



ISSN: 2525-815X

# Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: [www.jeap.ufrpe.br/](http://www.jeap.ufrpe.br/)

10.24221/jeap.2.4.2017.1478.474-481



## Tendência nas variáveis meteorológicas de Porto Velho-Rondônia

### Trend in the meteorological variables of Porto Velho-Rondônia

Marcelo José Gama da Silva<sup>a</sup>, Carlos Alexandre Santos Querino<sup>b</sup>, Luiz Alves dos Santos Neto<sup>a</sup>,  
Diego da Costa e Silva<sup>a</sup>, Fábio Adriano Monteiro Saraiva<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia-CENSIPAM, Centro Regional de Porto Velho. Av. Lauro Sodré, n. 6.500, Aeroporto, Porto Velho, Rondônia, Brasil. CEP: 78.803-260. E-mail: [marcelo.gama@sipam.gov.br](mailto:marcelo.gama@sipam.gov.br); [luiz.santos@sipam.gov.br](mailto:luiz.santos@sipam.gov.br); [diego.silva@sipam.gov.br](mailto:diego.silva@sipam.gov.br).

<sup>b</sup> Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Instituto de Educação, Agricultura e Meio Ambiente. Rua 29 de Agosto, n. 786, Centro, Humaitá, Amazonas, Brasil. CEP: 69.800-000. E-mail: [carlosquerino@gmail.com](mailto:carlosquerino@gmail.com).

<sup>c</sup> Faculdade de Rondônia-FARO, Km 6,5, BR 364, S/N, Porto Velho, Rondônia, Brasil. CEP: 78.815-800.

#### ARTICLE INFO

Recebido 04 Jul 2017

Aceito 04 Ago 2017

Publicado 21 Ago 2017

#### ABSTRACT

Various knowledge areas have discussed climate changes in the Amazonian region. There are increasing speculations whether the human, economic and environmental activities impact climate at, both at global or regional scale. Relevant questions can be raised, and this research aimed to evaluate pattern changes at meteorological variables such as air temperature (mean, maximum and minimum), mean relative humidity and annual rainfall at Porto Velho county, Rondônia, at Brazil's northern region. It was analyzed time series variables registered at Porto Velho, concerning the period of 1945 to 2005. The results showed that during this time the series of air temperature (mean, maximum and minimum), relative air humidity and rainfall had both positive and negative deviations concerning its historical mean, leading to no significant trends to either increases or decreasing values. Nevertheless, the observed results for the studied period (1945 to 2005) corroborate the scenarios of climate change impacts due to Amazonian deforestation. However, the available data along the statistical tests applied were not enough to prove that significant climate changes happened in this region.

**Keywords:** Amazonian region, climate change, historical data.

#### RESUMO

Diversas áreas de conhecimento têm discutido as mudanças climáticas na região Amazônica. São crescentes as especulações de como as atividades humanas, econômicas e ambientais, tanto em nível global, como regional, influenciam o clima de uma determinada região. Questões pertinentes a este tema podem ser levantadas, e esse estudo objetivou avaliar se ocorreram mudanças nos padrões das variáveis meteorológicas: temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa média do ar e no total anual de precipitação pluviométrica, no município de Porto Velho, Rondônia, na região Norte do Brasil. Foram analisadas as séries temporais das variáveis meteorológicas: temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, do município de Porto Velho, referente ao período de 1945 a 2005. No período de estudo, as séries de dados de temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica apresentaram desvios positivos e negativos em relação à sua média histórica, apresentando tendências não significativas de aumento ou diminuição em relação ao valor médio. Os resultados observados para o período (1945 a 2005) corroboram com os estudos de simulação climática sobre possíveis impactos do desmatamento no

clima da Amazônia. Porém, as informações disponíveis e os testes estatísticos aplicados não foram suficientes para comprovar que ocorreram alterações climáticas significativas na região.

**Palavras-Chave:** Amazônia, mudanças climáticas, dados históricos.

## Introdução

A cidade de Porto Velho, capital de Rondônia, surgiu no início do século XX, com a construção da estrada de ferro Madeira/Mamoré, atualmente possui uma população estimada de 511.219 habitantes, com uma densidade demográfica de 12,6 hab.km<sup>-2</sup> (IBGE, 2016). Atualmente, o comércio, a prestação de serviço, a produção e processamento de produtos agrícolas constituem as principais atividades econômicas da região (IBGE, 2000). Nas últimas décadas, a região de Porto Velho tem sido bastante impactada pelas atividades agropecuárias e madeireiras, causando grandes alterações em seus padrões biofísicos e socioeconômicos. Tais interferências humanas, além de substituir a floresta nativa por vegetação de menor porte, podem ter alterado a dinâmica do ciclo hidrológico regional e as características climáticas, ambas ainda pouco estudadas. As possíveis mudanças do clima na região amazônica, bem como na região de Porto Velho, têm sido foco de discussão em estudos abordando diversas áreas de conhecimento.

São crescentes as especulações de como as atividades humanas, econômicas e ambientais, tanto em nível global, como regional, influenciam o clima de uma determinada região. A conversão das florestas tropicais para o plantio de pastagens e práticas agrícolas influencia os ciclos biogeoquímicos, uma vez que são responsáveis por cerca de 75% das emissões brasileiras de CO<sub>2</sub>, contribuindo para a elevação das temperaturas do planeta e, conseqüentemente, para a modificação do clima (Houghton, 1991; Nobre et al., 1991; Pedlowski et al., 1999; Houghton et al., 2000; Nóbrega, 2008; Pavão et al., 2016).

Estudos de Nobre et al. (1991), Fisch et al. (1997) e Alves et al. (1999) indicam que a substituição da vegetação nativa por atividades agropecuárias provoca um aumento da temperatura do ar de 0,6°C a 2,0°C, uma redução no total da precipitação e da evaporação, de 20 a 30%, e uma estação seca mais prolongada após o desmatamento.

Nas últimas décadas, a variabilidade das variáveis climáticas vem sendo objeto de investigações, buscando correlacionar como as atividades humanas, econômicas e ambientais, em nível global e regional, influenciam o clima de uma determinada região.

Este estudo objetivou avaliar as tendências de variáveis meteorológicas na região de Porto

Velho-RO e comparar os resultados com estudos sobre mudanças climáticas na região.

## Material e Métodos

A cidade de Rondônia, objeto deste estudo, está situada à margem direita do rio Madeira, no extremo norte do estado de Rondônia. Foi realizada uma avaliação da ocorrência de possíveis mudanças nos padrões das variáveis meteorológicas: temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa média do ar e no total anual de precipitação pluviométrica, no município de Porto Velho, Rondônia, na região Norte do Brasil.

Foram utilizados dados diários de série histórica das variáveis meteorológicas (temperatura do ar, temperatura mínima do ar, temperatura máxima do ar, umidade relativa do ar e precipitação) da estação meteorológica do INMET (latitude: 08°47'35S, longitude: 63°50'48"W e altitude de 95 m), localizada na EMBRAPA/CPAF-RO, referente ao período de 1945 a 2005.

Para o cálculo da temperatura média diária do ar foi utilizada a fórmula da temperatura compensada, proposta por Serra (1938) (Equação 1) (Varejão-Silva, 2001).

$$T_{md} = \frac{(2*t_{00h} + t_{12h} + t_{max} + t_{min})}{5} \quad \text{Eq.(1)}$$

onde  $t_{00h}$  e  $t_{12h}$  são, respectivamente, as temperaturas medidas às 00 e 12hs TMG (Tempo Médio de Greenwich),  $t_{max}$  é a temperatura máxima do dia em questão, e  $t_{min}$  é a temperatura mínima deste mesmo dia.

Para a análise da temperatura máxima e mínima do ar foram calculadas as médias mensais e anuais.

A média da umidade relativa do ar foi calculada pela fórmula da média compensada adotada pelo INMET (1992) (Equação 2).

$$UR = \frac{(UR_{12h} + UR_{max} + UR_{min} + 2*UR_{00h})}{5} \quad \text{Eq.(2)}$$

onde  $UR_{12h}$  e  $UR_{00h}$  são, respectivamente, as umidades relativas do ar às 12 e 00hs TMG,  $UR_{max}$  e  $UR_{min}$  são a umidade relativa máxima e mínima do dia, respectivamente.

A precipitação diária foi calculada a partir da soma das leituras observada as 14:00h,

hora local (HL), e 20:00h HL do dia anterior mais a leitura observada as 08:00h HL do dia do registro.

Para o preenchimento dos dados ausentes das séries temporais analisadas foi utilizado o procedimento adotado por Qureshi & Khan (1994 *apud* Shepherd, 2006), que consiste em utilizar a média dos três valores anteriores e posteriores ao valor ausente da série temporal.

Na busca pela melhor compreensão do comportamento de cada variável meteorológica, foi feita a análise de regressão das séries temporais, através do modelo de regressão linear simples, compreendendo os anos de 1945 a 2005. Através desse modelo foi avaliada a existência de uma relação linear entre a variável dependente e uma variável independente, permitindo observar, empiricamente, se um relacionamento linear entre elas deve ser assumido. O modelo de regressão linear pode ser utilizado para indicar alterações climáticas.

Para identificar o grau de variabilidade dos parâmetros meteorológicos, no período supracitado, em comparação a Normal Climatológica do INMET (1961 a 1990) utilizou-se o teste t de Student, ao nível de 5% de significância. Estabeleceu-se a hipótese nula como

sendo a de que não existe diferença significativa entre as médias do período e a Normal Climatológica do INMET, e a hipótese alternativa aquela onde efetivamente existe diferença significativa entre as médias nesse nível de significância. Os testes de hipóteses aplicados nas análises de regressão e correlação buscaram verificar a possibilidade de aceitação da hipótese de nulidade dos coeficientes populacionais inferidos (Bruni, 2007).

Para cada variável foram analisados os coeficientes de correlação e determinação, no sentido de verificar se a relação entre as variáveis é estatisticamente significativa.

## Resultados

No período de 1945 a 2005, a temperatura média do ar apresentou pequenas variações, tendo média e desvio padrão de  $25,5 \pm 0,37^{\circ}\text{C}$ . O coeficiente de variação (CV) foi baixo, 1,5%, caracterizando pequena variabilidade interanual da temperatura média do ar, porém sem significância estatística. Os parâmetros analisados na análise estatística: temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar e precipitação, para a área do estudo, são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado do teste t Student e da análise de regressão linear das variáveis meteorológicas: temperatura do ar (média, máxima e mínima) umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica para o período de 1945 a 2005, em Porto Velho-RO.

Parâmetros	T calculado	P valor	Int. Conf. (95%)	Coef. Ang.	Coef. Det. R <sup>2</sup>
Temp. Média	6,91	0,0	25,4 a 25,7	0,002	0,0117
Temp. Máxima	8,64	0,0	32,1 a 32,7	0,020	0,088
Temp. Mínima	-2,18	0,03	20,4 a 20,9	-0,019	0,126
Umid. Relat.	-3,65	0,001	82,5 a 84,3	0,016	0,007
Prec.	-2,31	0,024	2.178,3 a 2.340,9	-0,36	0,082

A variabilidade interanual da temperatura média do ar apresentou uma tendência levemente crescente, na ordem de  $0,002^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ , que corresponde a um acréscimo de  $0,12^{\circ}\text{C}$  durante o período de estudo, não representando uma diferença significativa.

Os anos de 1969 e 1970 foram os mais quentes, com média de  $26,4^{\circ}\text{C}$ , e 1975 o mais frio, com média de  $24,8^{\circ}\text{C}$ . Os anos de 1959, 1963, 1967, 1969, 1970 e 1990 apresentaram variabilidade acentuada em relação à média histórica, sendo 1969, 1970 e 1990 os anos discrepantes em relação à média histórica, enquanto os anos de 1974, 1975, 1976, 1978 e 1980 apresentaram desvios negativos, sendo o ano de

1965 o único a apresentar-se discrepante (Figura 1).

No período entre 1945 e 1970, a temperatura média do ar mostrou uma tendência de aumento na ordem de  $0,043^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ , o que correspondeu a um acréscimo de  $1,1^{\circ}\text{C}$ .

Após a década de 70 até o período final de estudo foi observado um acréscimo de  $0,9^{\circ}\text{C}$  na temperatura média, com uma tendência de aumento na ordem de  $0,025^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ . Neste período ocorreu um maior processo de ocupação na região.

A temperatura máxima média do ar, apresentou comportamento interanual semelhante ao da temperatura média do ar (Figura 2).

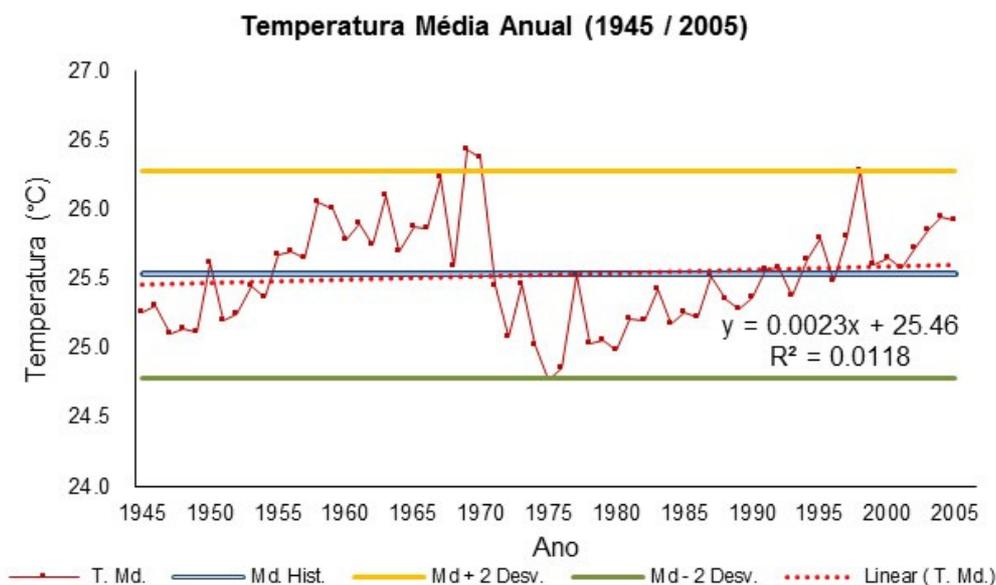


Figura 1. Variação da temperatura média anual do ar para Porto Velho-RO, no período de 1945 e 2005.

Durante o período de estudo a média foi de  $32,2^{\circ}\text{C}$  com desvio padrão de  $\pm 1,21^{\circ}\text{C}$ , sendo os anos de 2005 e 1998 os mais quentes, com média máxima de  $35,5$  e  $35,2^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, apresentando uma ligeira tendência positiva de  $0,02^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ , correspondendo a um acréscimo de  $1,2^{\circ}\text{C}$  ao longo do período de estudo porém, uma pequena variabilidade interanual com CV de  $3,7\%$ . Ao analisarmos essa variável em períodos cronológicos, observou-se que até os anos 70, a temperatura máxima média do ar apresentou média de  $32,6^{\circ}\text{C}$  e uma tendência de aumento na ordem

de  $0,077^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ , o que correspondeu a um acréscimo de  $1,9^{\circ}\text{C}$ . No período de 1970 a 2015 a temperatura máxima média foi de  $32,3^{\circ}\text{C}$  e mostrou uma tendência de aumento na ordem de  $0,10^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ , mostrando uma tendência mais acentuada de aumento nos valores, principalmente a partir da década de 90. A diferença entre a temperatura média máxima dos períodos anterior e posterior a 1970 não é estatisticamente significativa e o desvio padrão foi maior no período posterior a 1970 do que no período anterior.

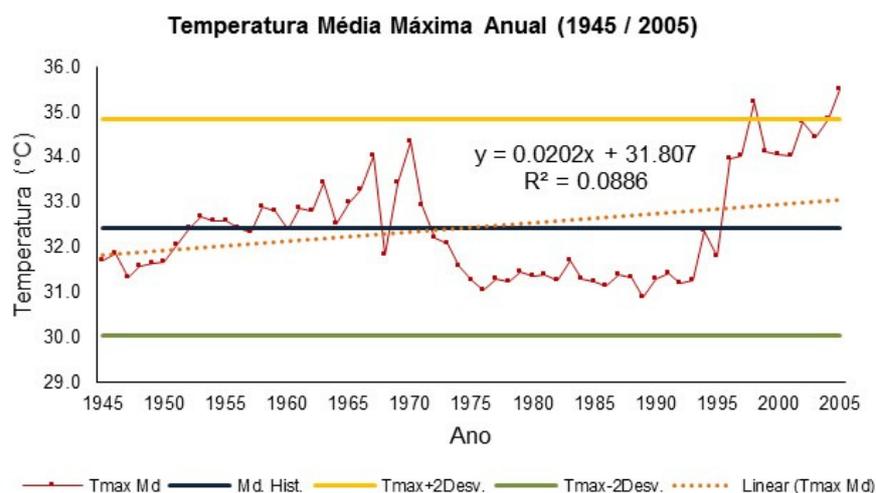


Figura 2. Variabilidade interanual da temperatura máxima média do ar para Porto Velho-RO, no período de 1945 a 2005.

Para a temperatura mínima média do ar, observou-se que a média e o desvio padrão do período histórico foi de  $20,8 \pm 0,96^{\circ}\text{C}$ , sendo os

anos de 1999 e 2005 os que apresentaram valores mais discrepantes com médias de  $18,1$  e  $19^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Neste período a temperatura

mínima do ar apresentou uma insignificante tendência decrescente de  $-0,019^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ , correspondendo a uma redução de  $1,2^{\circ}\text{C}$  ao longo

dos 61 anos de dados, com pequena variabilidade interanual e CV de 4,7% (Figura 3).

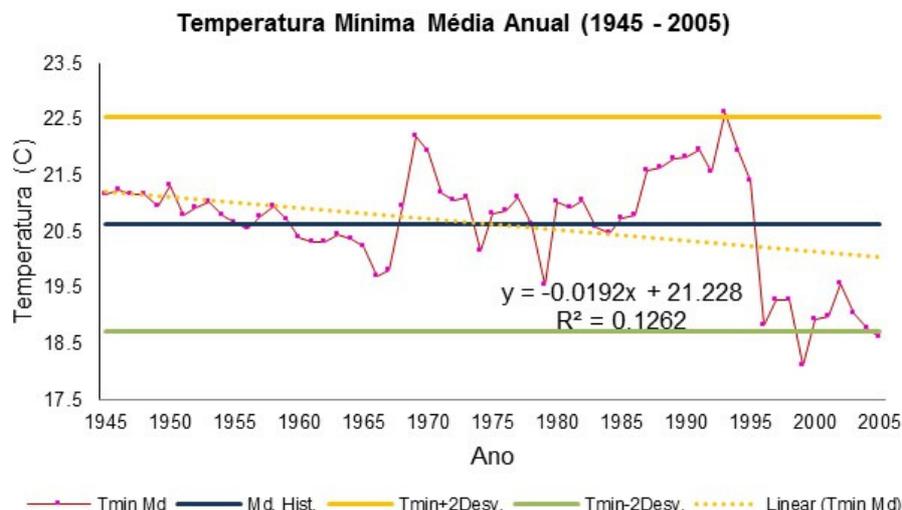


Figura 3. Variabilidade interanual da temperatura mínima média do ar para Porto Velho-RO, no período de 1945 a 2005.

Em períodos cronológicos, observou-se que até os anos 70, a temperatura mínima média do ar apresentou média de  $20,8^{\circ}\text{C}$  e uma tendência decrescente na ordem de  $0,016^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ , o que correspondeu a um decréscimo de aproximadamente  $0,4^{\circ}\text{C}$ . No período de 1970 a 2015 a temperatura mínima média foi de  $20,53^{\circ}\text{C}$  e também mostrou uma tendência de redução na ordem de  $0,057^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ , correspondendo a um decréscimo de  $1,9^{\circ}\text{C}$  no período, mostrando, a exemplo da temperatura média máxima, uma

tendência mais acentuada de redução nos valores a partir da década de 90.

O curso temporal da variabilidade interanual da temperatura máxima e mínima do ar, para o período de estudo, mostrou que após a década de 90 ocorreu um aumento significativo da temperatura máxima do ar e uma redução da temperatura mínima do ar. Essa variação caracterizou um aumento da amplitude térmica do ar ( $\Delta t$ ), que ao longo do período teve um acréscimo de  $2,4^{\circ}\text{C}$  (Figura 4).

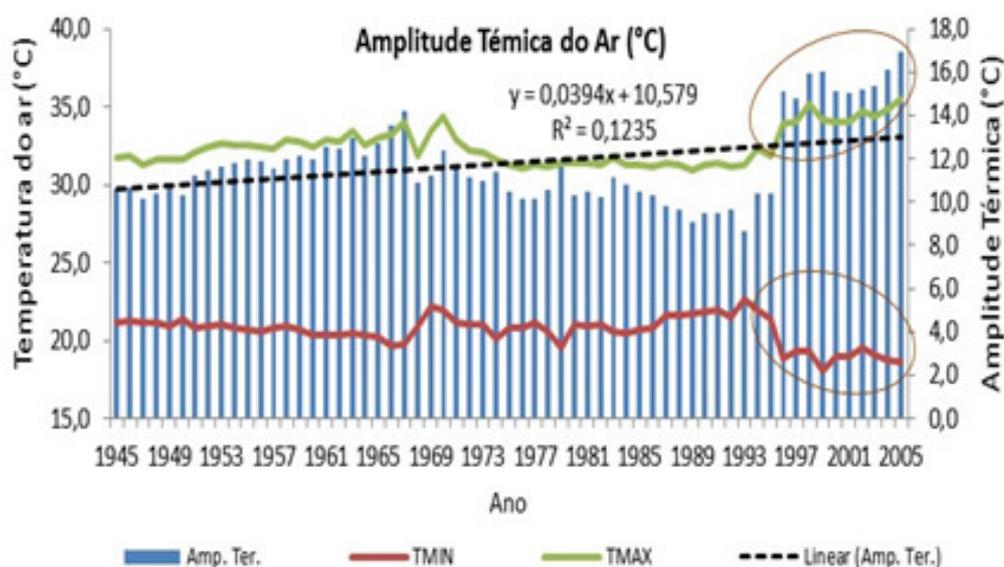


Figura 4. Variabilidade interanual da amplitude térmica do ar para Porto Velho-RO, no período de 1945 a 2005.

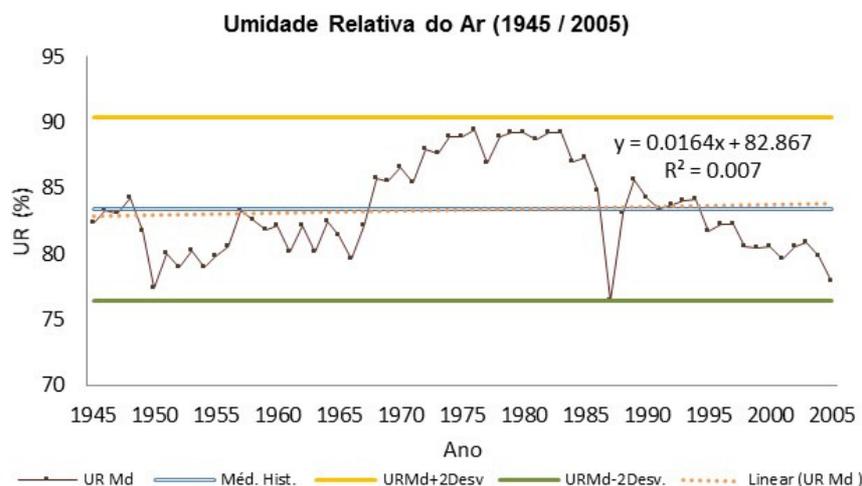


Figura 5. Variabilidade interanual da umidade relativa do ar para Porto Velho-RO, no período de 1945 a 2005.

#### Umidade relativa do ar

A variabilidade interanual da umidade relativa do ar observada no período de estudo apresentou média e desvio padrão de  $83 \pm 3,78\%$ , mostrando pequena tendência de aumento ao longo dos anos, na ordem de  $0,016\% \text{ ano}^{-1}$ , o que corresponde a um aumento na ordem de  $1\%$ . No período anterior a década de 70, a média e desvio padrão foram de  $82 \pm 2,22\%$ , enquanto que no período posterior foi de  $85 \pm 3,78\%$ , respectivamente. Desde os anos 80 e, mais acentuada a partir da década de 90, foi observado diminuição da umidade relativa do ar, correspondendo a uma redução de  $10\%$  ao longo deste período (Figura 5). A variabilidade interanual da umidade relativa média do ar mostrou características contrárias, quando comparamos o período antes e depois da década de 70. Até 1970 foi verificado um pequeno aumento, na ordem de  $0,09\% \text{ ano}^{-1}$ , o que corresponde a uma redução de  $2,2\%$  no período e uma redução bem acentuada no

período de 1970 a 2005, na ordem de  $0,31\% \text{ ano}^{-1}$ , correspondendo a uma redução de  $10\%$  no período.

#### Precipitação total anual

A precipitação pluviométrica apresentou pequena variação ao longo do período de estudo (1945 a 2005), com média e desvio padrão de  $2.259 \pm 348,6 \text{ mm.ano}^{-1}$  e tendência levemente decrescente na ordem de  $-0,36 \text{ mm.ano}^{-1}$ , representando uma redução de aproximadamente  $294 \text{ mm}$ . Os anos de 1952, 1963, 1988 e 1998 foram os mais secos, sendo 1988 o ano mais discrepante com menor índice pluviométrico apresentando um total anual de  $1220 \text{ mm}$  e os anos de 1947, 1953, 1972, 1974, 1989, 1993, 1994 e 2001 os mais chuvosos, onde 1953 foi o que apresentou o maior índice com  $2859,7 \text{ mm}$ . Nestes períodos não foi observado tendência significativa em relação ao aumento ou diminuição da precipitação (Figura 6).

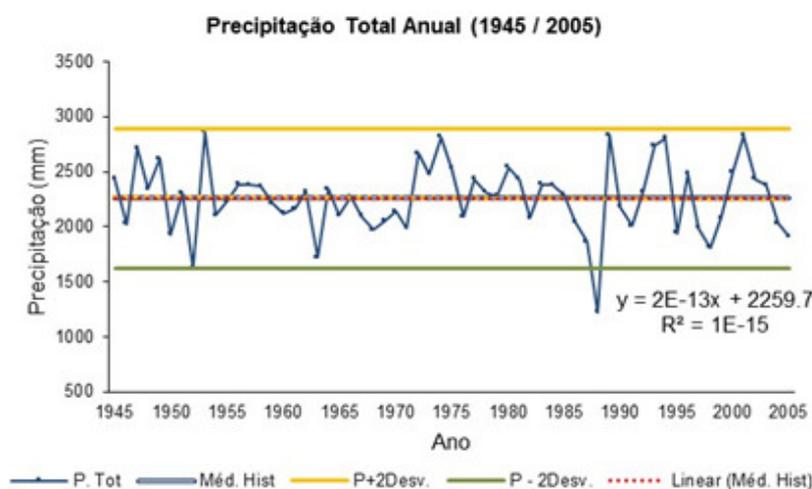


Figura 6. Variabilidade interanual da precipitação pluviométrica para Porto Velho-RO, no período de 1945 a 2005.

A análise da série de dados de chuva em períodos cronológicos mostrou que no período anterior a década de 70 a média do total anual da precipitação foi menor do que no período posterior. Entre os anos de 1945 a 1970 foi observada uma tendência de redução de 293,5 mm da precipitação total anual contra 177,9 mm no período de 1971 a 2005, período esse onde ocorreu uma maior ocupação na região de estudo.

### Discussão

Observa-se que, quando comparadas as séries de dados à Normal Climatológica do INMET, pelo teste t de Student, aos níveis de significância de 5% de probabilidade, os resultados dos parâmetros selecionados mostraram evidências para rejeitar  $H_0$ , pressupondo normalidade no período do estudo, não sendo detectada alteração climática significativa.

Ao ajustar uma reta às series de dados, observou-se que as temperaturas máxima e mínima do ar e a umidade relativa do ar, mostraram uma tendência significativa nas últimas décadas do período, onde observou-se um aumento na temperatura máxima e uma redução na temperatura mínima do ar e na umidade relativa do ar. Essa alteração pode está atrelada a modificação do uso e cobertura do solo, que por sua vez, altera o microclima local. Ao a substituir a floresta, maior parte da energia que antes era utilizada como calor latente (evaporação e evapotranspiração), passar a ser diponibilizada na forma de calor sensível, elevando a temperatura do ar da região e, consequentemente, diminuindo a umidade relativa do ar (Biudes et al., 2015). No entanto, esse fato que não pode ser considerado como alteração climática, em função do pequeno período de observação, porem corroboram os estudos de simulação climática sobre possíveis impactos do desmatamento sobre o clima, e de resultados de estudo micrometeorológicos realizados em Rondônia em áreas de vegetação nativa e pastagens, conforme Alves et al. (1999), Ferreira da Costa et al. (1998) e Fisch et al. (1997), entre outros.

No período de estudo, entre 1945 e 2015, as séries de dados de temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, medidos pela estação meteorológica de superfície da rede de observações meteorológica do INMET, localizada na EMBRAPA/CPAF-RO, apresentaram desvios positivos e negativos em relação à sua média histórica, apresentando tendências não significativas de aumento ou diminuição em relação ao valor médio.

No período de estudo, as séries de dados de temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica apresentaram desvios positivos e negativos em relação à sua média histórica, apresentando tendências não significativas de aumento ou diminuição em relação ao valor médio.

A temperatura média do ar apresentou tendência ligeiramente crescente até a década de 70. Após a década de 90, a temperatura média máxima do ar mostrou um aumento significativo, enquanto que a temperatura mínima do ar mostrou uma redução. Essa variação caracterizou um aumento da amplitude térmica do ar ( $\Delta t$ ).

A umidade relativa do ar apresentou uma tendência de redução ao longo do período de 1945 a 2005, sendo bem mais evidenciado após a década de 80. Verificou-se que nesse período ocorreu uma redução de mais de 10%.

### Conclusão

O processo de antropização na região pode ter influenciado o clima de Porto Velho nas últimas décadas, porém as informações disponíveis e os testes estatísticos aplicados não foram suficientes para confirmar que ocorreram alterações climáticas significativas na região. Sugere-se, portanto, que sejam realizados outros estudos estatísticos para evidenciar tendências climáticas para outras regiões, bem como a utilização de outros modelos de análise estatística e série de dados mais completas que possibilitem análises mais detalhadas.

### Agradecimentos

Ao Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM), Centro Regional de Porto Velho; à Coordenação do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Fundação Universidade Federal de Rondônia e à Secretaria de Estado da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM), pelo apoio e infra-estrutura dispensados.

### Referências

ALVES, F. S. M.; FISCH, G.; VENDRAME, J. F. 1999. Modificações do Microclima e Regime Hidrológico devido ao Desmatamento na Amazônia. Um estudo de Caso em Rondônia (RO), Brasil. Acta Amazônica, v. 29, n. 3, p. 395-409.

BIUDES, M. S.; VOURLITIS, G. L.; MACHADO, N. G.; DE ARRUDA, P. H. Z.; NEVES, G. A. R.; LOBO, F. DE A.; NEALE, C. M. U.; NOGUEIRA, J. S. 2015. Patterns of energy exchange for tropical ecosystems across a climate gradient in Mato

- Grosso, Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 202, p. 112-124.
- BRUNI, A. L. 2007. *Estatística Aplicada à Gestão Empresarial*. São Paulo: Atlas.
- FERREIRA DA COSTA, R.; FEITOSA, J. R. P.; FISCH, G.; SOUZA, S. S.; NOBRE, C. A. 1998. Variabilidade Diária da Precipitação em regiões de floresta e de pastagem na Amazônia. *Acta Amazônica*, v. 28, n. 4, p. 395-408.
- FISCH, G.; LEAN, J.; WRIGHI, J. R.; NOBRE, C. A. 1997. Simulação Climática do Efeito do Desmatamento na Região Amazônica: Estudo de Um Caso em Rondônia. *Revista Brasileira de Meteorologia*.
- HOUGHTON, R. A. 1991. Tropical deforestation and atmospheric carbon dioxide. *Climate Change*, v. 19, p. 99-118.
- HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C. A.; HACKLER, J. L.; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. H. 2000. Annual Fluxes of Carbon from Deforestation and Regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, v. 403, p. 301-304.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. *Contagem da População*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico de 2016*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).
- INMET. 1992. *Manual de Observações Meteorológicas (1961-1990)*. Brasília, 84p.
- NOBRE, C. A.; SELLERS, P. J.; SHUKLA, J. 1991. Amazonian Deforestation and Regional Climate Change. *Journal of Climate*, v. 4, p. 957-988.
- NÓBREGA, R. S. 2008. *Modelagem de Impacto do Desmatamento dos recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Jamari (RO) utilizando dados de Superfície e do TRMM*. Tese (Doutorado do Curso de Doutorado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande-PB.
- PAVÃO, V. M.; QUERINO C. A. S.; BENEDITTE, C. A.; PAVÃO L. L.; QUERINO J. K. A.; MACHADO N. G.; BIUDES M. S. 2016. Variação Espacial e Temporal do Saldo de Radiação Superficial em uma Área do Sul do Amazonas, Brasil. *RA' E GA*, v. 37, p. 333-352.
- PEDLOWSKI, M.; DALE, V.; MATRICARDI E. 1999. A criação de Áreas Protegidas e os Limites da Unidade de Conservação Ambiental em Rondônia. *Ambiente & Sociedade – Ano II*, n. 5.
- QURESHI, S.; KHAN, N. 1994. Estimation of climatic transition in Riyadh (Saudi Arábia) in global warming perspectives. *GeoJournal*, v. 4, n. 33, p. 423-432.
- SHEPHERD, J. M. 2006. Evidence of urban-induced precipitation variability in arid climate regimes, *Journal of Arid Environments*, v. 67, p. 607-628.
- VAREJÃO SILVA, M. A. 2001. *Meteorologia e Climatologia*. INMET, Gráfica e Editora PAX, Brasília-DF, 515p.