

revista de CIÊNCIAS**agrárias** *Amazonian Journal*

of Agricultural and Environmental Sciences

www.aiaes.ufra.edu.br





http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.3095

Rodrigo Condé Alves^{1*} D Andressa Tres¹ D Ronaldo Viana Soares¹ D William Thomaz Wendling¹ D Alexandre Franca Tetto¹ D

¹ Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, 80210-170, Curitiba, PR, Brasil

*Autor Correspondente: E-mail: rconde@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Climatologia Biotemperatura Zoneamento florestal

KEYWORD

Climatology Biotemperature Forestry zoning

Recebido em: 05/05/2019 Aceite em: 07/09/2019

ARTIGO ORIGINAL

Classificação climática para o estado do Amazonas segundo as zonas de vida de Holdridge

Climate classification for the Amazonas State according to the Holdridge life zones

RESUMO: As zonas de vida de Holdridge são baseadas nas relações entre precipitação, temperatura, pisos altitudinais e latitude, sendo úteis em aplicações ecológicas, particularmente em áreas tropicais. Objetivou-se com o presente estudo realizar a classificação do clima dos municípios do estado do Amazonas de acordo com as zonas de vida de Holdridge e compará-lo com a classificação de Köppen e de cobertura de vegetação original do estado. As comparações foram realizadas por meio de matrizes de confusão elaboradas com ferramentas de análise espacial. Os resultados indicaram biotemperaturas variando de 22,9 °C a 26,5 °C, se distribuindo de maneira crescente no sentido oeste para leste do estado. Foram encontradas cinco zonas de vida de Holdridge, sendo floresta úmida tropical basal e floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal as mais relevantes, ocupando cerca de 85% da área do estado. Três zonas de vida corresponderam em 100% com a classificação climática Af conforme Köppen, sendo que as demais zonas de vida atingiram correspondências superiores a 75% com o mesmo tipo climático. Verificou-se que todas as zonas de vida se enquadraram nas vegetações ombrófila aberta, ombrófila densa e campinarana. Dessa maneira, o sistema de zonas de vida de Holdridge demonstrou-se uma ferramenta importante para a classificação do clima no estado, tendo correspondência com os mapas de vegetação e a classificação climática de Köppen.

ABSTRACT: Holdridge life zones are based on the relationships among precipitation, temperature, altitude levels and latitude, and they are useful in ecological applications, particularly in tropical areas. This study aimed to perform a climate classification of the Amazonas State cities according to Holdridge's life zones and compare it with Köppen classification and original vegetation cover of the state. The comparisons were made using confusion matrices elaborated with spatial analysis tools. The results indicate biotemperatures ranging from 22.9 °C to 26.5 °C, increasing from West to East of the state. Five Holdridge life zones were found, tropical moist forest and tropical moist forest / wet forest, occupying about 85% of the state area. Three life zones corresponded 100% with the climate classification Af according to Köppen, and the other life zones reached correspondences of more than 75% with the same climate type. All life zones were found to be in open ombrophilous, dense ombrophilous and campinarana vegetation. In this way, Holdridge life zone system proved to be an important tool for climate classification in the state, corresponding to vegetation maps and to the Köppen climate classification.

1 Introdução

A maneira como o ser humano se relaciona com a atmosfera se modificou ao longo do tempo em escala geológica e continua evoluindo, já que pela melhor compreensão dos fenômenos atmosféricos o homem deixou de ficar exposto às variações climáticas e pôde se planejar quanto à vestimenta, à construção de abrigo e à forma como iria praticar agricultura. A evolução do estudo meteorológico permitiu que fosse possível perceber os padrões climáticos regionais e iniciar o processo de classificação do clima (Ayoade, 2003).

A organização dos dados de temperatura, umidade, precipitação pluvial, entre outras variáveis, agrupadas e espacializadas, tornam mais fácil a sua compreensão e visualização, possibilitando uma aplicação prática em nível de meso à macroescala e permitem que as classificações climáticas sejam realizadas.

Existem diferentes sistemas de classificação do clima. A classificação pode estar baseada apenas em variáveis climáticas ou na correlação destas com as características da vegetação, como a classificação de Köppen, que relaciona a temperatura e a precipitação pluvial associadas à fitogeografia a partir de critérios numéricos que definem os tipos climáticos (Rolim et al., 2007).

As classificações climáticas, como a de Köppen, são consideradas satisfatórias para abordagens gerais sobre o clima do planeta. Entretanto, não se aplicam a situações mais específicas, pois não são capazes de satisfazer ao mesmo tempo as especificidades de diferentes áreas, como agronomia, silvicultura, ecologia, entre outras (Eloi, 2001).

Outra maneira de realizar a classificação climática é por meio do sistema de zonas de vida de Holdridge (1967), que propôs classes baseadas na relação entre a distribuição dos ecossistemas, a biotemperatura média anual, a precipitação pluvial média anual e a evapotranspiração potencial (Torres & Machado, 2008).

A biotemperatura representa o intervalo de temperatura onde há crescimento efetivo das plantas (Soares et al., 2015). Holdridge (2000) considera que, para determinar a biotemperatura, as temperaturas devem compreender o intervalo entre 0 e 30°C. Considera-se que abaixo de 0°C a atividade fisiológica das plantas cessa, e acima de 30°C a taxa de respiração aumenta tanto que a fotossíntese líquida fica menor ou igual a zero (Ometto, 1981). Holdridge (2000) 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.

O sistema de zonas de vida é considerado uma das melhores classificações disponíveis para determinar padrões de tipos de vegetação com base em elementos climáticos (Tatli & Dalfes, 2015) e vem sendo utilizado em vários países do mundo por pesquisadores como Lugo (1999), Velarde et al. (2005), Yue et al. (2015), Tatli & Dalfes (2015) e Tres et al. (2015).

Especificamente para a região amazônica, os estudos de climatologia indicam que existe uma dificuldade de produção e organização de dados, pois embora o número de estações automáticas tenha aumentado nos últimos anos, ainda é esparsa quando comparada às demais regiões do país, dificultando a coleta de informações, agrupamento e geração de dados climatológicos (Nascimento et al., 2010). Dessa maneira, tornam-se necessários mais trabalhos que atuem na ordenação de dados e classificações climáticas para a região.

Dessa forma, objetivou-se com este estudo realizar a classificação do clima em nível municipal do estado do Amazonas de acordo com as zonas de vida de Holdridge e a realização de uma análise comparativa entre essa, a classificação climática de Köppen e a cobertura de vegetação do estado.

2 Material e Métodos

A área de estudo abrange o estado do Amazonas, localizado na região Norte do Brasil, que se divide em 62 municípios e é o maior em área territorial do país com 1.559.146,876 km² (IBGE, 2018), estando compreendido entre as latitudes 2°17'30"N e 9°51'10"S e longitudes 56°4'45" e 73°48'20"W.

Toda a área do estado do Amazonas está inserida no bioma amazônico, com diversas formações vegetacionais, sendo as principais: floresta ombrófila aberta, floresta ombrófila densa, campinarana e savana (IBGE, 2012). Do ponto de vista climático, o estado do Amazonas se subdivide em dois tipos segundo a classificação de Koppen (Alvares et al., 2013): Am, definido como clima tropical de monção, ocupando 297.247,9 km² (18,97% da área do estado); e Af, clima tropical úmido, que ocupa 1.269.285,75 km² (81,03% da área total) (Figura 1).

A base de dados utilizada para este estudo foi a mesma tratada por Alvares et al. (2013), a qual foi disponibilizada pelos referidos autores e compreende um período sempre superior a 25 anos de observações, abrangendo os anos de 1950 a 1990, sendo esta a mais atualizada classificação climática de Köppen em nível nacional disponível. Tanto os dados de precipitação quanto os de temperatura foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e na Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/ONU). Este conjunto de dados permitiu aos autores extrapolar a temperatura e precipitação para o Brasil, baseando-se em estimativas calculadas por meio de geoestatística. Posteriormente, os dados foram compilados, gerenciados e processados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), no qual passaram por modelagem multivariada (Alvares et al., 2013). Este estudo se propôs a apresentar a classificação de Holdridge por município devido à disponibilidade dos dados de Alvares et al. (2013) se apresentarem nessa escala.

No Amazonas, os dados de dezoito estações meteorológicas foram extrapolados para os 62 municípios do estado pelo autor (Alvares et al., 2013).

De acordo com as informações provenientes das estações meteorológicas representativas dos municípios em estudo, as temperaturas médias mensais no estado variaram de 25,3 °C, para o mês mais frio (julho), a 26,6 °C em outubro, mês mais quente. A precipitação teve o menor valor registrado no mês de agosto (124,4 mm) e o maior valor no mês de março (316,2 mm) (Figura 2).

A precipitação média por município pode ser observada na Figura 3, variando de 2.086 mm a 3.619 mm.

Os dados de altitude utilizados neste trabalho são os mesmos adotados por Alvares et al. (2013) e 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 observado na Figura 4.

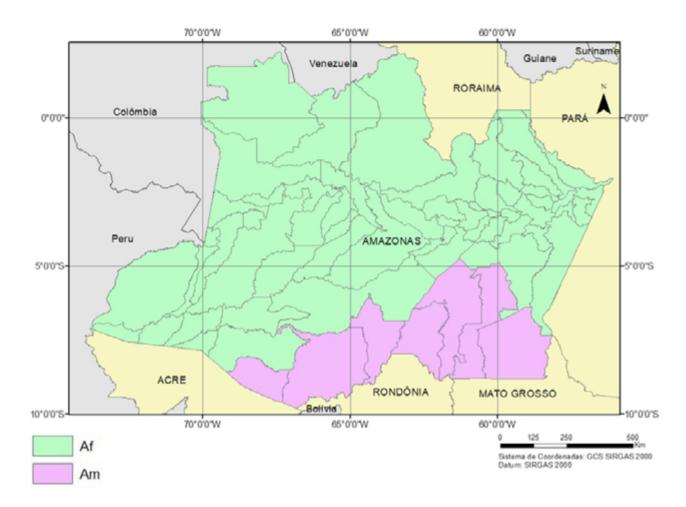


Figura 1. Classificação climática de Köppen para o estado do Amazonas

Fonte: Alvares et al. (2013), elaborado pelos autores

Figure 1. Climate classification of Köppen for the state of Amazonas

Source: Alvares et al. (2013), prepared by the authors

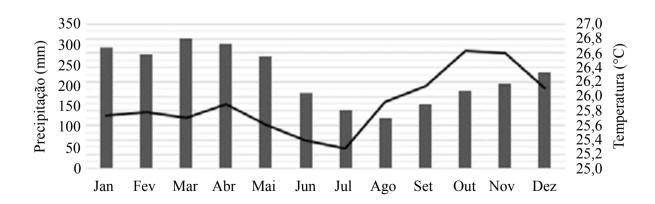


Figura 2. Climograma com as médias mensais de precipitação (barras) e temperatura (linha) Fonte: Alvares et al. (2013), elaborado pelos autores

Figure 2. Climograph with monthly averages of precipitation (bars) and temperature (line)

Source: Alvares et al. (2013), prepared by the authors

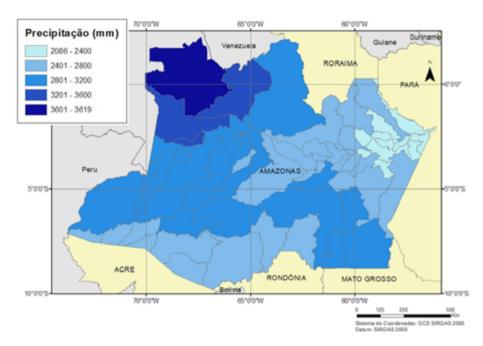


Figura 3. Precipitação média acumulada regionalizada para o estado do Amazonas em milímetros (mm) Fonte: Alvares et al. (2013), elaborado pelos autores

Figure 3. Average precipitation accumulated and regionalized for the state of Amazonas in millimeters (mm) Source: Alvares et al. (2013), prepared by the authors

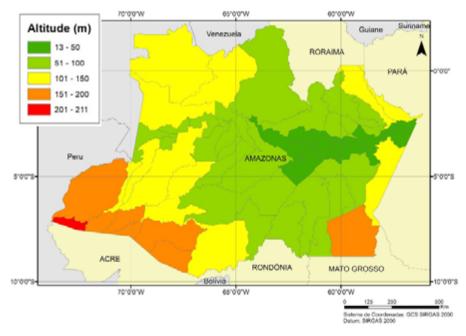


Figura 4. Mapa de altitude média dos municípios do estado do Amazonas Fonte: Alvares et al. (2013), elaborado pelos autores

Figure 4. Average altitude map of the municipalities of the state of Amazonas Source: Alvares et al. (2013), prepared by the authors

A altitude média dos municípios variou de 13 m a 211 m acima do nível do mar, com as maiores altitudes se concentrando na porção sudoeste do estado, com destaque para o município de Guajará, que apresentou a maior altitude. Já as menores altitudes foram registradas nos municípios localizados na

região centro-leste do estado, sendo a cidade de Urucurituba a que registrou menor média de altitude.

Utilizando os dados de temperatura, precipitação e altitude apresentados, seguiu-se a metodologia apresentada por Tres et al. (2015) para a obtenção da biotemperatura e das zonas

de vida do sistema de classificação de Holdridge, realizada com base na precipitação e na relação de evapotranspiração potencial.

Para cálculo da biotemperatura, 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 ocorrerem durante o período, sejam eliminadas. Para tal, utilizou-se a seguinte equação:

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

 Tc_{bio} = biotemperatura do mês, em °C; T = temperatura média do mês, em °C;

l = latitude do lugar, em graus decimais.

Após a correção das biotemperaturas mensais, utilizou-se a seguinte equação para estimar a biotemperatura média anual do local desejado:

$$Tc_{bio} = \frac{\sum_{i=1}^{12} T_{bio>0 \text{ °C}}}{12}$$

Em que:

Tc_{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:

$$ETP = 58,93. \ TC_{bio}$$

Em que:

ETP = evapotranspiração potencial anual média, em mm; Tc_{hi} = biotemperatura média anual, em °C;

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

Em que:

 R_{atn} = relação de evapotranspiração potencial (adimensional); \overrightarrow{ETP} = evapotranspiração potencial anual média, em mm; Pp = precipitação média mensal, em mm.

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

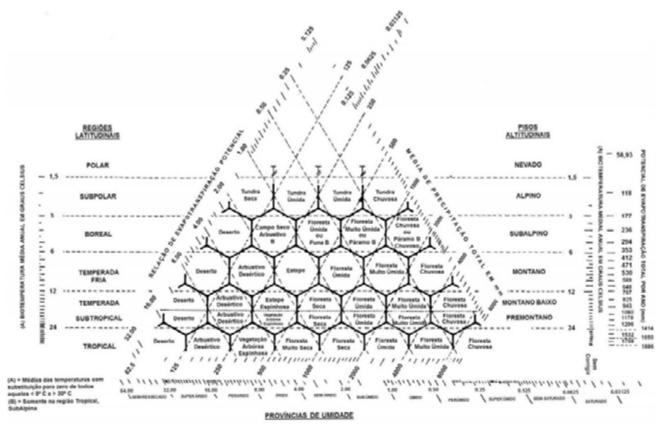


Figura 5. Diagrama de classificação das zonas de vida de Holdridge Fonte: Soares et al. (2015)

Figure 5. Diagram of Holdridge life zones classification

Source: Soares et al. (2015)

A biotemperatura média anual está representada no diagrama por linhas horizontais, compreendidas de 0 a 30°C. Tanto a precipitação anual média quanto a relação de evapotranspiração potencial estão apresentadas nas diagonais. Para encontrar a zona de vida de uma localidade, deve-se cruzar os valores referentes a essas linhas. As zonas de vida estão delimitadas

pelos hexágonos, e as áreas de transição, entre estas zonas, estão definidas pelos triângulos equiláteros. Para completar a classificação, é necessário determinar a região latitudinal e o piso altitudinal. Para a região latitudinal, Holdridge estipulou uma tabela com intervalos das regiões latitudinais em função das classes de latitude (Tabela 1).

Tabela 1. Extensões aproximadas das regiões de vegetação em graus de latitude segundo Holdridge

Table 1. Approximate extensions of vegetation regions in degrees of latitude according to Holdridge

Regiões latitudinais	Classes de latitude		
Polar	90° 00' – 67° 22'		
Subpolar	67° 22' – 64° 45'		
Boreal	64° 45' – 56° 30'		
Temperada frio	56° 30' – 42° 00'		
Temperada	42° 00' – 27° 30'		
Subtropical	27° 30' – 13° 00'		
Tropical	13° 00' – 00° 00'		

Fonte: Holdridge (2000), adaptado por Soares et al. (2015) Source: Holdridge (2000), adaptado por Soares et al. (2015)

Para definir os pisos altitudinais, utilizou-se outro diagrama, criado por Holdridge (Figura 6), onde a biotemperatura corrigida está na horizontal e a elevação em metros na vertical. No cruzamento entre o valor da biotemperatura corrigida e da altitude encontra-se a posição do piso altitudinal para cada local desejado. Neste diagrama, calcula-se a biotemperatura corrigida para o nível do mar usando o gradiente adiabático médio de 0,6 °C/100 m (Holdridge, 2000).

Após a realização dos cálculos e da classificação segundo o sistema de Holdridge, utilizando o programa Visual FoxPro 9.0 (Figura 7), os resultados da classificação climática de cada município foram geoprocessados no programa ESRI ArcGIS 10.2, obtendo assim um mapeamento regionalizado para o estado.

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, utilizando dados disponibilizados por Alvares et al. (2013) e com o mapa de vegetação composto por dados fornecidos pelo IBGE (2012).

A vegetação predominante, conforme pode ser observado na Figura 8, é a floresta ombrófila densa, que ocupa toda a parte

central do estado, seguido pela floresta ombrófila aberta, situada mais a sudoeste, e as formações de campinarana e transições com floresta ombrófila densa, mais ao norte, influenciadas por características de solo típicas da bacia do alto rio Negro (Guimarães & Bueno, 2016). Ocorrem também pequenas manchas de savana ao sul, na divisa com Rondônia e Mato Grosso. Os refúgios vegetacionais são observados nas regiões mais elevadas, próximos aos pontos culminantes, como na Serra do Imeri e na região da serra do Aracá, já próximo à divisa com Roraima.

Após determinar a área de cada tipologia vegetacional, foi verificada sua correspondência com as zonas de vida de Holdridge. As comparações foram realizadas por meio de matrizes de confusão, elaboradas no ArcGis 10.2, com a ferramenta de análise espacial "Zonal Histogram". Esta ferramenta conta a quantidade de pixels que coincidiram entre as diferentes zonas de vida de Hodlridge e as classes de vegetação ou os tipos climáticos de Köppen, sendo uma ferramenta de comparação direta, pixel a pixel, que posteriormente foram transformados em porcentagem para melhor compreensão, não sendo necessário aplicação de índice estatístico, pois não há incidência de erro amostral neste tipo de análise.

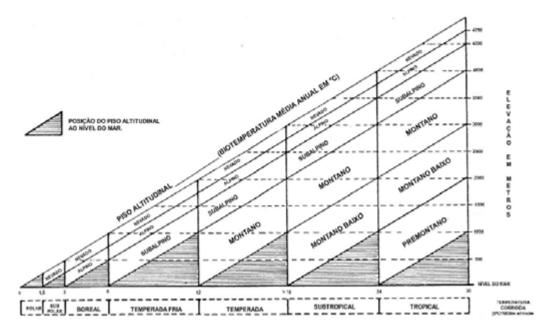


Figura 6. Diagrama dos pisos altitudinais do sistema de Holdridge

Fonte: Soares et al. (2015)

Figure 6. Diagram of altitudinal level grounds from Holdridge system

Source: Soares et al. (2015)

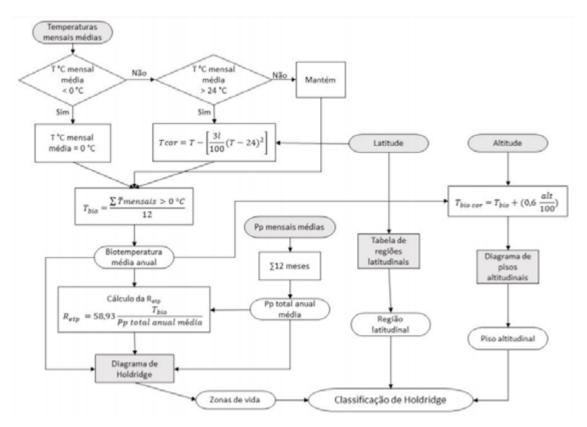


Figura 7. Fluxograma de processos realizados no software Visual FoxPro 9.0

Fonte: Tres (2016)

Figure 7. Flowchart of processes performed in Visual FoxPro 9.0 software

Source: Tres (2016)

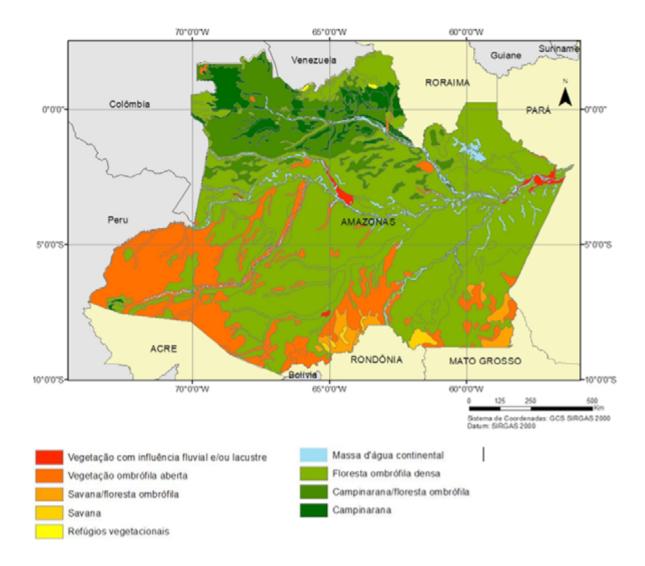


Figura 8. Mapa de vegetação do estado do Amazonas

Fonte: IBGE (2012), elaborado pelos autores

Figure 8. Vegetation map of the state of Amazonas Source: IBGE (2012), prepared by the authors

3 Resultados e Discussão

A classificação da biotemperatura demonstrou um acréscimo no gradiente meridional no sentido leste-oeste no estado (Figura 9), variando de 22,9 °C a 26,5 °C. Os resultados encontrados corroboram com os de Tres (2016), em que o estado do Amazonas está compreendido entre as classes de biotemperatura maior que 21 °C e menor que 27 °C.

As menores biotemperaturas médias foram registradas nos municípios de Atalaia do Norte e Guajará, na região do extremo oeste do estado, na fronteira com o Acre, região próxima à Serra do Divisor, onde ocorrem as maiores altitudes médias da região. Ainda na região oeste do estado, notaram-se também as biotemperaturas mais elevadas em localidades com menores altitudes médias.

Com o processamento dos dados e as subdivisões em classes com características homogêneas de acordo com a classificação proposta por Holdridge, encontrou-se para o estado do Amazonas cinco zonas de vida (Figura 10).

Todas as zonas de vida encontradas são florestais, sendo a floresta úmida tropical basal a classe dominante no Amazonas (Tabela 2), correspondendo a 64,5% da área total, estendendose de norte a sul do estado e ocupando praticamente toda a porção leste.

A segunda classe mais presente é a transição entre floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal, que ocupa 20,75% e está presente na porção oeste do estado, com exceção do município de Apuí, no sudoeste, que por apresentar altitudes e biotemperatura mais elevadas e maior precipitação, foi classificado como sendo de transição entre floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal.

A zona de transição entre floresta muito úmida e floresta úmida tropical basal foi encontrada no município de São Gabriel da Cachoeira, localizado no extremo norte, que possui médias de precipitação mais elevadas que os municípios vizinhos e que, portanto, teve sua classificação diferenciada dos demais, correspondendo em área a 7,02% do total do estado.

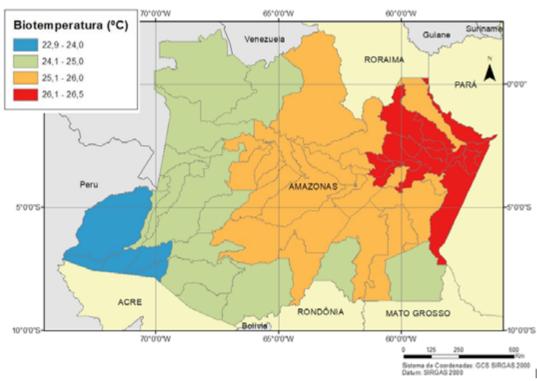


Figura 9. Mapa de biotemperatura (°C) para o estado do Amazonas

Figure 9. Biotemperature (°C) map for the state of Amazonas

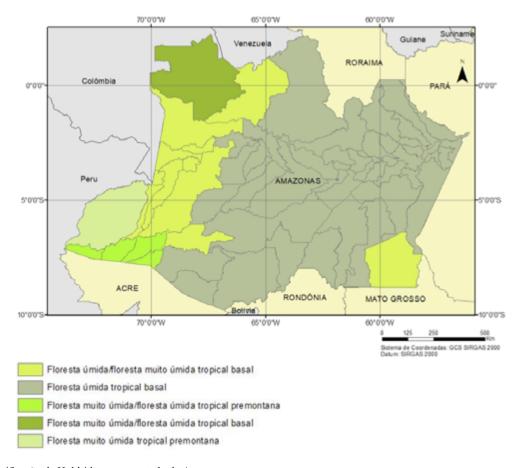


Figura 10. Classificação de Holdridge para o estado do Amazonas **Figure 10.** Holdridge classification for the state of Amazonas

Tabela 2. Classificação de Holdridge em área e porcentagem do estado do Amazonas

Table 2. Holdridge classification in area and percentage of the state of Amazonas

Zonas de vida de Holdridge	Área (km²)	%
Floresta úmida tropical basal	1.010.439,9	64,50
Floresta muito úmida tropical premontana	78.102,77	4,99
Floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal	325.083,02	20,75
Floresta muito úmida/floresta úmida tropical basal	109.964,78	7,02
Floresta muito úmida/floresta úmida tropical premontana	4.2943,18	2,74
Total	1.566.533,65	100

A floresta muito úmida tropical premontana foi encontrada em Atalaia do Norte, no sudoeste do estado, responsável por 4,99% da área total. A precipitação nesse município se apresenta mais elevada que dos demais, com a presença de pisos altitudinais premontanos nas proximidades, por isso a classificação distinta.

A zona de transição da floresta muito úmida/floresta úmida tropical premontana foi encontrada em 2,74% da área, ao sudoeste do estado, na divisa com o Acre, região com maiores médias altimétricas, menores temperaturas e compreendida no piso altitudinal premontano sem, contudo, precipitações tão elevadas como na classe apresentada anteriormente.

Segundo Holdridge (2000), nas zonas de vida úmidas e muito úmidas, como as encontradas no estado do Amazonas, a temperatura e a precipitação são elementos climáticos que podem proporcionar maior número de combinações quanto à fertilidade, profundidade do solo e condições diferenciadas para o desenvolvimento das espécies arbóreas, indicando que a elevação desses elementos se correlacionam com um maior número de nichos ecológicos e alta diversidade de espécies arbóreas, como os encontrados na região amazônica.

A extensão dos municípios do estado do Amazonas pode ter sido um fator complicador na geração das zonas de vida com melhor precisão, uma vez que os dados trabalhados foram baseados em médias em nível municipal, mascarando-se alguns acidentes geográficos e pontos de altitude elevada que poderiam influenciar na precisão dos resultados.

Outros estados brasileiros tiveram as zonas de vida definidas por meio do sistema de Holdridge: Santa Catarina (Nogueira et al., 1987), Paraná (Milano et al., 1987), Minas Gerais (Eloi, 2001), Mato Grosso (Tres et al., 2015), Rio Grande do sul (Valério et al., 2018) e Goiás (Mastella et al., 2019); com exceção de Mato Grosso e Goiás, todos estão situados na região latitudinal subtropical e, portanto, sem zonas de vida correspondentes àquelas encontradas no Amazonas.

O estado do Mato Grosso, que possui parte de seu território localizado na região latitudinal tropical, também teve a maior parte de sua área classificada como floresta úmida tropical basal e apresentou em comum com o Amazonas as seguintes zonas de vida de transição: floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal, floresta muito úmida/floresta úmida tropical premontana e floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal (Tres et al., 2015). O estado de Goiás não apresenta zonas de vida correspondentes às encontradas no estado do Amazonas devido ao clima mais seco, apesar de zonas de transição similares estarem presentes (Mastella et al., 2019).

A comparação da classificação de Holdridge com a de Köppen pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3. Matriz de confusão entre a classificação de Holdridge e Köppen **Table 3.** Matrix of confusion between Holdridge and Köppen classification

	Classificação de Köppen				
Zonas de vida de Holdridge	Af	•	Am		
	km²	%	km²	%	
Floresta muito úmida tropical premontana	78.102,77	100	0	0	
Floresta muito úmida/floresta úmida tropical basal	109.964,78 100		0	0	
Floresta muito úmida/floresta úmida tropical premontana	42.943,18	100	0	0	
Floresta úmida tropical basal	767.609,87	75,97	242.830,03	24,00	
Floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal	270.665,15	83,26	54.417,87	16,74	
Total	1.269.285,75	81,03	297.247,90	18,97	

Das cinco zonas de vida encontradas no estado do Amazonas, três delas (floresta muito úmida tropical premontana, floresta muito úmida/floresta úmida tropical basal e floresta muito úmida/floresta úmida tropical premontana) apresentaram 100% de correspondência com a classificação Af de Köppen, e as demais zonas de vida (floresta úmida tropical basal e floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal) atingiram correspondências superiores a 75% da área com a classificação

Af. Assim, essa classe climática, segundo Köppen, inclui todas as zonas de vida de Holdridge encontradas no Amazonas.

A classe Am, por sua vez, possui correspondências de 24% com floresta úmida tropical basal e 16,74% com floresta úmida/floresta muito úmida tropical basal.

A comparação entre a classificação de Holdridge e a vegetação apresentou correspondências, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4. Matriz de confusão entre a classificação de Holdridge e a vegetação, expressos em porcentagem

Table 4. Confusion matrix between Holdridge classification and vegetation, expressed in percentage

Classificação Vegetação IBGE (%)	Floresta úmida tropical basal	Floresta úmida/ floresta muito úmida tropical basal	Floresta muito úmida tropical premontana	Floresta muito úmida/floresta úmida tropical basal	Floresta muito úmida/floresta úmida tropical premontana	Total
VOA	41,72	20,75	26,54	0,41	10,58	100
FOD	79,46	17,64	0,40	1,26	1,25	100
CAM	33,29	20,44	0,19	45,17	0,90	100
SAV/FOB	62,02	37,98	0,00	0,00	0,00	100
SAV	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100
VFL	96,46	3,54	0,00	0,00	0,00	100
CAM/FOB	28,03	37,64	0,00	34,33	0,00	100
RFV	54,55	45,45	0,00	0,00	0,00	100

Siglas da classificação de vegetação IBGE: VOA - Vegetação ombrófila aberta, FOD - Floresta ombrófila densa, CAM - Campinarana, SAV - Savana, FOB - Floresta ombrófila, VFL - Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre, RFV - Refúgios vegetacionais

A vegetação de savana apresentou 100% de correspondência com a zona de vida floresta úmida tropical basal. A vegetação com influências fluvial e lacustre, floresta ombrófila densa e transição savana/floresta ombrófila também apresentaram alta correspondência com essa zona de vida, com valores superiores a 60%.

As campinaranas apresentaram correspondências predominantes com as zonas de vida floresta muito úmida/floresta úmida tropical basal e floresta úmida tropical basal, com 45,17% e 33,29%, respectivamente.

Verificou-se que todas as zonas de vida obtidas com a classificação de Holdridge enquadraram-se com as tipologias vegetacionais ombrófila aberta, floresta ombrófila densa e campinarana.

As zonas de vida relacionadas com os pisos altitudinais mais elevados (floresta muito úmida tropical premontana e floresta muito úmida/floresta úmida tropical premontana) apresentaram correspondências predominantes com a vegetação ombrófila aberta.

A vegetação presente no estado possui muitas classes vegetacionais; dentre elas, diversas zonas de transição, o que pode explicar índices nem sempre elevados de correspondência quando comparada às zonas de vida de Holdridge (Tres, 2016).

4 Conclusões

A biotemperatura demonstra acréscimo no gradiente meridional no sentido leste-oeste no estado, variando de 22,9 °C a 26,5 °C.

O estado do Amazonas apresenta cinco zonas de vida de Holdridge, sendo três delas zonas de transição, demostrando a heterogeneidade da vegetação e geografia presentes no estado.

As zonas de vida existentes no estado apresentam correspondência com a classificação climática de Köppen e em uma mesma zona de vida de Holdridge são encontradas diversas tipologias vegetacionais.

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*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

ELOI, C. M. de A. *Enquadramento das "zonas de vida" de Holdridge na classificação climática de Minas Gerais.* 2001. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GUIMARÃES, F. S.; BUENO, G; T. As campinas e campinaranas amazônicas. *Caderno de Geografia*, Belo Horizonte, v. 26, n. 45, p. 113-133, 2016.

HOLDRIDGE, L. R. *Life zone ecology*. Tropical Science Center: San Jose, 1967.

HOLDRIDGE, L. R. *Ecologia basada en zonas de vida*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2000.

IBGE. [Estado do Amazonas]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/panorama. Acesso em: 31 set. 2018.

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

LUGO, A. E. The Holdridge life zones of the conterminous United States in relation to ecosystem mapping. *Journal of Biogeograph*, Hoboken, v. 26, p. 1025-1038, 1999.

MASTELLA, A. D. F.; JÚNIOR, S. I.; TRES, A.; TETTO, A. F.; WENDLING, W. T.; SOARES, R. V. Classificação do estado de Goiás e do Distrito Federal segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 12, n. 2, p. 443-456, 2019.

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. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 17, n. 1-2, p. 65-72, 1987.

NASCIMENTO, T. S. do; SARAIVA, J. M. B.; SENNA, R.; AGUIAR, F. E. O. Preenchimento de falhas em banco de dados pluviométricos com base em dados do Cpc (Climate Prediction Center): estudo de caso do Rio Solimões-Amazonas. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 7, n. 7, p. 143-158, 2010.

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. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 17, n. 1-2, p. 103-112, 1987.

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

ROLIM, G. S.; PAES DE CAMARGO, M. B.; LANIA, D. G.; LEITE DE MORAES, F. J. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. *Meteorologia e climatologia florestal*. Curitiba: Fupef, 2015.

TATLI, H.; DALFES, H. N. Defining Holdridge's life zones over Turkey. *International Journal of Climatology*, Hoboken, Estados Unidos, v. 131, n. 1, p. 1-9, 2015.

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

TRES, A. *Classificação climática para o Brasil segundo as zonas de vida de Holdridge*. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

TRES, A.; TETTO, A. F.; SOARES, R. V.; WENDLING, W. T.; MENGATTO, A. P. R. Classificação do estado de Mato Grosso segundo sistema de zonas de vida de Holdridge. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 13, n. 23, p. 329-343, 2015.

VALÉRIO, D. A.; TRES, A.; TETTO, A. F.; SOARES, R. V.; WENDLING, W. T. Classificação do estado do Rio Grande do Sul segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1776-1788, 2018.

VELARDE, S. J.; MALHI, Y.; MORAN, D.; WRIGHT, J.; HUSSAIN, H. Valuing the impacts of climate change on protected areas. *Ecological Economics*, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 21-33, 2005.

YUE, T.; DU, Z.; LU, M.; FAN, Z.; WANG, C.; TIAN, Y.; XU, B. Surfacemodelling of ecosystem responses to climatic change in Poyang Lake Basin of China. *Ecological Modeling*, Amsterdam, v. 1, n. 306, p. 16-23, 2015.

Contribuição dos Autores: Rodrigo Condé Alves realizou a revisão de literatura, a análise dos dados e elaborou mapas; Andressa Tres tabulou os dados, elaborou os mapas e revisou o texto; Ronaldo Viana Soares contribuiu no método de classificação do clima; William Thomaz Wendling auxiliou no banco de dados climáticos; Alexandre França Tetto fez revisão do trabalho.

Agradecimentos: Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná (PPGEF-UFPR), pelo apoio institucional e estrutura fornecidos.

Fonte de Financiamento: Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) – Código de Financiamento 001.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.