0	9,8	0,2	0,0	0,0	7,4	0,0
Fl. seca subtrop. basal	0,0	78,1	3,8	0,0	18,7	1,4	0,0	0,0	3,6	10,2	0,0	100,0	92,6	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)

NOTA: AFP – Áreas das Formações Pioneiras; FE – Floresta Estacional; FED – Floresta Estacional Decidual; FES – Floresta Estacional Semidecidual; Fl. – floresta; FO – Floresta Ombrófila; FOA – Floresta Ombrófila Aberta; FOD – Floresta Ombrófila Densa; FOM – Floresta Ombrófila Mista; RV – Refúgios Vegetacionais; SAV – Savana; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

Floresta Estacional Semidecidual obteve maior índice de correspondência com floresta úmida subtropical basal (55,9%) e não se correspondeu com zonas de vida muito úmidas ou transição de úmidas e muito úmidas. Das 14 classes de vegetação, outras seis se sobrepuseram principalmente com esta zona de vida: Floresta Estacional/Floresta Ombrófila Mista (53,7%), Floresta Ombrófila Densa (51,3%), Savana (72,1%), Savana/Floresta Estacional (73,3%), Savana/Floresta Ombrófila (98,3%) e Refúgios Vegetacionais (73,0%).

Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista foram as únicas classes de vegetação a se corresponder com as zonas de vida muito úmidas ou transições entre floresta úmida e muito úmida. Floresta muito úmida subtropical basal e floresta úmida/muito úmida tropical basal somente se sobrepuseram com Floresta Ombrófila Densa. Tanto Floresta Ombrófila Mista quanto Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista obtiveram maior correspondência com floresta úmida subtropical montana baixa, 57,8 e 79,2%, respectivamente.

Savana-Estépica obteve 100% de correspondência com floresta seca subtropical basal. Outra tipologia que apresentou correlação com essa zona de vida foi Savana-Estépica/Floresta Estacional, com 92,6%.

Floresta Ombrófila Aberta se correspondeu principalmente com as transições entre floresta úmida e seca subtropical basal (59,3%) e Floresta Estacional Decidual obteve 78,1% de correspondência com floresta seca subtropical basal.

5.5.5 Região sul

Três classes de vegetação cobriram mais de 70% da região sul: Estepe (30,62%); Floresta Ombrófila Mista (28,10%) e Floresta Estacional Semidecidual (15,22%) (Tabela 11). Enquanto Estepe se localizou principalmente no sul do Rio Grande do Sul, a Floresta Ombrófila Mista pôde ser encontrada nos três estados e a Floresta Estacional Semidecidual se concentrou no oeste e norte do Paraná.

TABELA 11 – REPRESENTATIVIDADE DAS CLASSES DE COBERTURA NA REGIÃO SUL

Classes de cobertura	**%**
Estepe	30,62
Floresta Ombrófila Mista	28,10
Floresta Estacional Semidecidual	15,22
Floresta Estacional Decidual	8,37
Floresta Ombrófila Densa	5,98
Áreas das Formações Pioneiras	3,86
Estepe/Floresta Estacional	1,74
Estepe/Floresta Ombrófila Mista	0,73
Savana/Floresta Ombrófila Mista	0,59
Savana	0,58
Savana-Estépica	0,27
Savana/Floresta Estacional	0,11
Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista	0,09
Massa d'água continental	3,74
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

Também foram encontradas na região sul: Floresta Estacional Decidual (8,37%), Floresta Ombrófila Densa (5,98%), Áreas das Formações Pioneiras (3,86%), Estepe/Floresta Estacional (1,74%), Estepe/Floresta Ombrófila Mista (0,73%), Savana/Floresta Ombrófila Mista (0,59%), Savana (0,58%), Savana-Estépica (0,27%), Savana/Floresta Estacional (0,11%), Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista (0,09%) e massa d'água continental.

Na Tabela 12, podem ser observadas as porcentagens resultantes da sobreposição entre as classes de vegetação e as zonas de vida de Holdridge na região sul.

Estepe se correlacionou principalmente com regiões temperadas (94,0%), sendo que 73,1% foi com floresta úmida temperada basal. O mesmo ocorreu para Estepe/Floresta Estacional, que obteve 65,4% de correlação com floresta úmida temperada basal e 34,6% com floresta muito úmida/úmida temperada basal.

Floresta Ombrófila Mista se distribuíu em quase todas as zonas de vida, obtendo maior correlação com floresta úmida subtropical montana baixa (41,9%). A zona de vida floresta muito úmida subtropical montana baixa somente se correspondeu com essa classe de vegetação. Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista se correspondeu com floresta úmida subtropical montana baixa (76,0%) e com floresta úmida/muito úmida subtropical basal (24,0%).

TABELA 12 – MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A VEGETAÇÃO E AS ZONAS DE VIDA PARA A REGIÃO SUL (%)

Zonas de vida de Holdridge	Classes de vegetação												
	AFP	**Estepe**	**Estepe/ FE**	**Estepe/ FOM**	**FED**	**FES**	**FOD**	**FOD/ FOM**	**FOM**	**SAV**	**SAV/ FE**	**SAV/ FOM**	**SAV-Estépica**
Fl. muito úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida temperada basal	0,0	1,7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	0,1	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida temperada basal	0,0	10,2	34,6	0,0	26,1	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida temperada basal	0,0	9,0	0,0	0,0	2,7	0,1	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida subtrop. basal	0,4	0,1	0,0	7,2	1,8	88,3	46,7	0,0	27,2	16,6	76,1	57,8	0,0
Fl. úmida subtrop. montana baixa	0,0	5,9	0,0	92,8	0,3	0,5	16,0	76,0	41,9	83,4	23,9	42,2	0,0
Fl. úmida temperada basal	99,1	73,1	65,4	0,0	47,8	10,6	32,0	0,0	13,7	0,0	0,0	0,0	100,0
Fl. úmida/seca subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)

NOTA: AFP – Áreas das Formações Pioneiras; FE – Floresta Estacional; FED – Floresta Estacional Decidual; FES – Floresta Estacional Semidecidual; Fl. – floresta; FO – Floresta Ombrófila; FOA – Floresta Ombrófila Aberta; FOD – Floresta Ombrófila Densa; FOM – Floresta Ombrófila Mista; RV – Refúgios Vegetacionais; SAV – Savana; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

Savana-Estépica se sobrepôs somente com floresta úmida temperada basal. As outras classes relacionadas à Savana (Savana/Floresta Ombrófila Mista, Savana/Floresta Estacional e Savana) e a classe Estepe/Floresta Ombrófila Mista se corresponderam com duas zonas de vida: floresta úmida tropical basal e montana baixa.

Floresta Estacional Semidecidual apresentou um índice de correspondência de 88,3% com floresta úmida subtropical basal, sendo que floresta úmida e seca subtropical basal apenas se correspondeu com essa classe de vegetação. As Áreas das Formações Pioneiras se sobrepuseram em 93,6% com piso altitudinal basal e Floresta Ombrófila Densa se correspondeu em 73,1% com piso basal e 26,9% com montano baixo, estando dividida principalmente nas seguintes zonas de vida: floresta úmida subtropical basal (46,7%), floresta úmida temperada basal (32,0%) e floresta úmida subtropical montana baixa (16,0%).

5.6 COMPARAÇÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

5.6.1 Região centro-oeste

Quatro tipos climáticos foram encontrados na região centro-oeste (Tabela 13). A maior parte da região apresentou influência do clima Aw (60,13%), com exceção do norte de Mato Grosso e da região central de Mato Grosso do Sul, que apresentaram influência de Am (35,68%). O sul de Mato Grosso do Sul apresentou predominância de Cfa (2,31%) e o oeste do estado de Af (1,88%).

TABELA 13 – REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Tipos climáticos	**%**
Aw – Clima tropical com inverno seco	60,13
Am – Clima tropical de monção	35,68
Cfa – Clima úmido subtropical com verão quente	2,31
Af – Clima tropical sem estação seca	1,88
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

A Tabela 14 apresenta o resultado da sobreposição das classes climáticas de Köppen e das zonas de vida de Holdridge, em forma de porcentagem.

TABELA 14 – MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO CENTRO-OESTE (%)

Zonas de vida de Holdridge	**Classificação de Köppen**			
	Af	**Am**	**Aw**	**Cfa**
Fl. muito úmida/úmida trop. premontana	0,0	2,5	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida trop. basal	0,0	14,8	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida trop. premontana	0,0	3,1	4,1	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	0,0	11,0	11,1	0,0
Fl. úmida trop. basal	0,0	38,0	3,9	0,0
Fl. úmida trop. premontana	0,0	0,0	1,0	0,0
Fl. úmida subtrop. basal	100,0	30,6	78,8	100,0
Fl. úmida/seca subtrop. basal	0,0	0,0	0,8	0,0
Fl. seca/úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,3	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)
NOTA: Fl. – Floresta; trop. – tropical; subtrop. – subtropical

O tipo climático Aw obteve maior correspondência com floresta úmida subtropical basal (78,8%), sendo que Af e Cfa apresentaram 100% de correspondência com esta zona de vida. Três zonas de vida se sobrepuseram somente com Aw, conhecido por ser um clima tropical de invernos secos: floresta úmida tropical premontana, floresta úmida/seca subtropical basal e floresta seca/úmida subtropical basal.

Da mesma forma, a zona de vida mais úmida encontrada nesta região, transição entre floresta muito úmida e úmida tropical premontana, assim como a transição entre floresta úmida e muito úmida tropical basal, somente se sobrepuseram com o clima Am, clima tropical de monção.

Devido à extensa área desta região recoberta com floresta úmida subtropical basal, esta zona de vida obteve correspondência com todos os tipos climáticos da região centro-oeste.

5.6.2 Região nordeste

O clima da região nordeste do Brasil é variado, sendo a única região a apresentar todos os tipos de climas brasileiros. Os tipos climáticos predominantes foram: Aw (37,58%), BSh (27,91%) e As (25,55%) (Tabela 15).

TABELA 15 – REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO NORDESTE

Tipos climáticos	**%**
Aw – Clima tropical com inverno seco	37,58
BSh – Clima seco semi-árido	27,91
As – Clima tropical com verão seco	25,55
Am – Clima tropical de monção	4,53
Af – Clima tropical sem estação seca	3,46
Cfa – Clima úmido subtropical com verão quente	0,26
Cfb – Clima úmido subtropical com verão temperado	0,22
Cwa – Clima úmido subtropical com inverno seco e verão quente	0,28
Cwb – Clima úmido subtropical com inverno seco e verão temperado	0,21
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

O norte do estado do Maranhão foi classificado como Am (4,53%) e o litoral da Bahia como Af (3,46%). Os climas Cfa (0,26%), Cfb (0,22%), Cwa (0,28%) e Cwb (0,21%) foram encontrados no sul da Bahia.

A sobreposição entre os tipos climáticos de Köppen e as zonas de vida de Holdridge para a região nordeste, com suas respectivas porcentagens, estão apresentadas na Tabela 16.

O tipo climático Aw obteve maior índice de correspondência com floresta seca tropical basal (46,0%) e não se sobrepôs com a zona de vida vegetação arbórea espinhosa e nem transições desta zona com floresta seca ou muito seca.

BSh se correspondeu principalmente com floresta muito seca tropical basal (38,1%) e floresta muito seca/seca tropical basal (14,4%). Sete zonas de vida se sobrepuseram somente com este tipo climático: floresta seca/muito seca/vegetação arbórea espinhosa subtropical basal, floresta muito seca/vegetação arbórea espinhosa/floresta seca tropical premontana, floresta muito seca/vegetação arbórea espinhosa/floresta seca subtropical basal, floresta muito seca/vegetação arbórea espinhosa tropical basal, vegetação arbórea espinhosa/floresta seca/muito seca tropical premontana, vegetação arbórea espinhosa/floresta muito seca tropical basal e vegetação arbórea espinhosa tropical premontana.

Os tipos climáticos Cfa, Cfb e Cwa obtiveram 100% de correspondêcia com floresta seca subtropical basal. O tipo Cwb apresentou 71,5% de afinidade com esta mesma zona de vida e 28,5% com floresta seca tropical premontana. O clima As se correlacionou principalmente com floresta muito seca/seca tropical basal (22,3%), floresta seca tropical basal (22,1%), floresta seca tropical premontana (15,5%), floresta seca subtropical basal (12,1%) e transições entre floresta seca e muito seca tropical basal (30,2%).

TABELA 16 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO NORDESTE (%)

Zonas de vida de Holdridge	Classificação de Köppen								
	Af	**Am**	**As**	**Aw**	**BSh**	**Cfa**	**Cfb**	**Cwa**	**Cwb**
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida trop. basal	1,0	46,2	1,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida trop. premontana	3,2	0,5	0,1	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida subtrop. basal	45,3	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/seca trop. basal	0,8	25,7	3,7	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/seca trop. premontana	0,0	0,0	0,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/seca subtrop. basal	22,5	7,9	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/úmida trop. basal	14,1	13,5	4,9	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/úmida trop. premontana	0,0	0,2	1,3	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/úmida subtrop. basal	3,3	2,3	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca trop. basal	5,6	3,7	22,1	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca trop. premontana	0,0	0,0	15,5	5,4	8,3	0,0	0,0	0,0	28,5
Fl. seca subtrop. basal	0,0	0,0	12,1	3,3	4,0	100,0	100,0	100,0	71,5
Fl. seca/muito seca trop. basal	0,0	0,0	7,9	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito seca/seca trop. basal	0,0	0,0	22,3	5,8	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito seca trop. basal	0,0	0,0	4,0	0,0	38,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/muito seca/veg. arbórea espinhosa trop. premontana	0,0	0,0	4,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. seca/muito seca/veg. arbórea espinhosa subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa/fl. seca trop. premontana	0,0	0,0	0,1	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa/fl. seca subtrop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Fl. muito seca/veg. arbórea espinhosa trop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Veg. arbórea espinhosa/fl. seca/muito seca trop. premontana	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Veg. arbórea espinhosa/fl. muito seca trop. basal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Veg. arbórea espinhosa trop. premontana	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)
NOTA: Fl. – floresta; trop. – tropical; subtrop. – subtropical; veg. – vegetação

Floresta úmida/muito úmida subtropical basal se correspondeu somente com Af, sendo que este tipo climático apresentou maoir índice de correspondência com floresta úmida subtropical basal (45,3%). O tipo climático Am se sobrepôs principalmente com floresta úmida tropical basal, e esta zona de vida obteve 95% de correspondência com este mesmo tipo climático.

5.6.3 Região norte

A região norte é predominantemente classificada com os climas Am (46,0%) e Af (45,0%), caracterizados por serem climas tropicais, onde a temperatura média do mês mais frio é maior ou igual a 18 °C. O clima Aw cobriu o estado do Tocantins e leste do estado do Pará, com 9,0% (Tabela 17).

TABELA 17 – REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO NORTE

Tipos climáticos	**%**
Am – Clima tropical de monção	46,00
Af – Clima tropical sem estação seca	45,00
Aw – Clima tropical com inverno seco	9,00
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

Na Tabela 18, podem ser observadas as porcentagens resultantes da sobreposição das classes climáticas de Köppen e das zonas de vida de Holdridge.

TABELA 18 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO NORTE (%)

Zonas de vida de Holdridge	**Classificação de Köppen**		
	Af	**Am**	**Aw**
Fl. muito úmida trop. premontana	4,4	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida trop. basal	6,3	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida trop. premontana	5,1	3,3	0,0
Fl. úmida/muito úmida trop. basal	15,4	8,5	0,0
Fl. úmida/muito úmida trop. premontana	3,8	3,7	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	0,0	0,7	0,0
Fl. úmida trop. basal	65,0	82,0	9,3
Fl. úmida trop. premontana	0,0	0,5	15,1
Fl. úmida/seca trop. basal	0,0	1,3	27,1
Fl. seca/úmida trop. basal	0,0	0,0	41,9
Fl. seca/úmida subtrop. basal	0,0	0,0	0,5
Fl. seca trop. basal	0,0	0,0	6,1
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)
NOTA: Fl. – floresta; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

A maior porcentagem de sobreposição do tipo climático Am ocorreu com a floresta úmida tropical basal (82,0%), sendo que este tipo climático não se correspondeu com zonas de vida secas. A única zona de vida a apresentar 100% de coincidência com esse tipo climático foi a transição entre floresta úmida e muito úmida subtropical basal.

O tipo climático Af também apresentou maior afinidade com floresta úmida tropical basal (65,0%) e, assim como Am, não se correspondeu com zonas de vida secas ou transições entre floresta seca e úmida. As duas zonas de vida mais úmidas desta região se corresponderam somente com Af: floresta muito úmida tropical premontana e transição entre floresta muito úmida e úmida tropical basal.

Três zonas de vida tiveram 100% de correspondência com o tipo climático Aw: floresta seca/úmida tropical basal; floresta seca/úmida subtropical basal e floresta seca tropical basal. A floresta úmida/seca tropical basal obteve 95,5% de correspondência com esse mesmo tipo climático. Essas quatro zonas de vida representaram 75,5% da área de Aw, o restante ficou dividido entre floresta úmida tropical basal e premontana.

5.6.4 Região sudeste

A região sudeste apresentou predominância dos climas Aw (36,91%), Cwa (22,35%) e Cwb (16,00%), com influência do tipo climático As (8,21%) no norte de Minas Gerais e de Cfa (10,61%) e Cfb (4,33%) no sul do estado de São Paulo. Os climas Af (0,86%) e Am (0,73%) aparecem no litoral de São Paulo e do Espírito Santo (Tabela 19).

TABELA 19 – REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO SUDESTE

Tipos climáticos	**%**
Aw – Clima tropical com inverno seco	36,91
Cwa – Clima úmido subtropical com inverno seco e verão quente	22,35
Cwb – Clima úmido subtropical com inverno seco e verão temperado	16,00
Cfa – Clima úmido subtropical com verão quente	10,61
As – Clima tropical com verão seco	8,21
Cfb – Clima úmido subtropical com verão temperado	4,33
Af – Clima tropical sem estação seca	0,86
Am – Clima tropical de monção	0,73
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

A sobreposição entre os oito tipos climáticos de Köppen encontrados nesta região e as zonas de vida de Holdridge, com suas respectivas porcentagens, estão apresentadas na Tabela 20.

TABELA 20 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO SUDESTE (%)

Zona de vida de Holdridge	**Classificação de Köppen**							
	Af	**As**	**Am**	**Aw**	**Cfa**	**Cfb**	**Cwa**	**Cwb**
Fl. muito úmida subtrop. basal	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida subtrop. basal	9,7	0,0	0,0	0,0	2,5	0,9	0,0	0,0
Fl. muito úmida/úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	4,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Fl. úmida/muito úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Fl. úmida subtrop. basal	63,0	0,0	32,9	40,7	92,2	61,6	85,4	72,4
Fl. úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8	0,3	23,3
Fl. úmida/seca subtrop. basal	5,5	9,2	67,1	38,1	4,6	0,0	5,6	2,4
Fl. seca/úmida subtrop. basal	0,0	19,3	0,0	19,2	0,0	0,0	0,2	0,0
Fl. seca subtrop. basal	0,0	71,5	0,0	2,0	0,5	0,0	8,5	1,6
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)
NOTA: Fl. – floresta; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

O tipo climático Aw se dividiu entre quatro zonas de vida: floresta úmida subtropical basal (40,7%), floresta úmida/seca subtropical basal (38,0%), floresta seca/úmida subtropical basal (19,2%) e floresta seca subtropical basal (2,0%). Este tipo climático não se sobrepôs com florestas muito úmidas ou transição de florestas muito úmidas e úmidas, assim como As, Am e Cwa.

O clima Cwa teve maior correspondência com a floresta úmida subtropical basal (85,4%), assim como Cwb (72,4%), Cfa (92,2%) e Af (63,0%). Floresta úmida/muito úmida subtropical montana baixa somente se correspondeu com Cwb. Am obteve sobreposição com duas zonas de vida: 67,1% com transição entre floresta úmida e seca subtropical basal e 32,9% com floresta úmida subtropical basal.

Floresta muito úmida subtropical basal e a transição entre floresta úmida e muito úmida subtropical basal obtiveram elevados índices de correspondência com Af, 90,5 e 95,3%, respectivamente.

O tipo As se sobrepôs principalmente com uma zona de vida seca e com transições entre floresta seca e úmida: floresta seca subtropical basal (71,5%), floresta seca/úmida subtropical basal (19,3%) e floresta úmida/seca subtropical basal (9,2%).

Cfb se distribuiu principalmente em áreas de floresta úmida subtropical basal (61,6%) e floresta úmida subtropical montana baixa (34,8%), sendo que a transição entre floresta muito úmida e úmida subtropical montana baixa obteve coincidência de 100% com este tipo climático.

5.6.5 Região sul

A região sul do Brasil foi principalmente influenciada por dois tipos climáticos: Cfa (70,48%) e Cfb (29,39%) (Tabela 21).

TABELA 21 – REPRESENTATIVIDADE DOS TIPOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO SUL

Tipos climáticos	**%**
Cfa – Clima úmido subtropical com verão quente	70,48
Cfb – Clima úmido subtropical com verão temperado	29,39
Aw – Clima tropical com inverno seco	0,13
Total	**100,00**

FONTE: A autora (2016)

Na Tabela 22, podem ser observadas as porcentagens resultantes da sobreposição das classes climáticas de Köppen e das zonas de vida de Holdridge.

TABELA 22 - MATRIZ DE CONFUSÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN E AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE PARA A REGIÃO SUL (%)

Zonas de vida de Holdridge	**Classificação de Köppen**		
	Aw	**Cfa**	**Cfb**
Fl. muito úmida subtrop. basal	0,0	0,1	0,0
Fl. muito úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,1	1,2
Fl. muito úmida temperada basal	0,0	0,0	2,8
Fl. muito úmida/úmida subtrop. basal	0,0	4,3	0,2
Fl. muito úmida/úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,2	1,0
Fl. muito úmida/úmida temperada basal	0,0	9,4	0,4
Fl. úmida/muito úmida subtrop. basal	0,0	0,8	0,0
Fl. úmida/muito úmida temperada basal	0,0	0,2	16,0
Fl. úmida subtrop. basal	60,3	32,9	8,7
Fl. úmida subtrop. montana baixa	0,0	0,7	54,5
Fl. úmida temperada basal	0,0	51,3	15,2
Fl. úmida/seca subtrop. basal	39,7	0,0	0,0
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**

FONTE: A autora (2016)
NOTA: Fl. – floresta; subtrop. – subtropical; trop. – tropical

O tipo climático Aw (0,13%) também se fez presente no norte do estado do Paraná e se distribuiu em duas zonas de vida: floresta úmida subtropical basal

(60,3%) e transição entre floresta úmida e seca subtropical basal (39,7%), sendo que essa zona de vida somente se correspondeu com esse tipo climático.

Enquanto Aw se dividiu somente em duas zonas de vida, o tipo climático Cfb obteve correspondência com nove zonas de vida e o tipo Cfa com 10. Enquanto o clima Cfb obteve 56,7% de correspondência com o piso altitudinal montano baixo, Cfa apresentou 98,9% de afinidade com o piso altitudinal basal.

A zona de vida de maior correspondência com Cfb foi floresta úmida subtropical montana baixa (54,5%), sendo que esta zona de vida apresentou correspondência de 98,7% com este mesmo tipo climático. Floresta muito úmida temperada basal se correspondeu somente com Cfb.

Cfa apresentou 51,3% de correspondência com floresta úmida temperada basal. Duas zonas de vida se corresponderam somente com este tipo climático: floresta muito úmida subtropical basal e floresta úmida/muito úmida subtropical basal.

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho permitem concluir que:

- Tanto as biotemperaturas quanto as biotemperaturas corrigidas foram mais elevadas na região norte, diminuindo gradativamente até a região sul;
- Foram encontradas 39 zonas de vida no Brasil, sendo floresta úmida a mais abundante;
- A região nordeste foi a mais heterogênea, apresentando 24 zonas de vida; a região sul apresentou 12 zonas de vida; o norte, 12; o sudeste, 10; e o centro-oeste, 9;
- A região que apresentou mais zonas de vida secas foi o nordeste, sendo a única a possuir vegetação arbórea espinhosa;
- A vegetação apresentou muitas classes, dentre elas diversas transições, o que nem sempre resultou em índices elevados de correspondência, quando comparada às zonas de vida de Holdridge;
- De forma geral, a distribuição das zonas de vida foi coerente com a realidade de cada região, em termos de vegetação;
- A maior quantidade de correspondências de 100% aconteceu entre as zonas de vida e a classificação climática de Köppen.

Este trabalho foi uma primeira aproximação das zonas de vida presentes no Brasil, podendo ser aprimorado com as seguintes considerações para trabalhos futuros:

- Incluir as variações altitudinais dos municípios;
- Utilizar dados atualizados de temperatura e precipitação;
- Dividir os municípios maiores em uma malha mais detalhada de informações, aumentando a densidade de estações meteorológicas ou utilizando outra metodologia de extrapolação das variáveis meteorológicas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013.

ATLAS UPDATE. **Bolívia:** zonas de vida, 2000. Disponível em: <http://www.udape.gob.bo/portales_html/portalSIG/atlasUdape1234567/atlas01_2000/bolivia.htm>. Acesso em: 02 maio 2016.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 350 p.

BRUNIARD, E. D. **Climatologia:** processos y tipos climáticos. San Isidro: Editorial Ceyne, 1992. 125 p.

BUCKNELL, J. **Climatology:** an introduction. New York: St. Martin's Press, 1966. 163 p.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; CHAGAS, A. C.; EBERHARDT, D. Clima e vegetação natural do estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 91-100, 2007.

COMISÍON CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESAROLLO. **Zonas de vida** – Classificación del Dr. L. R. Holdridge. 2004. Escala 1:250.000.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998. 88 p.

DAUBENMIRE, R. Climate as a determinant of vegetation distribution in Eastern Washington and Northern Idaho. **Ecological Monographs**, v. 26, n. 2, p. 131 - 154, 1956.

ELY, D. F. **Teoria e método da climatologia geográfica brasileira:** uma abordagem sobre seus discursos e práticas. 208 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2006.

ELOI, C. M. A. **Enquadramento das 'zonas de vida' de Holdridge na classificação climática de Minas Gerais**. 71 p. Tese (Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Brasil em relevo**: Minas Gerais. EMBRAPA Monitoramento por satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/mg/index.htm>. Acesso em: 10 maio 2016.

FOSBERG, A. W. Geography, ecology and biogeography. **Ann. Ass. Am. Geogr.**, v. 66, p. 117 – 128, 1976.

GRISOLLET, H.; GUILMET, B.; ARLÉRY, R. **Climatologie:** méthodes et pratiques. Paris: Gauthier-Villars & Cie, 1962. 401 p.

HOLDRIDGE, L. R. **Life zone ecology**. San José, Costa Rica: Tropical Science Center, 1967. 124 p.

_____. **Ecologia basada em zonas de vida**. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2000. 216 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Shape de vegetação**. 2006. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/shapes/vegetacao/>. Acesso em: 20 mar. 2016.

_____. **Anuário estatístico do Brasil**. v. 71, 2011a.

_____. **Memória institucional**: evolução da divisão territorial do Brasil. Rio de Janeiro, 2011b.

_____. **Manuais técnicos em geociências**: manual técnico de vegetação brasileira. 2 ed, 2012.

_____. **Área territorial brasileira**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm>. Acesso em: 4 abr. 2015.

JIMENEZ-SAA, H. **Anatomia del sistema de classificación de Holdridge**. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 29 p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Pánuco: Fondo de Cultura Económica, 1948. 487 p.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENDONÇA, F. La connaissance du climat au Brésil: entre le vernaculaire et le scientifique. **Confins**. n. 15, 2012. Disponível em: <https://confins.revues.org/7610>. Acesso em: 14 out. 2015.

MILANO, M. S.; BRASSIOLO, M. M.; SOARES, R. V. Zoneamento ecológico experimental do estado do Paraná segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge. **Floresta**, Curitiba, v. 17, n. 12, p. 65 – 72, 1987.

MILLER, A. A. **Climatologia**. 6. ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1950. 375 p.

MOLLO, L. **Efeito da temperatura no crescimento, no conteúdo e na composição de carboidratos não-estruturais de plantas de *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms (Bromeliaceae) cultivadas in vitro**. 94 p.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2009.

MONSERUD, R. A.; LEEMANS, R. Comparing vegetations maps with the Kappa statistic. **Ecological Modelling**. Amsterdam, v. 62, p. 275 – 293, 1992.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.

NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SOARES, R. V. Zonas de vida para o estado de Santa Catarina segundo a classificação das formações vegetais de Holdridge. **Floresta**, Curitiba, v. 17, n. 12, p. 103 – 112, 1987.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425 p.

PENMAN, H. L. Evaporation: an introductory survey. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 4, p. 9 – 29, 1956.

PONCELET, L. Climatologie. In: DEFRISE, P.; DUFOUR, L.; NICOLET, M.; PONCELET, L. **Elements de météorologie**. Bruxelles: Institut Royal Météorologique de Belgique, 1956. p. 569 - 598.

REY, H. J. G. Aproximación a un modelo para la evaluación de la vulnerabilidad de las coberturas vegetales de Colombia ante um posible cambio climático utilizando Sistemas de Información Geografica SIG con énfasis en la vulnerabilidad de las coberturas nival y de páramo de Colombia. In: IDEAM. **Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición hotspot & global climatic tensor.** Colombia, 2002. p. 335 – 377.

RODRIGUES, R. de A.; OLIVEIRA, G. A. de; FARIA, A. L. L. de; OLIVEIRA JUNIOR, A. de. Caracterização climática no entorno da usina hidroelétrica Serra do Facão (GO). In: TORRES, F. T. P.; DAGNINO, R. S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. **Contribuições geográficas**. Ubá: Ed. Geographica, 2009. p. 521 - 542.

RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, S. **Ecologia funcional**, 2008. Disponível em: <https://woc.uc.pt/botanica/getFile.do?tipo=2&id=2194>. Acesso em: 16 novembro 2015.

ROSS, J. L. S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 5 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. p. 13 – 65.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da climatologia no Brasil**: gênese, paradigmas e a construção de uma geografia do clima. 52 p. Tese de Livre-Docência – Faculdade de Ciência e Tecnologia/Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2001.

SAWYER JÚNIOR, J. O.; LINDSEY, A. A. The Holdridge bioclimatic formations of Eastern and Central United States. **Proc. Indiana Acad. Sci.**, n. 73, p. 105 – 112, 1964.

SHIBATA, S. **Algumas considerações sobre o critério de biotemperatura de Holdridge.** 88 p. Tese (Magister Scientiae) – Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas de la OEA, Turrialba, 1970.

SILVA, H. J. **Impactos da seca sobre a produção agrícola no brejo de altitude:** o caso da comunidade do Amaro do município do Brejo da Madre de Deus – PE. Trabalho Acadêmico (TCC) – Departamento de Pós-Graduação em ensino da Geogravia, Faculdade de Formações de Professores de Belo Jardim (FABEJA), Belo Jardim, 2012. Disponível em: <http://natalgeo.blogspot.com.br/2014/05/impactos-da-seca-sobre-producao.html>. Acesso em: 06 maio 2016.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. 215 p.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 144 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Geographica, 2008. 234 p.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review,** New York, v. 38, n. 1, p. 55 - 94, 1948.

TUHKANEN, S. Climatic parameters and indices in plant geography. **Acta Phytogeographica Suecica**, Uppsala, n. 67, p. 1 - 105, 1980.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, 1991. 449 p.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986. 326 p.

WINTER, E. J. **A água, o solo e a planta.** São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1976. 170 p.