



# **RELATÓRIO EXECUTIVO DO CLIMA DO ESTADO DE RORAIMA PARA O ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE RORAIMA (ZEE-RR)**

**Execução e realização**

SECRETARIA DE  
PLANEJAMENTO E  
DESENVOLVIMENTO



**GOVERNO  
DE RORAIMA**



Governo do Estado de Roraima  
Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento (SEPLAN)  
Centro de Geotecnologias, Cartografia e Planejamento Territorial de Roraima  
(CGPTERR)  
Coordenadoria Especial Técnica do Zoneamento Ecológico-Econômico de Roraima  
(CETZEE/RR)  
Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA)

Relatório Executivo do Clima do Estado de Roraima para o Zoneamento Ecológico  
Econômico do Estado de Roraima (ZEE-RR)

Fábio Luiz Wankler

Carlos Sander

Boa Vista

2019



**GOVERNO DO ESTADO DE RORAIMA**

**Antônio Olivério Garcia de Almeida**

Governador

**Frutuoso Lins Cavalcante Neto**

Vice-governador

**SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO  
(SEPLAN)**

**Emerson Carlos Baú**

Secretário

**Diego Prandino Alves**

Secretário Adjunto de Planejamento e Desenvolvimento

**Ronald Brasil Pinheiro**

Secretário Adjunto do Centro de Geotecnologia, Cartografia e Planejamento  
Territorial (CGPTERR)

**Francisco Pinto dos Santos**

Coordenador Especial Técnico do Zoneamento Ecológico-Econômico de Roraima –  
(CETZEE-RR)

## Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo padrão de estação meteorológica. Estação Maracá, código 08361007, da ANA, equipada com um PCD (Plataforma de coleta de Dados) e um pluviômetro convencional. ....	8
Figura 2 - Mapa de localização das estações pluviométricas utilizadas neste estudo. ....	9
Figura 3 - Mapa de unidades climáticas do estado de Roraima. ....	11
Figura 4 - Mapa de isolinhas da pluviosidade total no estado de Roraima. ....	12
Figura 5 - Região de domínio do Clima Tropical Umido (Am) durante uma chuva torrencial, na bacia do rio Kukekan, fronteira da Venezuela com o Brasil. ....	14
Figura 6 - Vista da região de Domínio Am, corpo lacustre na região do Lavrado, na margem da BR 174, a 135 km ao norte da cidade de Boa Vista. ....	14
Figura 7 - Vista da região de domínio do tipo Aw (Semiúmido). Foto panorâmica tirada partir da serra do Tucano, no sentido do vale do rio Tacutu (fronteira com a Guiana), onde se observa a ocorrência de queimadas durante o alto da estação seca. ....	15
Figura 8 - Vista de uma área dos domínios de Clima Aw (Semiárido) com tempo bom, região do Município do Uiramutã, no sentido do vale do rio Maú. ....	15
Figura 9 - Mapa de Concentração de chuvas no semestre mais úmido do estado de Roraima. ....	16
Figura 10 - Mapa do estado de Roraima, com a localização das estações pluviométricas e de seus gráficos de hipsometria. ....	18

## Lista de Siglas

ANA	Agência Nacional de Águas
CGPTERR	Centro de Geotecnologia, Cartografia e Planejamento Territorial do Estado de Roraima
CPC	CLIMATE PREDITIONS CENTER - do Centro Nacional de Predição Ambiental, fazendo parte do Serviço de Tempo Nacional dos Estados Unidos da América.
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	<i>El Niño</i> Oscilação do Sul
HidroWEB	Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas do Brasil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MEAN	Massa Equatorial Atlântico Norte
MEC	Massa Equatorial Continental
RR	Estado de Roraima

## Lista de Símbolos

%	Percentual
Af	Clima equatorial ou tropical úmido/Tropical Superúmido ou Tropical Chuvoso de Floresta
Am	Clima de monção/Tropical de Monção
Aw	Clima tropical com estação seca de inverno/Tropical de Savana
km	Quilômetro
km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
m	Metro
m/km	Metro por quilômetro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /s	Metro cúbico por quilometro quadrado por segundo
m <sup>3</sup> /s	Metros cúbicos por segundo
mm	Milímetros
mm/ano	Milímetro por ano
N	Norte
NE	Nordeste
NW	Noroeste
O	Leste
Q	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
S	Sul
W	Oeste

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	7
<b>3 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA</b> .....	11
<b>3.1 Tipos Climáticos</b> .....	13
3.1.1 Tipo Af - Tropical Superúmido, Tropical Chuvoso de Floresta ou Superúmido. ....	13
3.1.2 Tipo Am - Tropical de Monção ou Úmido.....	13
3.1.3 Tipo Aw - Tropical de Savana .....	14
<b>3.2 Distribuição da Pluviosidade</b> .....	15
<b>3.3 Sazonalidade das Chuvas</b> .....	17
<b>3.4 Déficit Hídrico</b> .....	18
<b>3.5 Ciclos Climáticos e seus Efeitos na Distribuição de Chuvas</b> .....	18
<b>4 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	19
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	22

## 1 INTRODUÇÃO

Vulnerabilidade climática é a medida que a sociedade é suscetível a sofrer dos efeitos das variações ou mudanças climáticas. O contraponto a isso é resiliência climática, ou seja, a capacidade da sociedade de se recuperar destes efeitos. O estado de Roraima sofreu um processo de transformação extremamente rápido nas últimas décadas. As formas tradicionais de percepção da sociedade de entender e responder aos efeitos das secas e chuvas prolongadas não acompanharam este processo. A nova realidade socioeconômica, causada pelas mudanças tecnológicas e crescimento da população residente, resultou em uma maior diversidade de produção econômica regional e uma maior dependência tecnológica dos modos de produção.

O planejamento territorial e estratégico deve considerar os riscos climáticos que podem causar perdas para atividades produtivas, em especial as atividades econômicas que são dependentes têm fatores sensíveis ao clima. Insere-se aí a capacidade de planejar uma infraestrutura energética que possibilite a criação de reservas de água e força para enfrentar os períodos mais críticos.

Este relatório espera contribuir na compreensão de como e em que frequência ocorrem variações das precipitações. Destaca-se que este diagnóstico avançou dentro dos limites impostos para estudos climáticos pois, com exceção da estação meteorológica de Boa Vista, o estado não tem outras estações com série histórica de mais de 50 anos de dados pluviométricos. Não obstante a necessidade de uma ampliação na rede de dados, os resultados alcançados ampliaram do conhecimento climático em relação aos modelos anteriores graças ao incentivo da ampliação em manutenção de estações pluviométricas gerenciadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e /Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (FEMARH) em todo o estado de Roraima nas últimas décadas.

## 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A formatação dos produtos resultantes destes estudos obedeceu às diretrizes previstas no Termo de Referência do ZEE/RR, para as recomendações da Comissão

Técnica do ZEE/RR em consonância com as diretrizes nacionais para elaboração de ZEEs do Ministério de Meio Ambiente e Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

A construção do banco de dados geoespaciais e mapas temáticos derivados, incluiu o levantamento da base cartográfica do Estado (CGPTERR, 2018), dos dados pluviométricos de bancos de dados públicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) junto às estações meteorológicas de Boa Vista e Caracará e da Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), que representam a maior base espacial de dados da região, além da base de dados pluviométricos utilizados e disponibilizados por estudos anteriores e parte atualizados durante o desenvolvimento destes estudo (Figura 1).

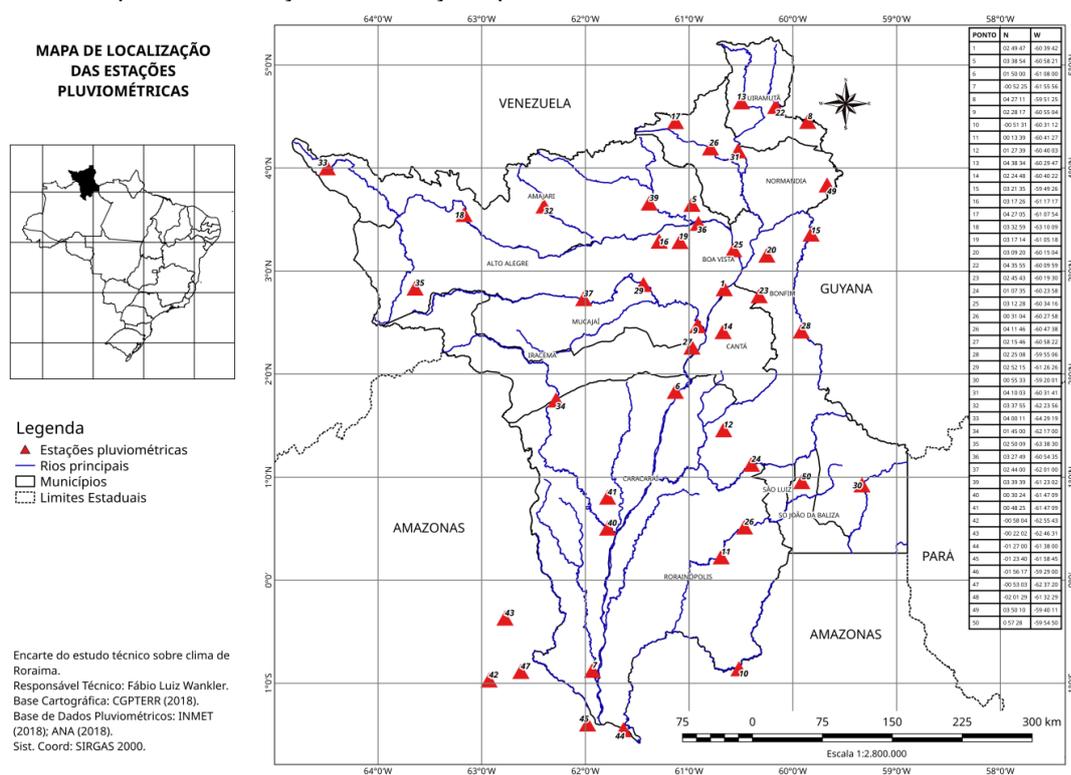
Figura 1 - Modelo padrão de estação meteorológica. Estação Maracá, código 08361007, da ANA, equipada com um PCD (Plataforma de coleta de Dados) e um pluviômetro convencional.



Fonte: Jean Flávio Cavalcante Oliveira (outubro de 2017).

A seleção das 47 estações (Figura 2) foi um processo importante, dadas as limitações da utilização dos dados de várias estações meteorológicas existentes, e baseou na acessibilidade de informações (base de dados de domínio público), duração da série histórica, localização estratégica, sendo que no último critério, algumas estações de séries curtas, mesmo munidas de dados recentes com menos de duas décadas de monitoramento, foram consideradas por terem papel fundamental para o mapeamento pluviométrico.

Figura 2 - Mapa de localização das estações pluviométricas utilizadas neste estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Estas estações apresentam séries históricas pluviométricas com um período médio de 31 anos de monitoramento. Destas, 82 % das estações têm séries históricas superiores a 20 anos e mais da metade (57,4 %) compreendem períodos superiores a 30 anos de medidas. As 18% restantes, mesmo tendo intervalo inferior a 20 anos (média de 14 anos), foram incluídas porque recobrem áreas de baixa densidade de informação ou em regiões extremas auxiliaram no tratamento de eventuais distorções, considerando o modelo utilizado. Deve ser destacado que, devido ao baixo volume de estações no Baixo Rio Branco (três estações), optou-se pela inclusão de 8 estações pluviométricas do estado do Amazonas.

Na seleção das estações e análise de dados, considerou-se os valores totais e médios de dados de pluviosidade diários, mensais e anuais, com definição da série pluviométrica e identificação dos diferentes ciclos pluviométricos das médias mensais e anuais, determinação dos semestres mais úmidos, duração das estações secas e chuvosas, percentual médio total de chuvas anuais precipitadas no semestre mais úmido (concentração de chuvas) e espacialidade do domínio climático. Na determinação da precipitação média mensal foi feitas através da média simples dos

anos da série histórica onde não foram detectadas falhas no monitoramento (dados diários/mensais).

Os resultados são apresentados através de mapas temáticos e hidrogramas. Para a confecção dos mapas de unidades climáticas e de concentração de chuvas no semestre úmido, utilizou-se dados de médias mensais, considerando todo o tempo de monitoramento das séries. Em relação a determinação do semestre mais úmido, esta etapa permitiu a construção do mapa de concentração de chuvas. Compreendeu a soma das médias mensais para tal intervalo (para cada estação) e foi calculado o intervalo de seis meses, em sequência, que apresentou o maior valor acumulado de chuvas. Na construção dos mapas temáticos, o sistema de interpolação adotado foi o método de interpolação de base radial (Krigagem ordinária), foram utilizados os aplicativos QGIS (banco de dados), aplicativos de desenho vetorial, para adequação do conteúdo das figuras do corpo do texto do relatório, e aplicativos para manuseio das tabelas construção dos hidrogramas.

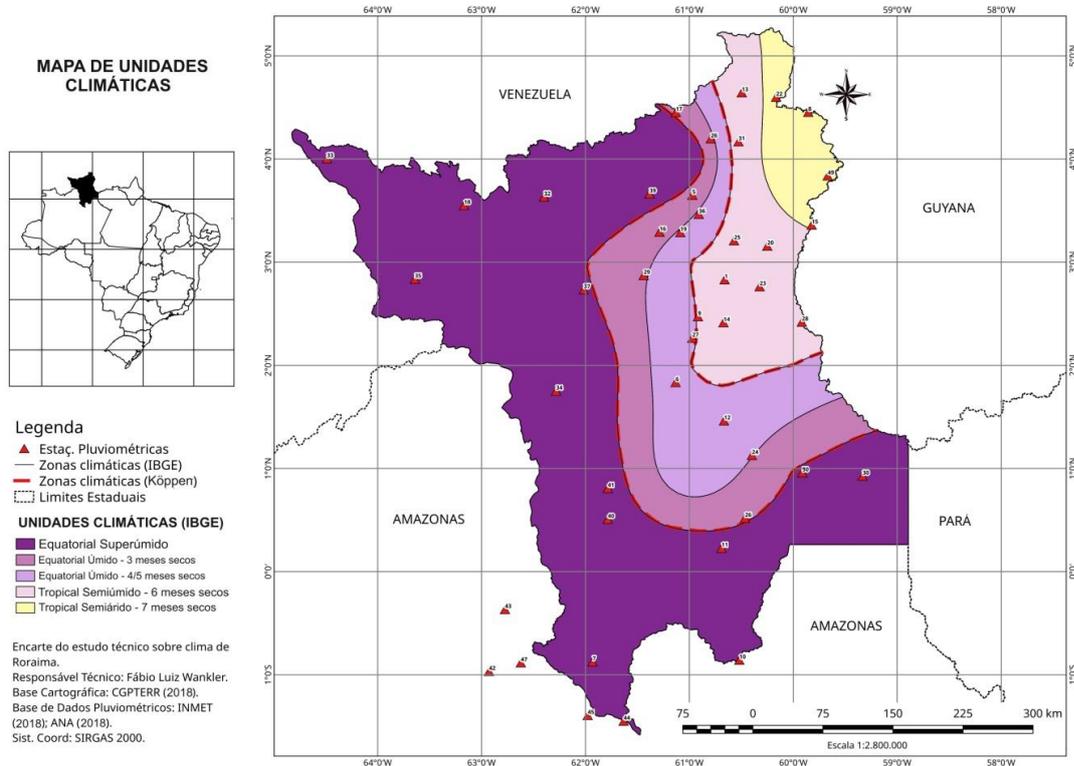
Na construção da classificação climática, para a definição de estação seca e chuvosa adotou-se como limiar valor médio mensal  $< 60$  mm para determinação da ocorrência de secas/estiagens sazonais. Este parâmetro foi definido em Kottek et al. (2006) e já é utilizado no Brasil por Reboita et al. (2015) e em EMBRAPA (2017). Para a classificação dos Regimes Climáticos, adotou-se a classificação de Köppen, por ser de uso amplo, e a classificação das unidades climáticas brasileiras do IBGE (2002). No caso da temperatura, devido a baixa densidade de informações, foram consideradas somente médias históricas das estações meteorológicas do INMET (2018) de Boa Vista e Caracarái, sendo as únicas que apresentam séries históricas representativas.

Em relação a análise dos dados, foram consideradas pesquisas científicas anteriores e na análise da relação da variabilidade das precipitações e sua relação com os Ciclos de El Niño e La Niña, utilizou-se os dados das plataformas do CPTEC (2017) e CPC (2017), e estudos acadêmicos anteriores, com o histórico pluviométrico de Boa Vista (período 1950 - 2017), a fim de identificar relações destes fenômenos com anomalias observadas nas séries e na avaliação da Influência das Variações Climáticas na distribuição da pluviosidade regional.

### 3 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

A configuração climática identificada (Figura 3) é o resultado da ação das massas de ar a Equatorial Continental (MEC) e a Equatorial Atlântica Norte no estado de Roraima. A massa Equatorial Continental tem origem na Amazônia Ocidental e sua atuação está associada à posição do equador térmico, que acompanha o zênite solar, seguindo também o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical.

Figura 3 - Mapa de unidades climáticas do estado de Roraima.

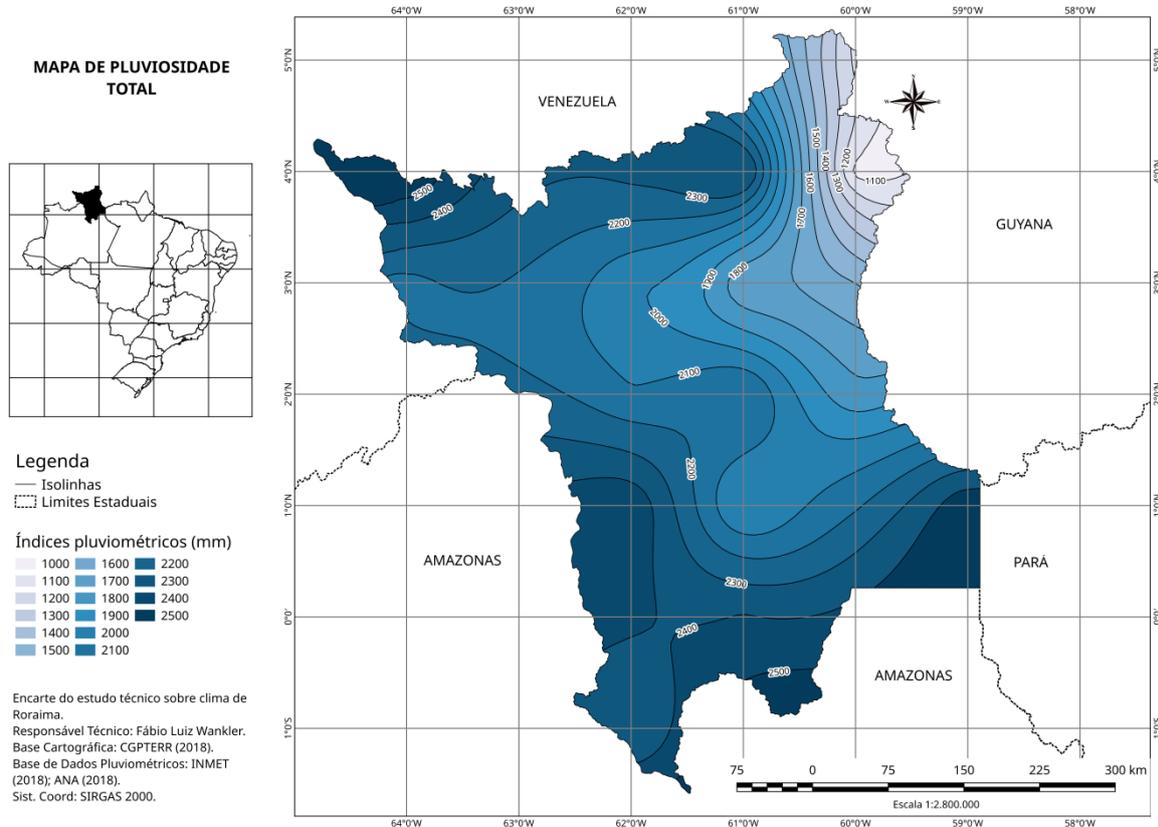


Fonte: Elaborado pelos autores.

A ação da MEC na região ocorre principalmente entre os meses de abril e setembro, quando o eixo do equador solar se encontra voltado para o Hemisfério Norte. A massa de ar Equatorial Atlântica Norte (MEAN) tem origem no Anticiclone de Açores, no Atlântico Norte, e sua atuação é destacada sobre a região nos meses de novembro e março, durante a vigência da estação seca. Este regime de chuvas (Figura 4) se deve, basicamente, à aproximação do centro de ação positivo de Açores do equador geográfico, puxado pelo deslocamento do equador térmico para o

Hemisfério Sul. Esta condição determina a ação de ventos alísios no Nordeste da América do Sul que penetram pela Guiana, seguindo um corredor de baixa topografia que favorece o deslocamento da coluna de ar para o Nordeste de Roraima. Tal condição implica na presença constante de ventos na região, denominados localmente de Cruviana, ao longo da maior parte da estação seca e favorecem a dissipação da umidade e redução das chuvas em tal período.

Figura 4 - Mapa de isolinhas da pluviosidade total no estado de Roraima.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os tipos climáticos do estado de Roraima, conforme a classificação de Köppen, são todos Tropicais enquanto que a pela classificação do IBGE dividem-se em cinco zonas, sendo três equatoriais e duas tropicais. As temperaturas médias mensais sempre acima de 18°C. Com relação às temperaturas médias anuais, estas variam entre 24°C (em condições de altitude) a 28°C (nordeste de Roraima), com valores de máximas que oscilam entre 30 e 32°C e térmicas mínimas nas casas de 20 a 22°C.

### 3.1 Tipos Climáticos

#### 3.1.1 Tipo Af - Tropical Superúmido, Tropical Chuvoso de Floresta ou Superúmido.

Não apresenta estação seca e tem valores médios mensais acima de 60 mm. Tal domínio compreende toda a borda ocidental e sul do estado, com médias pluviométricas sempre superiores a 2.000 mm/ano, chegando a valores superiores e 2.600 mm/ano. Esse tipo climático compreende uma única unidade climática, a Super Úmida (quente, sem seca ou subseca). É importante ressaltar que, considerando mapas climáticos de trabalhos anteriores a este estudo, observou-se um importante ampliação, em área, deste tipo climático no estado, com a extensão no sentido leste nas parcelas localizadas na porção noroeste de sua área de influência, enquanto que a parcela sul esta ampliação em relação aos estudos anteriores foi mais substancial no sentido norte, ultrapassando o equador e passando a atingir uma posição média de 1º de Latitude Norte.

#### 3.1.2 Tipo Am - Tropical de Monção ou Úmido

É o segundo tipo climático dominante em Roraima, com sua área de ocorrência abrangendo as regiões centro-norte e central (Figura 5) e na porção setentrional da região sudeste, com pluviosidade de 1.600 mm/ano, na parcela oriental, e superando 2.000 mm/ano nas parcelas ocidentais e meridionais deste domínio (Figura 4). Ele representa a transição entre as áreas de clima Superúmido (Af), e uma faixa de transição para climas Semiúmido/Semiárido (Aw) (Figura 6).

Figura 5 - Região de domínio do Clima Tropical Úmido (Am) durante uma chuva torrencial, na bacia do rio Kukekan, fronteira da Venezuela com o Brasil.



Fonte: Fábio Luiz Wankler (dezembro de 2011).

Figura 6 - Vista da região de Domínio Am, corpo lacustre na região do Lavrado, na margem da BR 174, a 135 km ao norte da cidade de Boa Vista.



Fonte: Fábio Luiz Wankler (outubro de 2017).

### 3.1.3 Tipo Aw - Tropical de Savana

Posicionado na faixa nordeste de Roraima caracteriza-se por uma má distribuição de chuvas, de 70% e mais de 80% dos totais anuais precipitados no semestre mais úmido.

Abrange unidades climáticas Semiúmido e Semiárido (Figuras 7 e 8).

Figura 7 - Vista da região de domínio do tipo Aw (Semiúmido). Foto panorâmica tirada partir da serra do Tucano, no sentido do vale do rio Tacutu (fronteira com a Guiana), onde se observa a ocorrência de queimadas durante o alto da estação seca.



Fonte: Fábio Luiz Wankler (março de 2015).

Figura 8 - Vista de uma área dos domínios de Clima Aw (Semiárido) com tempo bom, região do Município do Uiramutã, no sentido do vale do rio Maú.



Fonte: Fábio Luiz Wankler (junho de 2010).

O Domínio Semiúmido ocorre na parcela mais ocidental do tipo Aw, com 1.400 e 1.600 mm/ano e o período de estiagem médio de 4 e 5 meses, e o Domínio Semiárido, posicionado nas porções norte-central e nordeste de Roraima, fazendo fronteira com a Guiana, com pluviosidade média entre 1.200 e 1.400 mm/ano. Este domínio foi definido como tal não pelo volume total precipitado, mas por apresentar uma prolongada estação seca de 6 a 7 meses e por ter mais de 80% dos totais precipitados ocorrendo no semestre mais úmido (Figura 4).

### 3.2 Distribuição da Pluviosidade

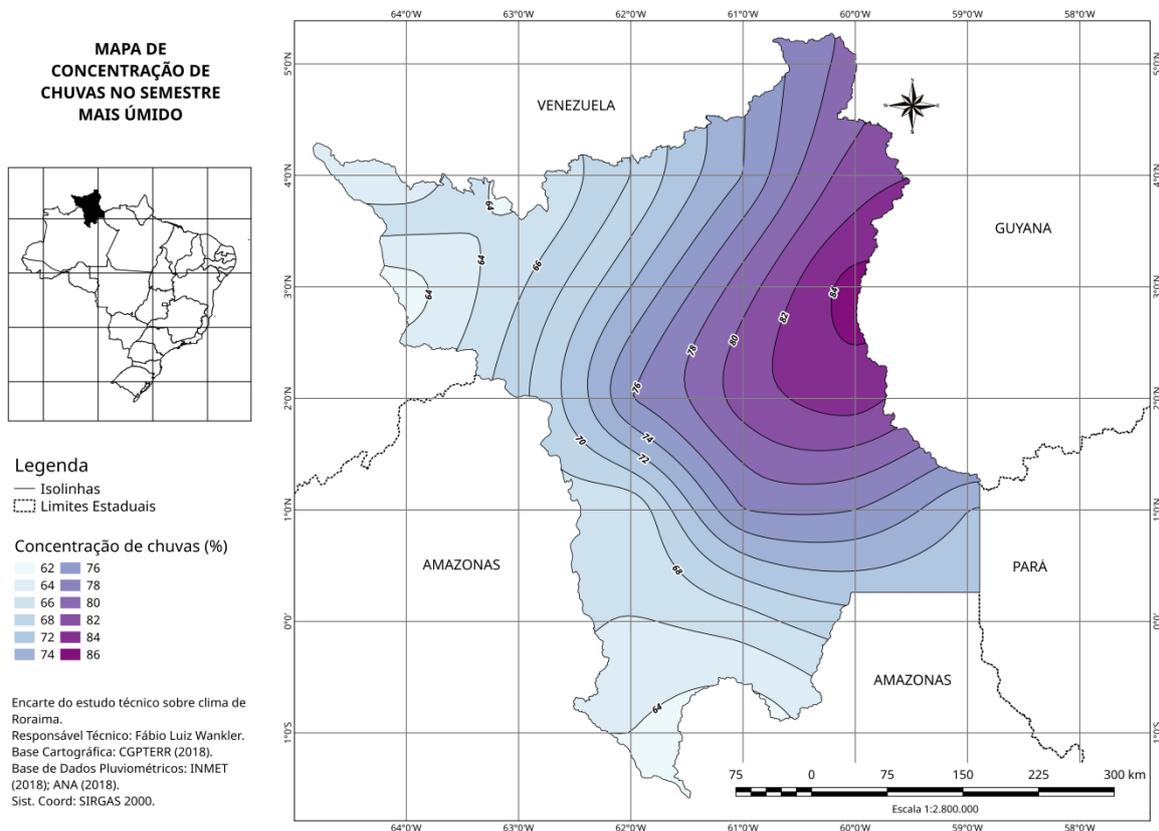
Os maiores valores anuais de precipitação em Roraima (Figura 4) são próximos a 3.000 mm/ano e ocorrem nas parcelas oeste e sul do estado a partir das quais diminuem progressivamente, seguindo o sentido Sudoeste / Nordeste até chegar 1100 mm/ano na região do município de Normandia. O setor ocidental do Estado é mais úmido que o oriental, ocorrendo outras áreas de maior umidade, como no Norte/Noroeste e Sudeste do estado.

Esta configuração impacta a rede hidrográfica, com as sub-bacias dos rios Uraricoera, Mucajaí e Catrimani e outros afluentes da margem direita do rio Branco

recebendo as maiores quantidades de precipitações regionais, enquanto que a subbacia do rio Tacutu mostra elevada amplitude em seu regime fluvial. Estes fenômenos estão relacionados ao regime de precipitação essencialmente originado da dinâmica da massa equatorial continental que adentra no Estado pelo oeste e sudoeste na primavera/verão boreal, quando as altas pressões afastam-se do extremo norte da América do Sul.

O padrão de chuvas aparenta ser responsável por uma grande variedade de formações vegetais. A vegetação do tipo savana possui uma relação íntima com as áreas com maior desequilíbrio na distribuição de chuvas, especialmente aquelas que concentram uma precipitação igual ou superior a 80% dos totais anuais para semestre úmido (Figura 9). Já a ocorrência de vegetações florestadas, por outro lado, parecem depender de uma distribuição mais homogênea da umidade durante o ano hidrológico, como por exemplo, a localização das Florestas Ombrófilas Montanas, no Norte do estado, no Planalto do Interflúvio Amazonas-Orinoco, e da Campinarana Florestada, área localizada no baixo rio Branco.

Figura 9 - Mapa de Concentração de chuvas no semestre mais úmido do estado de Roraima.



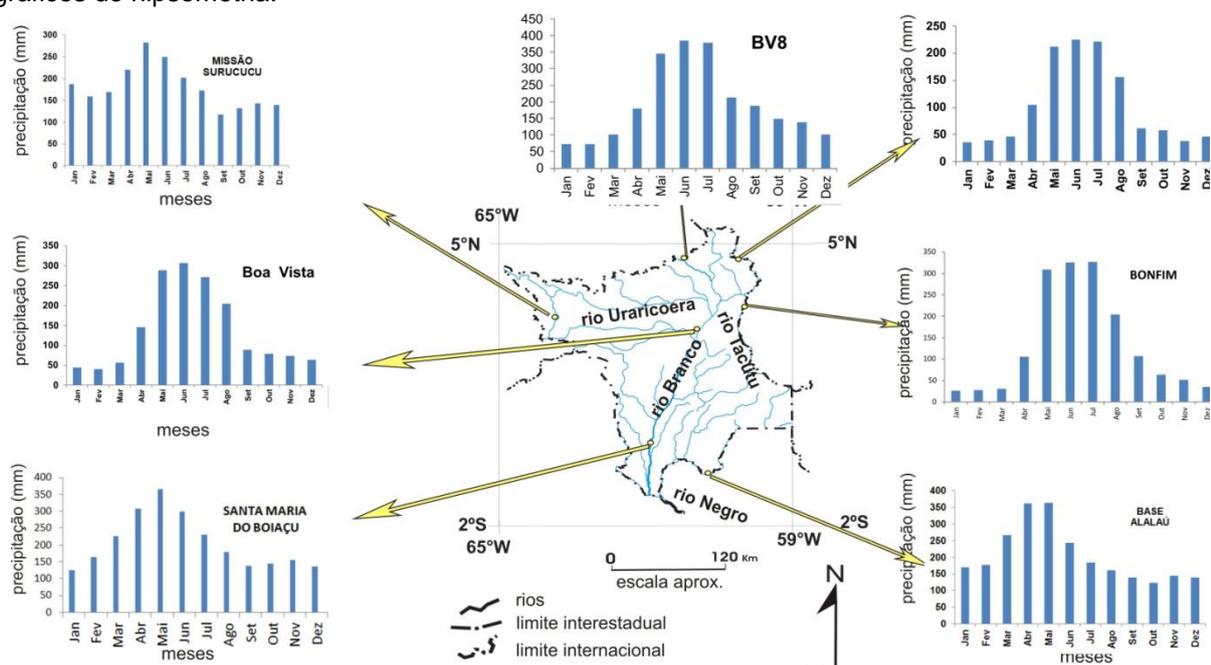
Fonte: Elaborado pelos autores.

Esta distribuição pluviométrica parece sofrer diferenciações importantes associados a existência de um divisor de águas Amazonas Orinoco, localizado da parcela noroeste e norte do limite da bacia do Uraricoera, cuja a borda elevada com quase 1/3 destes interflúvios nas altitudes de 1.000m, dificulta os avanços da Massa de Ar Equatorial Continental (MEC) em direção ao norte e oeste de Roraima, intensificando as chuvas nestas regiões. Este aspecto, associado ao efeito de Coriolis, explicaria a umidade elevada nestas regiões, pois a umidade originada da MEC deslocaria em direção ao limite ocidental do estado, cujo relevo elevado que impede o deslocamento de umidade de áreas à oeste (bacia do Orinoco), ao mesmo tempo favorece a ocorrência de precipitações orográficas à barlavento da umidade proveniente do setor sul de Roraima.

### 3.3 Sazonalidade das Chuvas

Este é um elemento importante dado seu efeito no zoneamento agrícola. Em Roraima, a estação chuvosa ocorre no período de abril a setembro, e a estação seca no semestre de outubro a março. Este padrão sazonal não é homogêneo no Estado, tanto em volume de chuvas como mês de início e fim do semestre úmido e seco (Figura 10). Na região Oeste e Sul de Roraima apresenta diferenças entre os volumes precipitados na estação úmida e na estação seca menores apresentando ainda maior pluviosidade anual, com valores médios de 1.800 mm/ano (semestre chuvoso) e 1.150 mm/ano (semestre seco) como é o caso do sul do estado. Condição oposta ocorre no limite nordeste, divisa com a Guiana, com chuvas na casa de 1.000 mm/mês, para o semestre úmido, e entre 150 e 350 mm, para o semestre seco. Deve-se observar que há diferentes calendários da atuação do semestre chuvoso para cada localidade, como foi observado nas estações da Base Alalaú (centro sul, no limite com o estado do Amazonas), com o semestre chuvoso entre fevereiro e julho, enquanto que em Santa Maria do Boiaçu (no baixo rio Branco) na Missão Surucucu (porção noroeste) mostram volumes de chuvas concentrados entre março e agosto.

Figura 10 - Mapa do estado de Roraima, com a localização das estações pluviométricas e de seus gráficos de hipsometria.



Fonte: elaborada pelos autores a partir dos dados de ANA (2018).

### 3.4 Déficit Hídrico

O balanço hídrico tem relação direta com a sazonalidade das chuvas. Com base na única estação que dispõe de dados públicos de evapotranspiração com uma série histórica prolongada, localizada de Boa Vista, a deficiência de água para o solo se dá concomitantemente ao fim da estação chuvosa, que termina em setembro, e se mantém elevada até a passagem do mês de março para abril, período que marca o início da estação chuvosa com uma amplitude de evapotranspiração real com uma amplitude pouco maior que 50 mm, sendo que sua variação acompanha do regime pluvial. Contudo, como pode ser observado na Figura 10, existem diferentes calendários da atuação do semestre chuvoso, com implicações para os períodos de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica em cada um destas áreas.

### 3.5 Ciclos Climáticos e seus Efeitos na Distribuição de Chuvas

Os eventos de *El Niño* podem ser classificados em Forte, Moderado e Fraco. Todos afetam o comportamento climático em Roraima e seu impacto característico é

a queda nos totais pluviométricos, sendo proporcional a intensidade do evento, embora que o total de dias precipitados não apresentem variações significativas.

Os anos de *El Niño*, de forma geral, não apresentam uma grande variação no número total de chuvas, ficando somente 1,97% abaixo da média histórica, representando 132,26 dias precipitados e volume médio de chuva de 12,34 mm. Nos estágios de *El Niño* fraco (fraca intensidade), há um pequeno acréscimo aos dias precipitados (143 dias), com volume médio de chuvas de 12,72 mm. Em contraponto, nos eventos de forte intensidade (*El Niño* Forte), há uma redução média de 11,06% no número de dias precipitados, ou seja, 120 dias/ano com pluviosidade média de 11,55 mm, o que representa os menores valores dos ciclos analisados. Os ciclos de intensidade moderada (*El Niño* Moderado) apresentam valores intermediários a estes extremos.

Com relação aos efeitos do *La Niña*, eles também podem ser divididos em intensidade forte, moderada e fraca, também aparentam ter interação com a dinâmica pluviométrica regional, mas com efeito contrário ao *El Niño*. As concentrações dos dias com precipitação na estação úmida são de forma geral mais elevadas em ciclos de *La Niña* que nos de *El Niño*.

#### 4 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Roraima nota-se um efeito substancial dos tipos climáticos e tempo de estiagem nas atividades voltadas à agropecuária. Os climas Af (quando não há estação seca) e Am (com estação seca de 1 a 3 meses) garantem uma melhor distribuição da umidade. O clima Af engloba basicamente áreas protegidas, vinculadas a União ou Terras Indígenas, estando a maior parte inaptas para o desenvolvimento de atividades produtivas convencionais.

O Clima Am, por outro lado, engloba áreas de transição floresta-savana e áreas com projetos de assentamento rural onde são desenvolvidas atividades de extrativismo, manejo florestal, pecuária, fruticultura e culturas de subsistência. Dada a condição climática, estas áreas apresentam potencial para desenvolvimento de atividades agropastoris, face à condição de umidade presente durante a maior parte do ano. É o caso da faixa que engloba os municípios de Alto Alegre, Mucajaí, Iracema, Caracarái, Cantá (parte meridional) e o Sudeste de Roraima. Outros tipos de aptidões,

parcialmente explorados, estão ligados a fruticultura (banana) e a produção de oleaginosas (dendê). Tal situação se deve ao período menor de *déficit* hídrico, que implica em menores investimentos de irrigação.

Já as zonas de clima Aw (subúmido), com estiagens acima de 4 a 7 meses limitam, em algum grau, o desenvolvimento de atividades agropastoris. A prática destas atividades abre a necessidade de investimentos para desenvolvimento de sistemas de irrigação, para manutenção das pastagens ou, de formas mais avançadas de produção, como o investimento em confinamento.

Apesar disso, devido ao importante volume de águas precipitadas ao longo do verão boreal, se abre campo para o desenvolvimento de culturas de grãos (milho e, mais recentemente, soja), tendência que tem ganhado força ao longo dos últimos anos, por tais atividades se encaixarem no ciclo de chuvas da região. A transição para o período seco abre opção para rotação de culturas, como o feijão, que tem uma menor tolerância a excedentes hídricos.

Nos períodos de transição e estiagem, abre a possibilidade de cultivos irrigados. Destacam-se as produções de arroz, bastante tradicional no estado, e hortifrutigranjeiros. Apesar disso, existem limitações associadas à prática de irrigação, especialmente nas parcelas mais orientais, que apresentam condições críticas de vazantes nos principais sistemas que drenam tal faixa climática (Aw) que podem vir a oportunizar a exploração de aquíferos regionais nas áreas de maior *déficit* hídrico.

O histórico das chuvas do estado sustenta a necessidade de cuidados especiais quanto aos ciclos *El Niño*. Os levantamentos realizados e descritos neste relatório indicam reduções significativas de precipitação anual que podem superar até 30% para período de *El Niño* de forte intensidade. Como consequência, há o comprometimento da produção de grãos associados ao ciclo úmido (milho e soja) por estes afetarem a regularidade da precipitação, atrasando ou abreviando o início ou o fim da estação chuvosa, podendo ainda criar um intervalo significativo sem chuvas no ciclo produtivo. Tal situação ficou bastante evidente entre os anos de 2014 e 2015, além de 1997 e 1998, quando o estado sofreu uma seca bastante acentuada. Já durante a estação seca, quando é comum a utilização de práticas de irrigação, parte importante dos reservatórios superficiais tiveram suas descargas comprometidas. Consequentemente, repercutiu de forma bastante acentuada na perda de produção, afetando de modo agudo também as atividades de pecuária e hortifruticultura. No caso

da pecuária, houve o comprometimento das pastagens das áreas semiúmidas e úmidas, com prejuízos significativos e até perdas de gado de corte e avicultura. A própria frequência de *El Niño* de alta intensidade, com recorrência média de pouco mais de uma década, implica no preparo e enfrentamento dos efeitos derivados deste fenômeno.

O *La Niña* de forte intensidade, com frequência de um evento por década, apesar de apresentar efeitos mais moderados, quando comparado aos eventos de *El Niño*, também requer atenção. Relacionado a produção de excedentes hídricos, tal fenômeno traz implicações a culturas sensíveis ao aumento de umidade (ex: culturas de feijão e melancia). Por outro lado, acaba por favorecer processos de recarga de reservatórios e débito fluvial. É necessário ressaltar ainda que, com o aumento do volume de chuvas para ciclos de *La Niña*, também são observados problemas associados à ampliação de alagamentos de ambientes mal drenados (planícies), assim como o aumento de recorrência de cheias de maior magnitude, afetando algumas áreas urbanas do estado e prejuízos na malha viária.

Conclui-se que para haver um significativo avanço no conhecimento do perfil climatológico de Roraima, há à necessidade da melhoria da disposição de estações meteorológicas, especialmente nas regiões com vastos espaços vazios ou de baixa cobertura, como nas parcelas norte, oeste e com condições mais críticas, na faixa limítrofe sul, na divisa com o estado do Amazonas. Além disso, parte das estações possui séries históricas inferiores a 30 trinta anos, não apresentando resultados conclusivos com relação a oscilações decadais.

Destaca-se que para o aprofundamento da caracterização da tipologia climática seria benéfico inserir informações de temperatura, umidade relativa do ar, bem como sua variabilidade espacial, insolação total, direção e intensidade do vento e cobertura de nuvens para cada uma dos tipos climático descritos. Contudo, para tanto, há necessidade de melhorias na cobertura de informações meteorológicas que podem vir a partir da ampliação da cobertura de estações de monitoramento ou da utilização de técnicas inovadoras pelos órgãos de geração de informações meteorológicas, no contexto do estado de Roraima, que possibilitem, no futuro, uma avaliação mais precisa destes parâmetros.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **HIDROWEB/Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br/>> Acesso em 23 de agosto de 2017.

CENTRO DE GEOTECNOLOGIA, CARTOGRAFIA E PLANEJAMENTO TERRITORIAL - CGPTERR. **Base Cartográfica do Estado de Roraima**. Disponível em <[https://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.-htm.](https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.-htm.)>. Acesso em: 25 de setembro de 2017.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. CPTEC. **Condições do el Niño-Oscilação Sul (ENOS)**. Disponível em: <<http://www.enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 28 de agosto de 2017.

CLIMATE PREDITIONS CENTER - CPC. **El Niño/Southern Oscillation (ENSO) Diagnostic Discussion in 2015**. Disponível em: <[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_disc\\_sep2015/ensodisc.html](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_sep2015/ensodisc.html)>. Acesso em: 28 de agosto de 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUPÁRIA - EMBRAPA. **Balanco Hídrico da cidade de Boa Vista - 2017**. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/balanco/resultados/rr/217/balanco.html>>. Acesso em: 03 de novembro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa do Clima do BRASIL**. Rio de Janeiro: 1ª Ed, 2002. 1 mapa. 36 X 44 cm Escala 1: 5.000 000.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Sistema Nacional de Informações Hidro-Meteorológicas - Médias mensais de precipitação período 1961 a 2015**. Manaus: 1º Distrito de Meteorologia. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Frequência dos fenômenos de *El Niño e La Niña***. 2014. Disponível em: <<http://www.http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 04 de novembro de 2017.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, p. 259 - 263, 2006.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, n. 11, p. 206 – 226, 2015.

SILVA, D. A.; SANDER, C.; ARAUJO JUNIOR, A. C. R.; WANKLER, F. L. Análise Dos Ciclos De Precipitação Na Região De Boa Vista - RR Nos Anos De 1910 A 2014. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 9, p. 35-49, 2015.