

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E INDICATIVOS DE VULNERABILIDADE DOS MUNICÍPIOS. ENTENDENDO O CLIMA LOCAL E PROMOVENDO A RESILIÊNCIA.

Schennia Ottaviano¹

Irene Carniatto²

Isabel Tamara Pedron³

Mudanças Climáticas

Resumo: Mudanças no clima do nosso planeta são uma crescente ameaça aos meios de sobrevivência. Medir e prever vulnerabilidade à nível local desponta como uma opção para que governos e população locais, possam criar mecanismos de adaptação e mitigação. Este trabalho objetivou avaliar o Índice de Vulnerabilidade Municipal da cidade de Marechal Cândido Rondon no Oeste do Paraná. Utilizando o aplicativo RClimdex com dados de 2008 à 2016, índices de tendências de extremos relativos mostraram anomalias em relação ao aumento da temperatura mínima diária, com isso diminuindo a amplitude térmica, além de aumento dos dias com mais de 20°C. Temperaturas elevadas favorecem a proliferação de insetos, indicando uma vulnerabilidade para o município. Gestores e comunidade devem tornar-se resilientes aos impactos que ainda estão por vir compreendendo os riscos a que estão expostos e reagindo frente às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade, Temperatura

¹Mestranda do Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon - schennia@hotmail.com

²Prof^a. Dra Coordenadora do Workshop Reino Unido x Brasil Financiamento do Desenvolvimento Resiliente ao Clima; Coordenadora da Rede Internacional de Pesquisa em Desenvolvimento Resiliente ao Clima - RIPEDRC; Professora do Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável – UNIOESTE - Campus Rondon; Coordenadora do Centro de Ensino, Pesquisa e Extensão em Proteção e Desastres CEPED Unioeste, Cascavel, PR. Facilitadora da Rede Brasileira de Educação Ambiental –REBEA. irenecarniatto@gmail.com; irene.oliveira@unioeste.br.

³ Prof^a. Dra. Associada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná em Marechal Cândido Rondon itpedron@gmail.com.

Abstract: Changes in the climate of our planet are a growing threat to the means of survival. Measuring and predicting vulnerability at the local level emerges as an option for local governments and people to create mechanisms for adaptation and mitigation. This work aimed to evaluate the Municipal Vulnerability Index of the city of Marechal Candido Rondon in Western Paraná. Using the RCLindex application with data from 2008 to 2016, trend indexes of relative extremes showed anomalies in relation to the increase in the minimum daily temperature, thereby decreasing the thermal amplitude, in addition to increasing the days with more than 20°C. High temperatures favor the proliferation of insects, indicating a vulnerability for the municipality. Managers and the community must become resilient to the impacts that are yet to come, understanding the risks they are exposed to and reacting to climate change.

Keywords: Climate Change; Vulnerability; Temperature.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais constituem-se o principal desafio a ser enfrentado por todas as sociedades no século XXI, já que seus impactos, em geral negativos, serão sentidos distintamente entre as diversas atividades econômicas e localidades ao redor do planeta. As pesquisas sobre o tema não permitem previsão precisa da extensão ou distribuição dos impactos, mas destacam efeitos negativos expressivos sobre a saúde humana, os ecossistemas e a biodiversidade, os recursos hídricos e, sobretudo, a produção agropecuária (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). Martins (2010, apud Parry *et al.*, 2007), aponta que os impactos das mudanças climáticas são esperados em áreas urbanas e rurais afetando não somente recursos hídricos, florestas e ecossistemas, mas também a produção de alimentos, as zonas costeiras e a saúde humana. Ainda, o autor refere que, as áreas rurais tem sido foco de análises em temáticas sobre adaptação às mudanças climáticas, pois é onde as pessoas são mais dependentes de recursos naturais para manter sua subsistência. Neste contexto, governos locais são fundamentais para implementar políticas públicas relativas às mudanças climáticas, pois eles estão próximos de onde os impactos dessa mudança deverão ocorrer e têm o potencial de empreender ações tanto de mitigação como de adaptação (MARTINS, 2010 apud PUPPIM de OLIVEIRA, 2009).

Os termos mudanças climáticas e aquecimento global já fazem parte do cotidiano da maioria da população, principalmente relacionados às tragédias associadas a eventos

extremos e potencializadas na divulgação massiva pela mídia. Enchentes, secas prolongadas, ondas de calor, tufões e tornados são fenômenos que sempre ocorreram na história do planeta, porém atualmente ao atingirem áreas densamente povoadas ou cultivadas provocam efeitos muitas vezes catastróficos (PEDRON, 2019 apud HUPPERT; SPARKS, 2006).

Estudos que feitos no Brasil indicam que o país terá perdas econômicas decorrentes das alterações climáticas, que podem variar desde valores pouco expressivos no curto prazo até grandes prejuízos no longo prazo (CARLOS; CUNHA; PIRES, 2019, apud NELSON ET AL., 2014; PIRES & CUNHA, 2014; ROSENZWEIG ET AL., 2014; CUNHA ET AL., 2015; SCHEMBERGUE ET AL., 2017). A soma de bens e serviços gerados no agronegócio brasileiro chegou 21,4% do PIB em 2019, segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/USP) em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Para Carlos, Cunha e Pires, (2019, apud Nelson *et al.*, 2014), os impactos das mudanças climáticas poderiam causar redução média na produtividade das principais culturas produzidas no país de aproximadamente 22% até 2050. Nesse sentido, estratégias de adaptação às mudanças climáticas são essenciais para que os agricultores e todos os elos da cadeia produtiva do agronegócio possam minorar os efeitos adversos previstos (CARLOS; CUNHA; PIRES, 2019).

As adaptações às mudanças climáticas, passam pela questão da resiliência, um termo atualmente bastante usado na psicologia que nas palavras de Angst (2009), seria a capacidade de um determinado sujeito ou grupo passar por uma situação adversa, conseguir superá-la e sair dela fortalecido. Para Freitas e cols. (2012), não se pode considerar que as capacidades de redução de riscos e resiliência podem ser descontextualizadas dos processos que as geram. A questão de desenvolver habilidades e fortalecer as capacidades para tornar-se resiliente envolve mudança de padrões, desde os cognitivos (o modo como se interpreta o mundo ao redor e seus eventos) até as políticas e ações que resultam nos macro determinantes sociais, econômicos e ambientais. Isto resulta não só nos aspectos básicos do viver (acesso ao trabalho, renda, alimentação, educação, saúde, educação, saneamento ambiental, entre outros), como também onde se

vive e se trabalha (uso e ocupação do solo, de gestão ambiental e apropriação dos recursos naturais, entre outros).

Quanto menos resiliência, maior a vulnerabilidade. Dos projetos relacionados à essa temática, destaca-se o projeto Vulnerabilidade à Mudança do Clima, do Ministério do Meio Ambiente e da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ/Ministério da Saúde) tem como objetivo a elaboração de uma proposta de modelo de análise da vulnerabilidade dos municípios em relação aos impactos da mudança climática global. Um dos produtos desenvolvidos no âmbito do projeto é o software que por meio do Sistema de Vulnerabilidade Climática (SisVuClima) calcula o índice Municipal de Vulnerabilidade. Os índices são adimensionais e comparativos entre municípios, variando de 0 a 1. Os valores mais próximos de 1, são indicativos de maior vulnerabilidade e os valores mais próximos de 0, são indicativos de menor vulnerabilidade da população. Seis estados já tem o sistema disponível e o Paraná é um deles. Segundo os registros do Centro Nacional de Apoio Científico a Acidentes – CENACID, a região sul, onde se localiza o Estado do Paraná é a segunda mais afetada por acidentes naturais significativos no Brasil (LIMA, 2008). O autor ainda destaca que as condições de adaptação de estabelecimentos agrícolas à mudança do clima podem ser bem variáveis, colocando-os em posições mais ou menos vulneráveis, em função de diferentes cenários climáticos. Pedron (2019) menciona que tendências em séries de temperaturas anual ou sazonal são parâmetros geralmente usados para estimar as mudanças climáticas.

Caracterizar quais as vulnerabilidades de cada município permite estratégias a nível local para mitigar e lidar com os impactos das mudanças climáticas. Destaca-se aqui municípios onde a economia depende da agricultura e diretamente do clima. Sabato (2014), destaca que o clima influencia a incidência e a severidade das doenças vegetais. As condições climáticas podem favorecer ou restringir os mecanismos de dispersão do agente causal, sendo que entre as variáveis climáticas, a temperatura e a umidade relativa do ar destacam-se pelos efeitos sobre as doenças vegetais. Existem evidências da influência de fatores climáticos e de características do sistema de produção na incidência e nos danos que doenças, como por exemplo o enfezamento vermelho do milho podem causar. Os enfezamentos, eventualmente têm ocorrido em surtos epidêmicos causando

danos expressivos e, por isso, destacam-se em importância.

Ao serem criadas condições ambientais mais favoráveis à reprodução e à sobrevivência de patógenos e vetores, as mudanças climáticas poderão acelerar os ciclos de transmissão bem como estender as suas áreas de distribuição geográfica. As temperaturas média e mínima, interferem e influenciam, beneficiando a sobrevivência e a proliferação de insetos. (ARAÚJO; UCHÔA; ALVES, 2019).

Portanto, este trabalho tem como objetivo compreender melhor o comportamento climático de Marechal Cândido Rondon, cidade da região Oeste do Paraná, sendo o agronegócio a base econômica desse município. A situação preocupante dessa região, no que diz respeito a possíveis prejuízos aos produtores locais, considerando o impacto de mudanças ambientais e climáticas, é investigando utilizando um conjunto de índices associados ao comportamento de chuvas e temperaturas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Marechal Cândido Rondon, no Paraná (Latitude: $-24,53^\circ$, Longitude: $-54,02^\circ$, Altitude: 392 metros), (Fig. 1) é onde fica localizada a Estação Meteorológica Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa, conveniada com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Dos períodos de 2007 a 2017, foram obtidos através da Estação Meteorológica, dados de séries temporais de: rajadas de vento máxima (horários e diários), vento médio (horários e diários), temperatura (máxima, média, mínima) e precipitação.

O clima da região está inserido na caracterização do clima subtropical úmido e recebe a influência de massas de ar tropicais e polares: massa tropical atlântica, massa tropical continental e massa polar (Mendonça e Danni-Oliveira, 2007). Muitos eventos severos de vento decorrem do encontro das massas de ar frias (polares) com a massa de ar quente e úmido que vem do norte tropical (tropical continental), associados a chuvas frontais. Grande influência para os ventos na superfície é o sistema de alta pressão do Atlântico Sul, mais forte no inverno onde adentra mais o continente. Outro sistema é um

centro de baixa pressão que se origina no Paraguai, sul da Bolívia e noroeste da Argentina - baixa do Chaco (GRIMM, 2009). A umidade quem vem da Amazônia é principal fonte de chuvas na região.



Figura 01: Localização da cidade de Marechal Cândido Rondon, PR.
Fonte: Michele Anklan).

Índice Municipal de Vulnerabilidade

Foram utilizados dados fornecidos pelo software disponibilizado no Sisvuclima. O Índice Municipal de Vulnerabilidade (IMV) é calculado pela integração do Índice de Vulnerabilidade (IV), com o Índice de Cenário Climático (ICC) e possui dois valores: um associado a projeções dos cenários RCP 4.5 e outro a RCP 8.5. No primeiro cenário haveria uma estabilidade (pela diminuição na emissão de gases de efeito estufa) e o aumento de radiação se estabilizaria antes de 2100. No segundo cenário, pessimista, o aumento no valor de radiação seria quatro vezes maior e se caracterizaria pelo aumento constante na taxa de radiação provocada pelo crescimento na emissão de gases de efeito estufa e em uma maior concentração.

Índices de extremos de mudanças climáticas

Foi utilizado o aplicativo RClindex/IPCC para investigar um conjunto de índices associados ao comportamento de chuvas e temperaturas que podem caracterizar mudanças climáticas e eventos extremos. O Rclindex é um aplicativo desenvolvido na linguagem R e disponibilizado gratuitamente (Zhang e Yang, 2004). Ele calcula os 27 principais índices recomendados pelo CCI/CLIVAR Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDMI) (PETERSON, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice Municipal de Vulnerabilidade

De acordo com o índice Municipal de Vulnerabilidade da Cidade de Marechal Cândido Rondon, este possui valores de 0,250 e 0,583 em cenários otimistas e pessimistas respectivamente, indicando assim relativa baixa vulnerabilidade no cenário otimista. Os indicadores de vulnerabilidade seguem como referência do Estado onde foram obtidos. Assim, a comparação do município é feita com indicadores de outras cidades no estado do Paraná. No cenário mais otimista, onde o índice de vulnerabilidade é 0,2, a maior vulnerabilidade do município estaria no índice de exposição que inclui também a ocorrência de desastres ambientais e que leva em conta, por exemplo, o índice de cobertura vegetal.

Precipitação e Temperaturas pelo RClindex

Apesar da série de dados ser relativamente curta e não garantir previsões ou projeções é possível verificar o seu comportamento nesta escala de tempo. O período dos dados é 2007 a 2017, porém para os valores médios de comparação dos extremos foi utilizado como referência o período base de 2008 a 2016 (período onde se calcula a média que serve de referência para os desvios) para cálculo dos índices.

Dos 11 índices de tendências de extremos associados à precipitação nenhum teve tendência significativa. Nos 10 anos de dados 34 ocorrências de precipitação acima de 60 mm foram verificadas. Os resultados com tendências significativas ocorreram com a série de temperatura mínima e são explanadas na forma gráfica (Fig.2). As linhas contínuas indicam a tendência da série histórica para o parâmetro em análise (variável ou indicador). As linhas tracejadas indicam o comportamento temporal de mudança da variabilidade climática, onde (a) Valor máximo mensal de Tmin diária ($^{\circ}\text{C}$); (b) Porcentagem de dias quando Tmin > percentil 90; (c) Mínimo valor mensal da Tmax diária ($^{\circ}\text{C}$); (d) Valor médio de T mínima anual ($^{\circ}\text{C}$); (e) Amplitude térmica diária ($^{\circ}\text{C}$); (f) Contagem anual quando TN (T mínima diária) > 20°C .

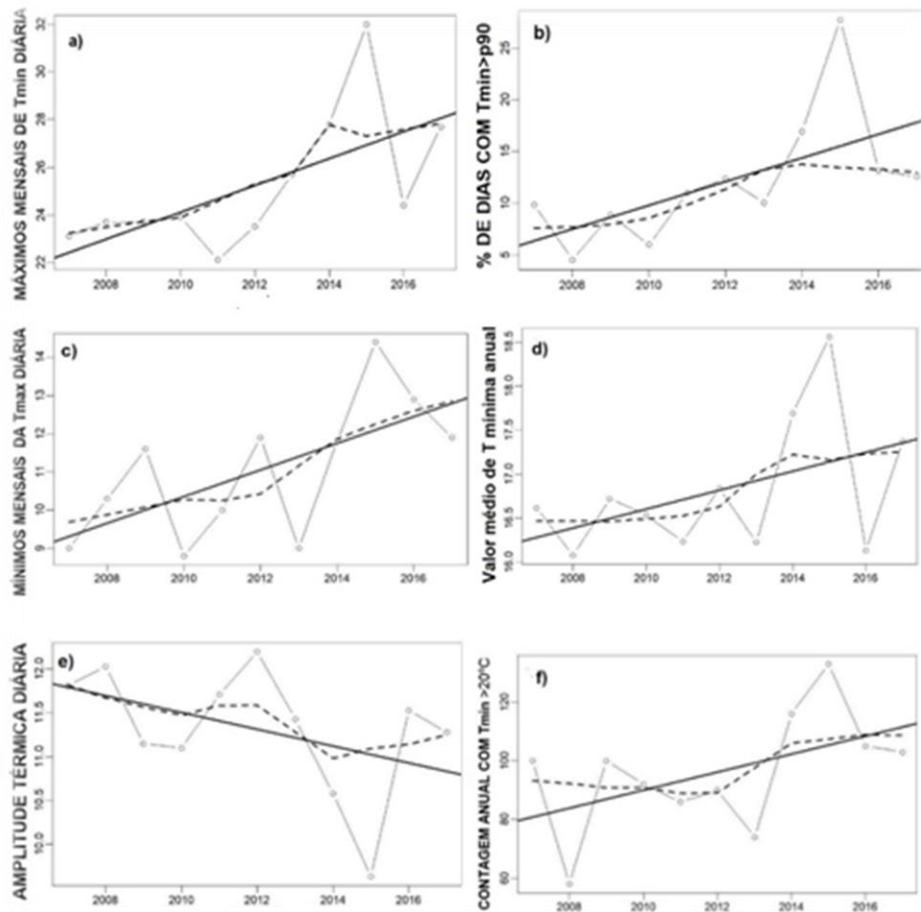


Figura 02: Índices de extremos associados a temperaturas mínimas.

Fonte: RCLimdex

Na figura 2a quanto ao valor máximo mensal da temperatura mínima diária, com os valores mais altos das temperaturas mínimas, indicam aumento. Na figura 2b temos a porcentagem de dias na série de temperaturas mínima maior que p90. Ou seja, é calculado o percentil 90 da série e ao longo do período são verificados os números de dias que têm valor superior ao p90. E esse percentual de dias tem aumentado. Na figura 2c é mostrada a tendência dos valores mínimos da temperatura máxima diária, sendo que estes valores também aumentam significativamente. Em 2d temos o valor médio da temperatura mínima diária que também indica tendência de aumento. A tendência de amplitude térmica diária é mostrada em 2e. Como as máximas não indicaram comportamento expressivo e as mínimas indicaram um aumento é esperada a diminuição da amplitude térmica, o que é confirmado na tendência em 2e. Finalmente em 2f temos a contagem anual quando a temperatura mínima diária é maior que 20°C, que também indicou tendência de aumento.

Os dados coletados pela pesquisa indicam anomalias no que se referem a uma elevação das temperaturas mínimas em Marechal Cândido Rondon. O tempo vai indicar se são tendências ou comportamentos periódicos, numa outra escala. O fato é que estão presentes agora e podem influenciar diretamente na agropecuária que é a base econômica da região. De acordo com o Censo Agropecuário do IBGE (2017), na produção agrícola do Município, a utilização das terras com lavouras temporárias ocupam o maior território, com destaque para soja e milho. Os dados aqui apresentados indicam uma realidade preocupante, pois as variáveis meteorológicas do município com condições climáticas favoráveis podem contribuir para aumento das vulnerabilidades. No milho safrinha de 2019 houve uma epidemia de enfezamento vermelho, sendo esta uma doença transmitida pela cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), (Fig.3) e que causou prejuízos significativos aos produtores do distrito de Porto Mendes. A ocorrência de epidemia nesta localidade pode estar relacionada a condições climáticas que favoreceram a população de cigarrinhas. Esse inseto é o patógeno, ou seja, o causador da doença. Sendo que adquire o fitoplasma, microorganismos semelhantes às bactérias, que pela saliva são transmitidas de plantas doentes, quando o inseto se alimenta, para plantas saudáveis. O ciclo de vida da cigarrinha pode durar até 8 meses, se reproduzindo exclusivamente em plantas de milho.

No período de inverno pelas condições de temperatura a população do inseto diminui drasticamente. O tempo de incubação dos ovos é variável dependendo da temperatura, ovos depositados com temperatura abaixo de 20°C não eclodem permanecendo dessa forma até meados de agosto a início de setembro.

O inverno de 2018 não foi tão rigoroso e permitiu a sobrevivência de adultos contaminados. Isso pode indicar que a sobrevivência de adultos contaminados pode ser maior e a característica climática está contribuindo para o fenômeno observado na safrinha de 2019 (KHUN, 2019).



Figura 03: Cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*).

Fonte: Leme comunicação em: Jornal O Presente: edição de 17 de abril de 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principal objetivo analisar os possíveis impactos climáticos na região Oeste do Paraná, no Município de Marechal Cândido Rondon. Os dados nos mostram vulnerabilidades, principalmente em relação ao aumento das temperaturas mínimas, com diminuição da amplitude térmica e também aumento dos dias com temperaturas acima dos 20°C. Dados de vulnerabilidade municipal devem ser considerados, pois mostra de forma mais detalhada os impactos que as mudanças climáticas poderão causar. Esses dados são acessíveis à gestores, possibilitando o mapeamento da situação climática da região, transformando assim a maneira como os assentamentos humanos poderão enfrentar e mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- ANGST, R. **Psicologia e Resiliência: uma revisão de literatura.** *Psicologia Argumento*, Curitiba, v.27, n.58, p253-260, jul/set. Editora Champagnat , 2009.
- ARAÚJO, R.; UCHÔA, A. F., ALVES ,N. M. **Influência de Variáveis Meteorológicas na Prevalência das Doenças Transmitidas pelo Mosquito Aedes Aegypti.** *Revista Brasileira de Meteorologia*, [S.L.], v. 34, n. 3, p. 439-447, set. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786343054>.
- CARLOS, S. de M.; CUNHA, D. A. da; PIRES, M. V. **Conhecimento sobre mudanças climáticas implica em adaptação? Análise de agricultores do Nordeste brasileiro.** *Revista de Economia e Sociologia Rural*, [S.L.], v. 57, n. 3, p. 455-471, set. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2019.187600>.
- FREITAS, C.M et al. **Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência – lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana do Brasil.** *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1577-1586, 2012.
- GRIMM, A. M. **Clima da Região Sul do Brasil.** In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F.(org). *Tempo e Clima no Brasil*, p.135-147, São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia estatística. 2017 Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/marechal-candido-rondon/pesquisa/31/29644>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC, 2014: **Alterações Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade** - Resumo para Decisores. *Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea e L.L. White (eds.)]. Organização Meteorológica Mundial (WMO), Genebra, Suíça, 34 págs.
- KHUN, O. J. Laboratório de fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias, Unioeste, Marechal Cândido Rondon. *Comunicação pessoal*. Junho 2019.
- LIMA, M.A. ALVES, B.J.R. **Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas.** *Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, n. 27, p.74-112, 2008.
- MARTINS, R.D.. **Governança climática nas cidades: reduzindo vulnerabilidades e aumentando resiliência.** *Rev. Geogr. Acadêmica*, Campinas, v. 4, n. 2, p. 5-18, jan. 2010
- MENDONÇA, F.; Danni-Oliveira, I.M. *Climatologia: noções básicas de climas do Brasil*. Oficina de Textos, São Paulo, 2007.

PEDRON, I. T. **Tendências de aumento de temperatura no oeste do Paraná.** *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESILIENCE RESEARCH AND SCIENCE (IJERRS)*, n.1, v.1.2019. Disponível: <https://www.unioeste.br/portal/revistaresiliencia/edicao-atual>. Acesso: 25 julho 2020.

PETERSON, T.C. **Climate Change Indices.** *WMO Bulletin*, v. 54, n.2,p 83-86, 2005.

SABATO, Elizabeth de Oliveira. e col. **Recomendações para o manejo de doenças do milho disseminadas por insetos-vetores.** Circular Técnica **Embrapa**, Minas Gerais, v. 205, n. 205, p. 1-15, 30 mar. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1012084/recomendacoes-para-o-manejo-de-doencas-do-milho-disseminadas-por-insetos-vetores>. Acesso em: 22 jul. 2020.

ZHANG, X.; YANG, F. (2004). **RClimDex (1.0), User Guide.** *Ontario*: [s.n.]. Disponível em: <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>. Acesso em: 05/05/2018.