



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA TRABALHOS DO EIXO 5: CLIMA E SAÚDE: ESTUDOS E APLICAÇÕES



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ANÁLISE SAZONAL DA CONCENTRAÇÃO ESPACIAL DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NO NORTE DE RONDÔNIA E SUL DO AMAZÔNAS

LEONARDO ÍTALO DE MOURA JESUS¹
DÉBORA SOUZA ALVIM²
SIANE CRISTHINA PEDROSO GUIMARÃES³
JOÃO PAULO ASSIS GOBO⁴

RESUMO

O presente estudo buscou analisar espacial e sazonalmente a concentração na superfície dos poluentes atmosféricos dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), carbono negro (BC) e carbono orgânico (OC), liberados a partir da queima de biomassa, na região do norte de Rondônia e sul do Amazonas, para os anos de 2018 e 2019 a partir de dados de reanálise do MERRA-2. Também foram utilizados dados meteorológicos e de focos de calor para o período e, partir das análises foi possível identificar os meses com maior índice de poluentes e a relação com o período de seca nessa região. As maiores concentrações de SO₂, OC, BC e CO são encontradas nos meses de julho, agosto, setembro e outubro de 2018 e 2019, coincidindo com os meses de mais baixa precipitação, umidade relativa e maior número de focos de queimada. A região noroeste da área de estudo, caracterizada pela presença de parques, reservas e áreas de proteção, apresentou menor concentração de poluentes quando comparada a região nordeste e centro sul, regiões estas caracterizadas pela expansão agrícola, urbana e rodoviária.

Palavras-chave: Poluição atmosférica; Queima de biomassa; Amazônia.

ABSTRACT

The present study searched to analyze spatially and seasonally the concentration on the surface of atmospheric pollutants sulfur dioxide (SO₂), carbon monoxide (CO), black carbon (BC) and organic carbon (OC), released from biomass burning, in the northern region of Rondônia and southern Amazonas, for the years 2018 and 2019 from MERRA-2 reanalysis data. Meteorological data and hotspots for the period were also used, and from the analysis it was possible to identify the months with the highest pollutant index and the relationship with the drought period in that region. The highest concentrations of SO₂, OC, BC and CO are found in the months of July, August, September and October 2018 and 2019, coinciding with the months of lowest precipitation, relative humidity and the largest number of fires. The north-western region of the study area, characterized by the presence of parks, reserves and protected areas, presented a lower concentration of pollutants when compared to the north-east and south-central regions, which are characterized by agricultural, urban and road

¹ Graduando em Geografia, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), leonardoclimatologiaunir@gmail.com

² Professora Doutora, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), deborasalvim@gmail.com

³ Professora Doutora, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), sianecpg@unir.br

⁴ Professor Doutor, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), joao.gobo@unir.br



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

expansion.

Keywords: Atmospheric pollution; Biomass burning; Amazônia.

1. Introdução

No Brasil, o tema poluição urbana do ar é tido a partir de uma referência mais comum às atividades industriais e de transportes, porém, esses dois tipos de poluição são mais frequentemente estudados em regiões já economicamente consolidadas, caso do sul e sudeste brasileiro (CARNESECA; ACHCAR; MARTINEZ, 2012; ROZANTE, et al., 2017; CHIQUETTO, et al., 2018).

Na região da Amazônia brasileira, a poluição atmosférica prevalecente não está relacionada àquelas dos grandes centros urbanos do Brasil, e sim ao ciclo das queimadas, o qual é comumente observado em períodos de estiagem, quando uma densa camada de fumaça proveniente da queima de biomassa se dispersa sobre a Amazônia brasileira, cobrindo principalmente as macrorregiões Norte e Centro-Oeste do país (CLAEYS et al., 2010; SHRIVASTAVA et al., 2019; SOTO-GARCÍA, et al., 2011; ALVES, et al., 2011; FREITAS, et al. 2009; SHRIVASTAVA, et al., 2019).

Dentro deste contexto, é imprescindível apontar a influência do clima na qualidade do ar, uma vez que já é comprovada a ação dos períodos secos e chuvosos nos padrões de poluição, em face de um aumento significativo do número de queimadas durante a estação de estiagem (ARAGÃO et al., 2018; SHRIVASTAVA et al., 2019), o que eleva os índices de baixa qualidade do ar durante estes períodos.

O dióxido de enxofre, SO_2 , entra na atmosfera como resultado de fenômenos naturais e atividades antropogênicas, por exemplo, combustão de combustíveis fósseis, oxidação de material orgânico em solos, erupções vulcânicas e queima de biomassa. A queima de carvão é a maior fonte de dióxido de enxofre produzida pelo homem. Consequentemente, as observações regionais do dióxido de enxofre na região de estudo deste trabalho são importantes para a pesquisa atmosférica e climática.

O monóxido de carbono (CO), por sua vez é tóxico para os humanos e outros organismos que respiram oxigênio e tem uma "vida útil" de aproximadamente dois meses na atmosfera terrestre. O gás eventualmente reage com o oxigênio (O_2) para formar dióxido de carbono (CO_2). Além das fontes naturais de CO na atmosfera, grandes quantidades de são



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

resultado das emissões antrópicas. Estimativas do balanço global de CO₂, segundo o TAR do IPCC (2001), atestam que 25% das fontes de CO₂ são provenientes de queima de biomassa.

A compreensão científica dos processos que envolvem aerossóis carbonáceos na atmosfera é extremamente importante para o clima e para a saúde humana. Isso explica o crescente interesse científico em caracterizar essas espécies químicas (BOND et al., 2013; JANSSEN et al., 2011). A fração carbonácea é um importante componente do material particulado atmosférico, geralmente entre 20% e 50% da massa total dos aerossóis (KANAKIDOU et al., 2005; PUTAUD et al., 2010). Aerossóis carbonáceos incluem uma fração orgânica, denominada carbono orgânico (OC), e carbono negro (BC). O carbono negro (BC) em si também é um problema atual, tanto em escala regional quanto global, tem origem primária e é emitido principalmente por fontes de combustão antropogênica, incluindo queimadas, emissões industriais, transporte rodoviário e aquecimento doméstico (QUEROL et al., 2013; SANDRINI et al., 2014).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), 92% da população mundial vive em locais onde os níveis de qualidade do ar ultrapassam os limites estabelecidos pela organização e o estudo da Global Burden of Disease 2015 (GBD, 2015) mostra que a poluição do ar estava diretamente ligada a 19 % das mortes por doenças cardiovasculares em todo o mundo, 24 % por doenças isquêmicas do coração, 23 % por câncer de pulmão e 21 % por acidentes vasculares cerebrais (WANG et al., 2016).

Com base no exposto, o presente trabalho analisou espacial e sazonalmente a concentração na superfície dos poluentes atmosféricos dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), carbono negro (BC) e carbono orgânico (OC), liberados a partir da queima de biomassa, na região do norte de Rondônia e sul do Amazonas para os anos de 2018 e 2019, bem como sua relação com os focos de calor, e os padrões higro-pluviométricos sazonais.

2. Metodologia

A área de estudo está localizada na Amazônia ocidental conforme a Figura 1 com um clima do tipo "Aw", tropical chuvoso com média climatológica da temperatura do ar durante o mês mais frio superior a 18°C (megatérmico), um período seco bem definido durante o inverno no Hemisfério Sul e índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês (ALVARES, et al. 2013).



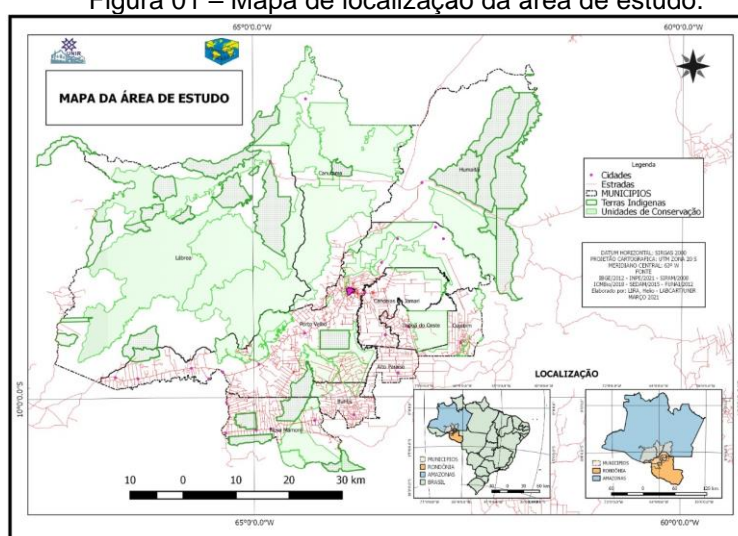
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Em relação à precipitação média anual é observada sazonalidade pronunciada da precipitação para a área de estudo, com valores elevados entre o período de novembro a maio e valores reduzidos entre junho e setembro (SANTOS NETO, et al., 2014). A mesma sazonalidade é observada em relação à temperatura do ar e umidade relativa do ar (TEJAS, et al., 2017).

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo.



Para a realização desta pesquisa foram utilizados dados de concentração de CO, SO₂, OC e BC proveniente do MERRA versão 2 (MERRA-2). As reanálises atmosféricas produzem registros de longo prazo de alta resolução espacial e temporal global de campos meteorológicos e composição da atmosfera da Terra, utilizando a metodologia de assimilação de dados (KALNAY, 2002), em que observações de satélite e terrestres são combinadas com o modelo de circulação geral (GCM) simulações de forma estatisticamente ótima. Nesta pesquisa as concentrações em superfície de CO, SO₂, OC e BC provenientes do MERRA-2 são referentes a médias mensais na região norte de Rondônia e sul do Amazonas para o período de janeiro de 2018 à dezembro de 2019, os downloads dos dados foram feito no <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>, o software utilizado para produzir as figuras de concentração dos poluentes foi o NCL da NCAR.

Também foram obtidos dados médios diários de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar para o período de 2018 e 2019 provenientes da Estação Meteorológica da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio localizada na cidade de Porto Velho, única estação em



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

atividade e com banco de dados completo na região, uma vez que a Estação Meteorológica oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) está inoperante para estas variáveis a mais de 3 anos.

Para o preenchimento de falhas no banco de dados meteorológicos, optou-se pelo uso da técnica de ponderação regional com estações de apoio para executar preenchimento de falha dos dados, bem como o interpolador inverso do quadrado da distância para a representação espacial dos elementos climáticos (KEBLOUTI; OUERDACHI; BOUTAGHANE, 2012).

Para análise dos focos de calor, principais fontes dos poluentes, foram utilizados dados diários de diferentes pontos dos municípios de Alto Paraíso, Buritis, Candeias, Cujubim, Nova Marmoré e Porto Velho, referentes ao estado de Rondônia, e dos municípios de Canutama, Humaitá, Itapuã, e Lábrea, referentes ao estado do Amazonas, para o período de 2018 a 2019 Provenientes do BDQueimadas/INPE (<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>), conforme a tabela 01.

Tabela 01 - Pontos de extração de dados de focos de calor para a área de estudo.

NOME	TIPOLOGIA	LAT	LONG
Alto Paraíso/RO	Cidade	-9.72	-63.31
Porto Velho/RO	Cidade	-8.76	-63.90
Cujubim/RO	Cidade	-9.37	-62.58
Buritis/RO	Cidade	-10.20	-63.83
Candeias do Jamari/RO	Cidade	-8.78	-63.70
Itapuã do Oeste/RO	Cidade	-9.18	-63.18
Lábrea/AM	Cidade	-7.26	-64.80
Nova Marmoré/RO	Cidade	-10.41	-65.33
Canutama/AM	Cidade	-6.54	-64.38
Humaitá/AM	Cidade	-7.51	-63.03

Em seguida os focos de calor foram especializados para a área de estudo por meio do Software QGIS 3.18, sendo gerados dois mapas com a distribuição espacial total dos focos de calor para o ano de 2018 e 2019. De posse dos dados meteorológicos, de focos de calor e dos poluentes anteriormente descritos foi executada uma análise qualitativa visual da espacialização da concentração destes poluentes, da distribuição espacial dos focos de calor na área de estudo e suas possíveis relação com os padrões sazonais de umidade relativa do ar e da precipitação pluviométrica.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

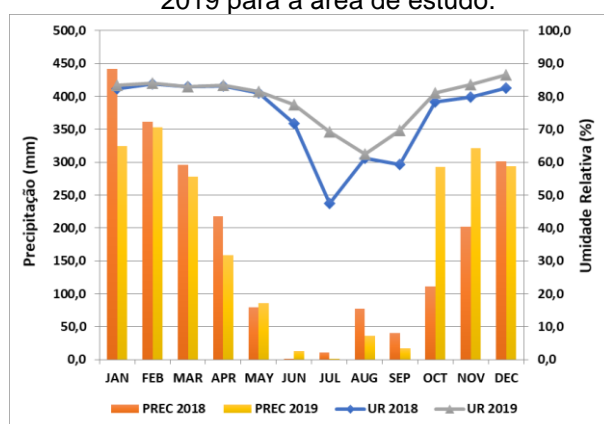
3. Resultados e discussão

Os resultados observados a partir das análises dos dados meteorológicos (Figura 2) apresentam um padrão sazonal bem definido de redução da precipitação pluviométrica média mensal bem como da umidade relativa média mensal nos meses de inverno astronômico, principalmente entre maio e setembro (com exceção ao mês de junho de 2019 que apresentou valor de chuva superior a 15 vezes comparado ao mesmo mês do ano anterior), o que é típico do clima da região nestes meses de menor precipitação.

Os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março apresentaram o maior percentual de chuvas que é caracterizado pelo verão úmido na região e, em comparação, a primavera de 2019 apresentou maior quantidade de chuva comparada ao mesmo período de 2018.

Nas Figuras 03 e 04 são apresentados os padrões espaciais dos focos de calor ao longo dos anos de 2018 e 2019, com ênfase no centro sul e nordeste da área de estudo onde se concentram os maiores número de focos de calor, Nova Mamoré, Buriti e Porto Velho, Alto do Paraíso, Itapoã do Oeste e Candeias do Jamari e leste de Humaita no eixo da rodovia BR 230, onde podem ser vistos focos de calor até mesmo dentro dessas áreas de Unidades de Conservação e Terras Indígenas.

Figura 02 – Distribuição média mensal da precipitação e da umidade relativa do ar no período de 2018 e 2019 para a área de estudo.



Também observa-se nas figuras 03 e 04, a inexistência de focos de calor nas áreas do noroeste da área de estudo, referentes aos municípios de Lábrea e Canutama, onde verificam-se a existência de Unidades de Conservação Federais e Terras Indígenas, as quais



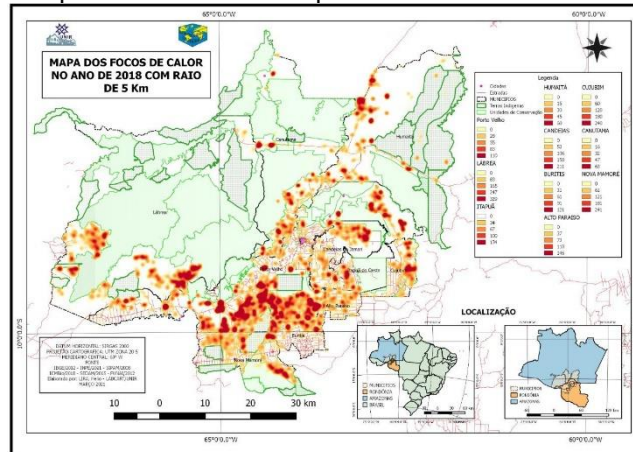
XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

resistem ao avanço da fronteira agrícola, do desmatamento e, conseqüentemente, das queimadas.

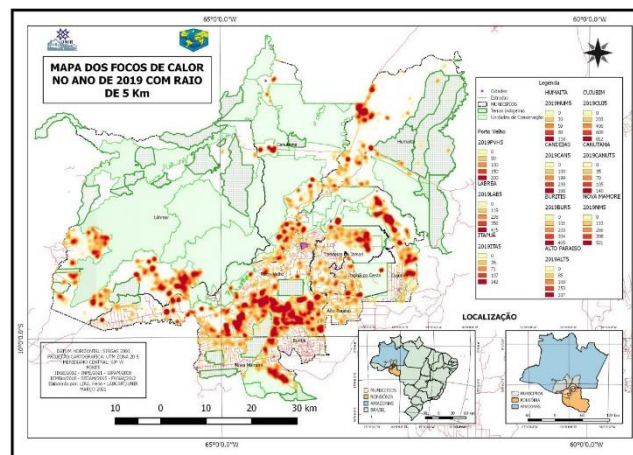
Figura 03 – Mapa de Focos de calor para o ano de 2018 na área de estudo.



Fonte: BDQueimadas/INPE.

Nas figuras 05, 06, 07 e 08 é possível identificar quais os meses com as maiores concentrações dos poluentes gerados a partir da queima de biomassa e suas possíveis relações com o período de estiagem na região.

Figura 04 – Mapa de Focos de calor para o ano de 2019 na área de estudo.



Fonte: BDQueimadas/INPE.

A figura 05 mostra as concentrações de SO₂ na superfície para região de estudo a partir dos dados do MERRA onde as menores concentrações deste poluente ocorrem nos meses de fevereiro, dezembro e janeiro do ano de 2018 e janeiro, fevereiro e março de 2019



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

nesta ordem, já as maiores concentrações de SO_2 são encontradas nos meses de julho, agosto e setembro de 2019, coincidindo com os meses de mais baixa precipitação e umidade relativa conforme verifica-se na Figura 02.

No nordeste e centro sul da área de estudo (Figura 03 e Figura 04), ocorrem as queimadas e apesar dessas regiões não haverem polos industriais e nem grande número de veículos como ocorre em megametrópoles como São Paulo e Rio de Janeiro, a fumaça gerada são igualmente perigosas, pondo em risco inclusive a aviação, reduzindo a visibilidade e, por conseguinte, fechando aeroportos.

As mais altas concentrações deste poluente se encontram entre a região de Porto Velho e Nova Mamoré onde focos de calor são observados em Território Indígena do povo Karipuna (Figuras 03 e 04), enquanto a região norte e noroeste da área de estudo tem poluição mais baixa quando comparada a região onde ocorrem as queimadas, porém a partir do mês de maio até outubro a pluma de poluição que é gerada nas regiões de queimadas do nordeste de Rondônia se espalha atingindo a região preservada do Noroeste.

A figura 06 mostra as concentrações de CO na superfície para região de estudo a partir dos dados do MERRA onde as menores concentrações deste poluente ocorrem nos meses de abril, maio e março do ano de 2018 e 2019 nesta ordem, já as maiores concentrações de CO são encontradas nos meses de outubro, agosto e setembro de 2018 e julho, setembro e agosto de 2019, coincidindo com os meses de mais baixa precipitação e umidade relativa conforme verifica-se na Figura 02.

Nesta região do nordeste de Rondônia e sul do Amazonas as altas concentrações CO se encontram entre as regiões de Nova Mamoré até Humaitá onde é observado o avanço do fogo em áreas de Unidades de Conservação e Terras Indígenas, acompanhando o eixo da rodovia BR 230, o que corrobora com as concentrações de focos de calor apresentados nos mapas das figuras 03 e 04.

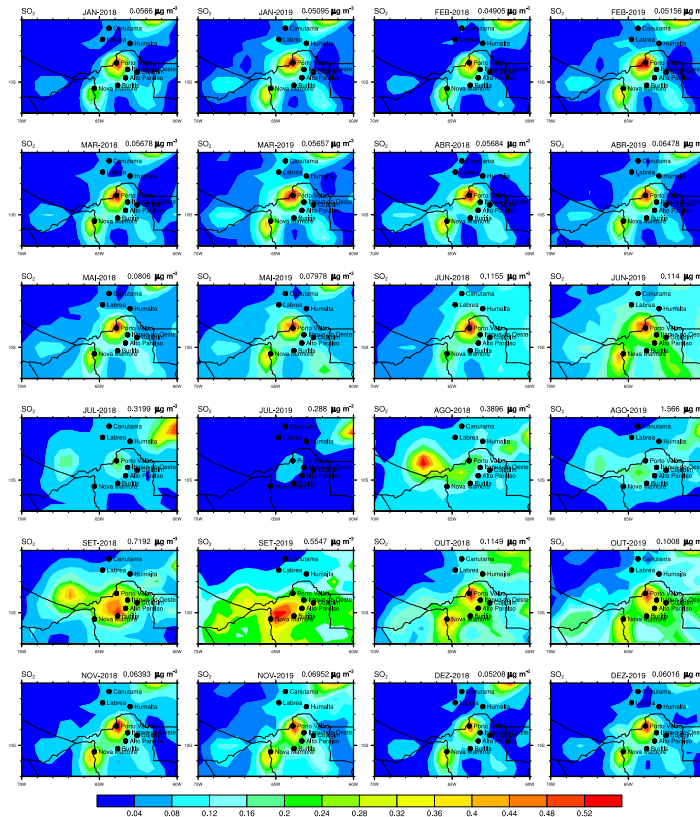


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 05 – Concentração superficial sazonal de SO₂ para os anos de 2018 e 2019 na área de estudo.



Fonte: MERRA-2.

A Figura 07 apresenta as concentrações de BC na superfície para região de estudo onde as menores concentrações deste poluente ocorrem nos meses de abril, maio e junho do ano de 2018 e maio, fevereiro e abril no ano de 2019, respectivamente. Já as maiores concentrações de BC foram encontradas nos meses de outubro, agosto e setembro de 2019. As mais altas concentrações de BC se encontram na região de Nova Mamoré no nordeste estado de Rondônia deslocando-se até Canutama no sul do estado do Amazonas.

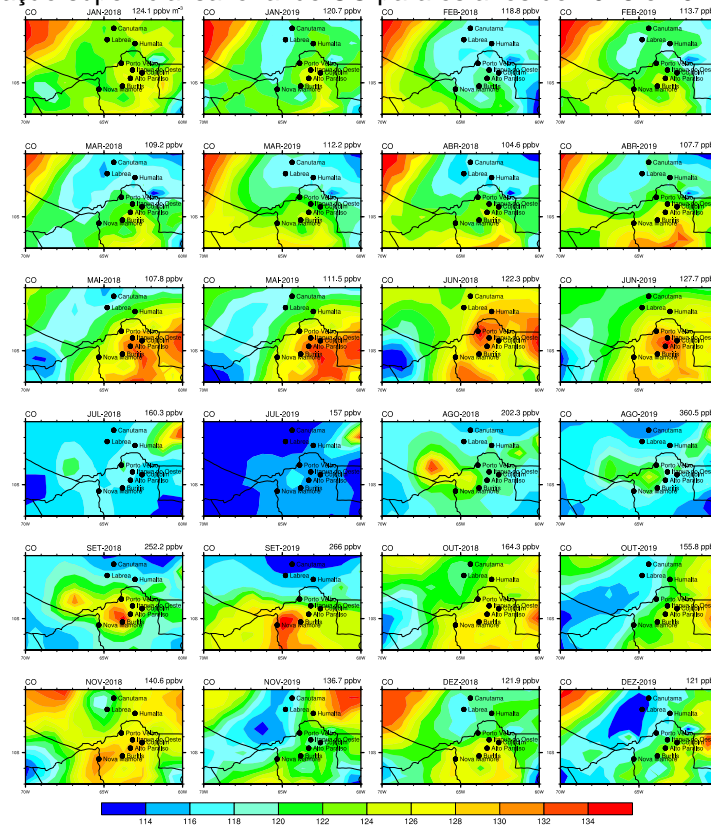


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 06 – Concentração superficial sazonal de CO para os anos de 2018 e 2019 na área de estudo.



Fonte: MERRA-2.

A Figura 08 mostra as concentrações de OC na superfície onde as menores concentrações deste poluente ocorreram nos meses de fevereiro, abril e março do ano de 2018 e fevereiro, janeiro e março de 2019, respectivamente. Já as maiores concentrações de OC são encontradas nos meses de julho, setembro e agosto de 2019.

Por ter origem de fontes biogênicas como emissão pelas plantas na região de estudo, diferente de BC que sua origem é totalmente antropogênica, verifica-se um aumento na concentração de OC 12 vezes maior nos meses do período seco, a partir de julho até outubro. Assim como BC, o OC, aerossóis carbonáceos se concentram a nordeste do estado de Rondônia com extensão de deslocamento até Canutama no Sul do estado do Amazonas.

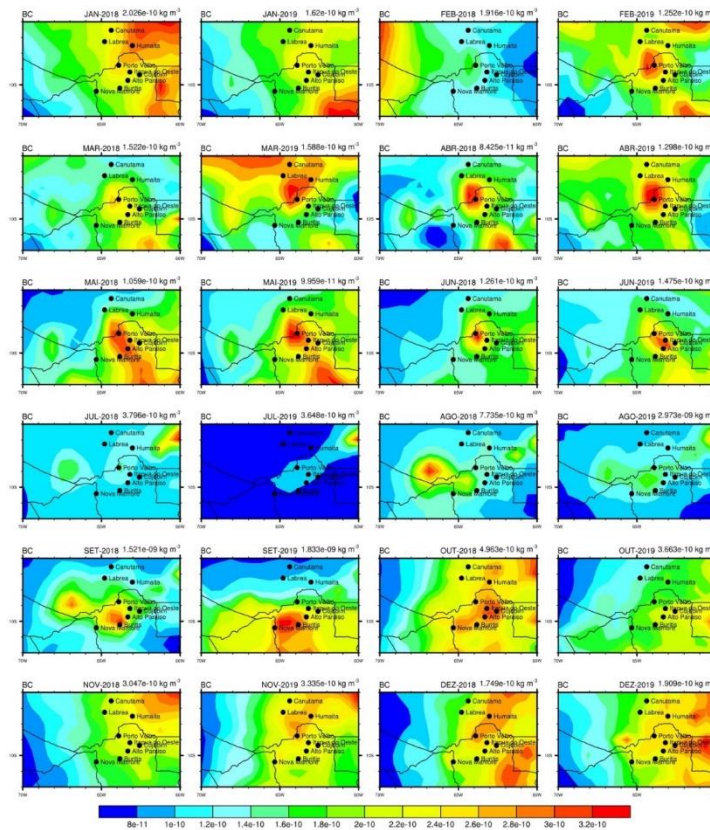


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 07 – Concentração superficial sazonal de BC para os anos de 2018 e 2019 na área de estudo.



Fonte: MERRA-2.

Enquanto os poluentes SO_2 e OC tem concentrações menores no período de janeiro, fevereiro e março, o que está relacionado com os períodos de maior precipitação e com os mais elevados níveis de umidade relativa do ar, os poluentes CO e BC têm menores concentrações entre março e junho, o que denota que a precipitação não é o principal mecanismo de remoção deste poluente da atmosfera, uma vez que este período corresponde ao fim da estação chuvosa e início da estação seca.

Ressalta-se, no entanto que, no caso do CO, a componente meteorológica possivelmente envolvida no processo de redução neste período é a radiação solar, uma vez que sua remoção está relacionado ao radical hidroxila que é mais produzido quando maior disponibilidade de radiação.

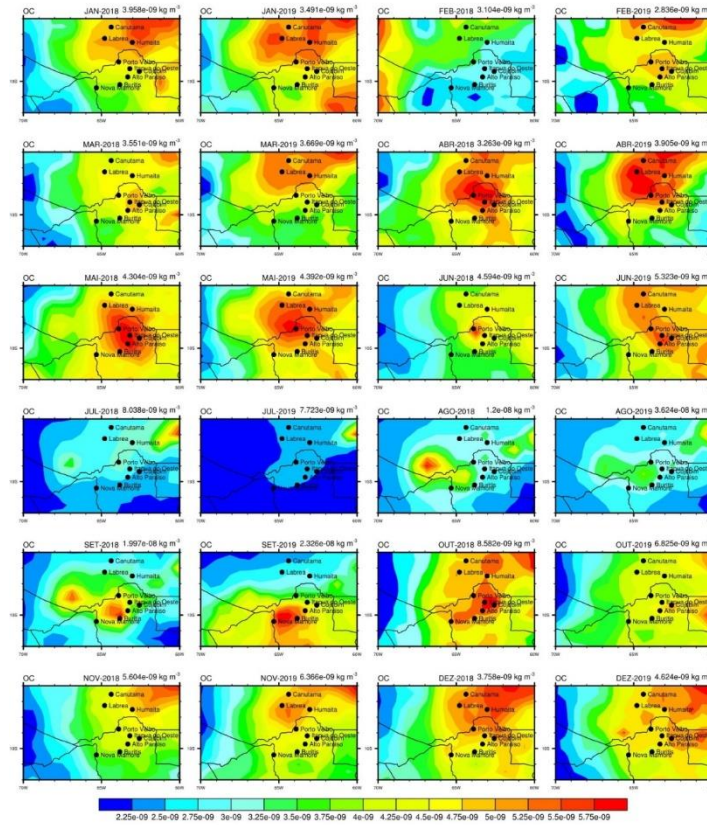


XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia: contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Figura 08 – Concentração superficial sazonal de OC para os anos de 2018 e 2019 na área de estudo.



Fonte: MERRA-2.

Já o BC, um composto pouco solúvel em água, sua remoção pode estar relacionado com maior velocidade e mudança nos padrões de direção do vento. Em relação a concentração de CO e BC, além da contribuição das queimadas da região, possui contribuição veicular, outro fator para não seguir a proporcionalidade nos meses de menores concentrações, como nos casos do SO₂ e OC. Já na época da seca todos poluentes possuem maiores concentrações no período de julho até outubro devido a baixa umidade relativa do ar, a diminuição da precipitação pluviométrica e o aumento das queimadas no período.

4. Considerações finais

Para o período de 2018 e 2019 foram feitas análises para identificar a concentração de poluentes na região norte de Rondônia e Sul do Amazonas, e sua possível relação com os períodos seco e chuvoso, bem como com a concentração sazonal de focos de calor na área de estudo.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

Observou-se a maior concentração dos poluentes SO₂, CO, BC e OC nos meses de julho a outubro no período de estiagem onde o volume de precipitação é baixo e não há ação dinâmica das chuvas “limpando” a atmosfera e reduzindo a concentração desses poluentes.

O nordeste e o centro sul da região concentram o maior número de focos de calor e, conseqüentemente, as maiores concentrações de poluentes, em partes pelo avanço da expansão agrícola e do desmatamento que acompanham o eixo da rodovia BR 230, região que tem como principal meio de desenvolvimento econômico a pecuária e a agricultura, atividades que, de modo arcaico, exigem o fogo como instrumento de limpeza do local para se realizar o manejo, como reflexo dessas ações para a expansão dessas atividades econômicas observa-se um avanço dos focos de calor nas áreas de Unidades de Conservação e Terras Indígenas dessa região.

A região noroeste da área de estudo apresentou as menores concentrações de poluentes quando comparada as regiões onde ocorrem as maiores concentrações de focos de calor e poluição. Este padrão deve-se a presença das Unidades de Conservação Federais e Terras Indígenas na região noroeste da área de estudo. Porém a partir do mês de maio até outubro a pluma de poluição que é gerada nas regiões de queimadas do nordeste e centro sul da área de estudo se espalha atingindo, também, a região preservada do Noroeste.

Por fim, a pesquisa sugere a continuidade dos estudos, bem como a expansão das análises em relação aos parâmetros de vento e radiação solar na região, uma vez que constatou-se possível relação destes fatores com os padrões sazonais do OC e do BC, os quais diferem-se do SO₂ e do CO quanto aos períodos de menor concentração.

5. Referências

ALVARES C.A., STAPE J.L., SENTELHAS P.C., DE MORAES GONCALVES J.L., SPAROVEK G., 2013 : Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, No. 6, 711–728. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ALVES, C. A., VICENTE, C. A., MONTEIRO, C. GONÇALVES, M. EVTYUGINA, C. Pio Emission of trace gases and organic components in smoke particles from a wildfire in a mixed-evergreen forest in Portugal. **Sci. Total Environ.**, 409 (2011), pp. 1466-1475.

AMARAL, LUCIANO MONTEIRO DO; NASCIMENTO, MILTON ANTONIO DO. **Produto Interno Bruto Estadual e Municipal. Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento de Roraima**. 6^a edição. Boa Vista: CGEES/SEPLAN – RR, 2010.



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB - João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

ARAGÃO, L.E.O.C., ANDERSON, L.O., FONSECA, M.G., ROSAN, T.M., VEDOVATO, L.B., WAGNER, F.H., SILVA, C.V.J., JUNIOR, C.H.L.S., ARAI, E., AGUIAR, A.P., BARLOW, J., BERENGUER, E., DEETER, M.N., DOMINGUES, L.G., GATTI, L., GLOOR, M., MALHI, Y., MARENGO, J.A., MILLER, J.B., PHILLIPS, O.L., SAATCHI, S., 2018. decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nat. Commun.** 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>

BOND, T. C. et al. Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment: BLACK CARBON IN THE CLIMATE SYSTEM. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 118, n. 11, p. 5380–5552, 16 jun. 2013.

CARDOZO, Francielle Da Silva et al . Análise das mudanças dos parâmetros físicos da superfície derivados das queimadas no estado de Rondônia. **Bol. Ciênc. Geod.**, Curitiba , v. 20, n. 4, p. 830-854, dez. 2014 .

CARNESECA, E. C.; ACHCAR, J. A.; MARTINEZ, E. Z.; Association between particulate matter air pollution and monthly inhalation and nebulization procedures in Ribeirão Preto, São Paulo State, Brazil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro , v. 28, n. 8, p. 1591-1598, Aug. 2012.

CHIQUETTO, J., RIBEIRO, F., ALVIM, D., YNOUE, R., SILVA, J., & SILVA, M. E. (2018). Transporte de Poluentes pela Brisa Marítima em São Paulo sob a Alta do Atlântico Su. **Revista Do Departamento De Geografia**, (spe), 148-161.

CLAEYS, M., KOURTCHEV, I., PASHYNSKA, V., VAS, G., VERMEYLEN, R., WANG, W., CAFMEYER, J., CHI, X., 2010. Physics Polar organic marker compounds in atmospheric aerosols during the LBA-SMOCC 2002 biomass burning experiment in Rondônia, Brazil : sources and source processes , time series , diel variations and size distributions 9319–9331. <https://doi.org/10.5194/acp-10-9319-2010>.

FREITAS S, LONGO KM, DIAS MFAS, CHATFIELD R, DIAS PLS, ARTAXO P, ET AL. The coupled aerosol and tracer transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT-BRAMS). Part 1: Model description and evaluation. **Atmos Chem Phys**. 2009. 9: 2843 - 61.

JANSSEN, N. A. H. et al. Black Carbon as an Additional Indicator of the Adverse Health Effects of Airborne Particles Compared with PM 10 and PM 2.5. **Environmental Health Perspectives**, v. 119, n. 12, p. 1691–1699, dez. 2011.

KALNAY, E. **Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability**. 1. ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2002.

KANAKIDOU, M. et al. Organic aerosol and global climate modelling: a review. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 5, n. 4, p. 1053–1123, 30 mar. 2005.

KEBLOUTI, MEHDI; OUERDACHI, LAHBASSI; BOUTAGHANE, HAMOUDA. Spatial



XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Saberes acadêmicos, populares e institucionais em Climatologia:
contextos para uma agenda socioambiental

UFPB – João Pessoa, de 10 a 14 de agosto de 2021

interpolation of annual precipitation in Annaba – Algeria – Comparison and evaluation methods. **Energy Procedia**, v. 18, pp. 468-475, 2012.

PUTAUD, J.-P. et al. A European aerosol phenomenology – 3: Physical and chemical characteristics of particulate matter from 60 rural, urban, and kerbside sites across Europe. **Atmospheric Environment**, v. 44, n. 10, p. 1308–1320, mar. 2010.

QUEROL, X. et al. Variability of carbonaceous aerosols in remote, rural, urban and industrial environments in Spain: implications for air quality policy. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 13, n. 13, p. 6185–6206, 1 jul. 2013.

RIENECKER, M. M. et al. MERRA: NASA’s Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications. **Journal of Climate**, v. 24, n. 14, p. 3624–3648, 15 jul. 2011.

ROZANTE, J.R.; ROZANTE, V.; SOUZA ALVIM, D.; OCIMAR MANZI, A.; BARBOZA CHIQUETTO, J.; SIQUEIRA D’AMELIO, M.T.; MOREIRA, D.S. Variations of Carbon Monoxide Concentrations in the Megacity of São Paulo from 2000 to 2015 in Different Time Scales. **Atmosphere**, 2017, 8, 81.

SANDRINI, S. et al. Spatial and seasonal variability of carbonaceous aerosol across Italy. **Atmospheric Environment**, v. 99, p. 587–598, dez. 2014.

SANTOS NETO, Luiz Alves. DISTRIBUIÇÃO HORÁRIA DA PRECIPITAÇÃO EM PORTO VELHO-RO. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 14, oct. 2014. ISSN 2237-8642.

SHRIVASTAVA, M., ANDREAE, M.O., ARTAXO, P., BARBOSA, H.M.J., BERG, L.K., BRITO, J., CHING, J., EASTER, R.C., FAN, J., FAST, J.D., FENG, Z., FUENTES, J.D., GLASIUS, M., GOLDSTEIN, A.H., ALVES, E.G., GOMES, H., GU, D., GUENTHER, A., JATHAR, S.H., KIM, S., LIU, Y., SPRINGSTON, S.R., SOUZA, R.A.F., THORNTON, J.A., ISAACMAN-VANWERTZ, G.; Urban pollution greatly enhances formation of natural aerosols over the Amazon rainforest. **Nature Communications**, v 10, Article number: 1046 (2019).

SOTO-GARCÍA, L. L., ANDREAE, M. O., ANDREAE, T. W., ARTAXO, P., MAENHAUT, W., KIRCHSTETTER, T., NOVAKOV, T., CHOW, J. C., AND MAYOL-BRACERO, O. L.: Evaluation of the carbon content of aerosols from the burning of biomass in the Brazilian Amazon using thermal, optical and thermal-optical analysis methods, **Atmos. Chem. Phys.**, 11, 4425-4444. 2011.

TEJAS, G. T., NUNES, D. D., SOUZA, R. M. S., CORREA, A. C. S., WATANABE, M., Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio do sensoriamento remoto na cidade de Porto Velho/RO (1985-2011), **Confins [Online]**, 32 | 2017.

WANG, H. et al. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. **The Lancet**, v. 388, n. 10053, p. 1459–1544, out. 2016.