

BJAS BRAZILIAN JOURNAL OF AGROECOLOGY AND SUSTAINABILITY



VOLUME 01, N° 2

ISSN: 2675-1712



UFRPE

EDITOR-CHEFE

Dr. Luciano Pires de Andrade
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

EDITOR ASSISTENTE

Dr. Wallace Rodrigues Telino Junior
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

EDITORES SETORIAIS

AGROECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

PhD. Xavier Simón Fernandez
Universidade de Vigo – Espanha

CLIMA E RECURSOS HÍDRICOS

Dr. Lucivânio Jatobá de Oliveira
Universidade Federal de Pernambuco – Brasil

AMBIENTE E SOCIEDADE

PhD. Manuela Abelho
Instituto Politécnico de Coimbra – Portugal

TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

PhD. Marta Alexandra dos Reis Lopes
Universidade de Coimbra - Portugal

EDITORES DE VERNÁCULO

Dr. Oséas Bezerra Viana Junior
*Universidade Federal Rural de Pernambuco –
Brasil*

Dra. Izabel Souza do Nascimento
*Universidade Federal do Rio Grande do Norte
– Brasil*

EDITOR DE ESTATÍSTICA

Dr. Romero Luiz Mendonça Sales Filho
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

EDITORA DE NORMALIZAÇÃO

Jaciara Maria Felix
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

EDITOR DE LAYOUT

Mário Melquiades Silva dos Anjos
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

ASSISTENTE DE REVISÃO

Luiz Henrique Costa de Santana
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Brasil

CAPA

Fotografia de Anderson Ferreira C. Silva
Vencedor do Concurso Fotográfico BJAS

COMISSÃO CIENTÍFICA

Dr. Alexandre Eduardo de Araújo
Universidade Federal da Paraíba – Brasil

Dra. Alineaurea Florentino Silva
EMBRAPA Semiárido - Brasil

Dra. Ana Carla Asfora El-Deir
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

Dra. Andreza Raquel Barbosa de Farias
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

Dr. Caetano De'Carli Viana Costa
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Brasil

Dr. Carlos Frederico Lins e Silva Brandão
Universidade Federal de Alagoas - Brasil

Dra. Daniele Cristina de Oliveira Lima da Silva
Universidade Federal de Alagoas – Brasil

Dra. Gema Galgani Silveira Leite
Universidade Federal do Ceará – Brasil

Dra. Georgiana E. de Carvalho Marques
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Brasil

Dra. Horasa Maria Lima da Silva Andrade
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

Dra. Irinéia Rosa do Nascimento
Instituto Federal de Sergipe - Brasil

Dr. Jeandson Silva Viana
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

Dr. Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo
Universidade Federal de Alagoas - Brasil

Dra. Luciana Maia Moser
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

Dra. Marina Siqueira de Castro
Universidade Federal de Feira de Santana - Brasil

Dra. Mayara Dalla Lana
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - Brasil

Dr. Marcelo de Oliveira Milfont
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Brasil

Dra. Monica Cox de Britto Pereira
Universidade Federal de Pernambuco – Brasil

Dra. Rachel Maria de Lyra Neves
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Brasil

Dr. Renato Dantas Alencar
Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Brasil

Dr. Ricardo Araújo Ferreira Junior
Universidade Federal de Alagoas – Brasil

Dr. Ricardo Brauer Vigoderis
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Brasil

Dr. Romero Luiz Mendonça Salles Filho
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

Dr. Rui Manuel Pires Amaro
Instituto Politécnico de Coimbra - Portugal

Dra. Samara Sibelle Vieira Alves
Universidade Federal Rural De Pernambuco – Brasil

Dra. Werônica Meira de Souza
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

SUMÁRIO

<i>Avaliação dos Índices de Extremos Climáticos no Agreste Central de Pernambuco - Maendra Pollinne Arcoverde Soares, Werônica Meira de Souza, Ricardo Brauer Vigoderis.....</i>	<i>05</i>
<i>Estimativa da Temperatura do Solo e Comparação de Variáveis Meteorológicas em Anos Extremos de Pluviosidade em Mossoró - RN - Tecla Ticiane Félix da Silva, José Espínola Sobrinho, Anna Kézia Soares de Oliveira, Isaac Alves da Silva Freitas, Jhon Lennon Bezerra da Silva, Gabriel Siqueira Tavares Fernandes</i>	<i>24</i>
<i>Levantamento Participativo e Formação Continuada sobre Plantas Medicinais Cultivadas no Município de Serraria - PB - Juliana Ferreira de Lima, João Gomes de Oliveira Neto, Alexandre Eduardo de Araújo, Dalila Alves da Silva, José Tavares de Freitas.....</i>	<i>47</i>
<i>Método da Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite Aplicado ao Município de Bom Jesus - PI, Brasil - Raimundo Mainar Medeiros</i>	<i>64</i>
<i>Percepção de Jovens Agricultores sobre Práticas Agroecológicas na Produção Agrícola - Romário Nunes da Silva, Maria Erlândia de Alcântara Araújo Nunes, Horasa Maria Lima da Silva Andrade</i>	<i>84</i>
<i>Uso de Agrotóxico ou Controle Agroecológico de Pragas e Doenças da Agricultura? Uma Reflexão a partir do Município de Alvorada do Gurguéia - PI - Francisca Herilene Oliveira, Valcilene Rodrigues da Silva</i>	<i>95</i>

**AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS NO AGRESTE
CENTRAL DE PERNAMBUCO
EVALUATION OF CLIMATE EXTREME INDICES IN CENTRAL PERNAMBUCO**

Maendra Pollinne Arcoverde Soares¹, Werônica Meira de Souza², Ricardo Brauer Vigoderis³

¹Graduanda do curso de Agronomia UAG/UFRPE, Garanhuns – PE, e-mail: meandra.arcoverde@gmail.com;

²Professora da UAG/UFRPE, Garanhuns-PE, e-mail: veronicameira@gmail.com; ³Professor da UAG/UFRPE, Garanhuns-PE, e-mail: vigoderis@hotmail.com.

RESUMO

Vários fatores ocasionam modificações no clima, causando o surgimento de eventos que alteram o regime de chuvas e comprometendo o desenvolvimento da vida no planeta. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as tendências climáticas dependentes da precipitação pluviométrica no Agreste Central de Pernambuco por meio dos índices climáticos. Foram selecionados dados de precipitação pluviométrica de 9 dos 71 municípios que formam o Agreste de Pernambuco, sendo estes Alagoinha, Barra de Guarabira, Belo Jardim, Bezerros, Brejo da Madre de Deus, Cachoeirinha, Caruaru, Gravatá e São Bento do Una, no período de 1963 a 2017, obtidos no site da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Os dados foram processados através do software RClimdex, e gerados os índices climáticos precipitação total anual, dias consecutivos secos, quantidade máxima de precipitação em um dia e número de dias com precipitação acima de 25 mm. Os resultados parciais mostram uma tendência de diminuição da precipitação total anual para todas as localidades exceto Barra de Guabiraba e Cachoeirinha. Para os dias consecutivos secos observou-se um equilíbrio entre as localidades. Barra de Guabiraba, Cachoeirinha, Gravatá e Caruaru, apresentaram diminuição desse parâmetro. Quanto à quantidade máxima de precipitação em um dia, somente as cidades de Brejo da Madre de Deus e Cachoeirinha indicaram leves tendências negativas não significativas, as demais apontaram diminuição. Números de dias com precipitação acima de 25mm apresentaram tendências negativas para todas as cidades, porém, valores não significativos. Mesmo que uma parte dos parâmetros avaliados não indicarem tendências significativas, pode-se afirmar que há uma diminuição na quantidade de chuva para região prejudicando assim toda forma de desenvolvimento da

região, sobretudo agricultura e pecuária, que predomina na região, e que a falta de água impossibilita sua realização.

Palavras-chave: Parâmetros. Pluviometria. Software

ABSTRACT

Several factors cause changes in the climate, causing the appearance of events that alter the rainfall regime, compromising the development of life on the planet. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the climatic trends dependent on rainfall in the Central Agreste of Pernambuco from the climatic indexes. Rainfall data were selected from 9 of the 71 municipalities that form the Agreste of Pernambuco, being these Alagoinha, Barra de Guarabira, Belo Jardim, Bezerros, Brejo da Madre de Deus Cachoeirinha, Caruaru, Gravatá and São Bento do Una, during the 1963 to 2017, obtained on the website of the Pernambuco State Agency for Water and Climate (APAC). The data were processed through the software RClindex, and the climatic indexes were generated annual total rainfall, consecutive dry days, maximum amount of precipitation in one day and number of days with rainfall above 25 mm. The partial results show a tendency of decrease of total annual precipitation for all the localities except Barra de Guabiraba and Cachoeirinha. For the dry consecutive days a balance between the localities was observed. Barra de Guabiraba, Cachoeirinha, Gravatá and Caruaru, presented a decrease of this parameter. As for the maximum amount of precipitation in one day, only the cities of Brejo de Madre de Deus and Cachoeirinha indicated slight negative tendencies not significant, the others indicated decrease. Numbers of days with precipitation above 25 mm presented negative trends for all cities, but non significant values. Although some of the parameters evaluated do not indicate significant trends, it can be stated that there is a decrease in the amount of rainfall in the region, thus harming any development in the region, mainly agriculture and livestock, which predominates in the region, and that the lack of water makes it impossible to do so.

Keywords: Parameter. Rainfall. Software

1 INTRODUÇÃO

A presença de eventos extremos vem sendo cada vez mais evidente em todas as áreas do mundo. São vários os processos que levam a ocorrência de mudanças climáticas, como o aumento das concentrações dos gases como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e

óxido nitroso(N₂) na atmosfera, causando o aumento da temperatura global, elevação do nível dos oceanos e intensificação da variabilidade espacial e da magnitude dos valores de precipitação.

O Quarto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho I do “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC AR4) de fevereiro de 2007, sugeriu que é muito provável, que a maior parte do aumento na temperatura global média observada no planeta, desde meados do século XX possa ser explicada pelo aumento nas concentrações de gases de efeito estufa (Solomon, 2007), associada às atividades antrópicas. Neste contexto, pode-se observar significativas mudanças no clima e extremos climáticos, e os seus impactos nos sistemas físicos e biológicos devido elevação da temperatura do ar como apresentados no relatório do Grupo de Trabalho II (Solomon, 2007)).

As projeções futuras para a América Latina mostram que até meados do século XXI, o aumento na temperatura e as reduções de chuva e de vazões de rios poderão levar a grandes alterações em florestas como a floresta Amazônica, por exemplo, e regiões semi-áridas tenderá a ser substituídas por áridas (Salazar, Nobre, & Oyama, 2007; Solomon, 2007).

Extremos climáticos associados à precipitação pluviométrica afetam diretamente os recursos hídricos, a agricultura e a população; em particular o aumento de perdas econômicas, materiais e até de vidas humanas. (Marengo, Bezerra & Lacerda, 2011)

Em diversas regiões do Brasil, a ocorrência de eventos extremos é cada vez mais presente. Em regiões áridas e semi- áridas há o risco de desertificação e em regiões como Sul e Sudeste, grandes enchentes até grandes períodos de estiagem, causando assim grandes impactos sociais. Segundo Marengo (2007) o impacto de mudanças climáticas sobre os recursos hídricos no Brasil deverá ser mais dramático no Nordeste, onde a escassez de água é um grande problema. A disponibilidade hídrica per capita na região nos dias atuais é insuficiente nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, além das variações regionais, que tornam a situação ainda mais insustentável para os oito milhões de habitantes do semiárido.

Grande parte da região do semiárido brasileiro enfrenta um problema, já crônico, de falta de água, devido à irregularidade das chuvas e aos baixos índices pluviométricos, principal obstáculo ao desenvolvimento das atividades agrárias e agropecuárias (Marengo,

2011). É uma das regiões mais vulneráveis do País às mudanças e à variabilidade do clima, principalmente aquelas associadas às secas e enchentes. Dessa forma, atividades como agricultura, geração de hidroenergia, saúde e migrações podem ser severamente prejudicadas (Assad & Pinto, 2008; Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da UFMG [CEDEPLAR] & Fiocruz, 2008).

A Embrapa avaliou através de um estudo os impactos que o aquecimento global poderá causar às principais culturas agrícolas do país nas próximas décadas. Segundo esse estudo, “o aquecimento global pode provocar perdas nas safras de grãos de R\$ 7,4 bilhões, já em 2020 o número que pode subir para R\$ 14 bilhões em 2070 e alterar severamente a geografia da produção agrícola no Brasil. Além do mais, a ausência de medidas de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e de adaptação de cultivos pode fazer com que plantações se desloquem para áreas que não se verifica sua ocorrência, porém possuem condições climáticas mais adequadas para se desenvolverem (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA], 2011).

É característica da região Nordeste o alto potencial para evaporação da água, em função da enorme disponibilidade de energia solar e altas temperaturas. Aumentos de temperatura associados à mudança de clima decorrente do aquecimento global, independente do que possa vir a ocorrer com as chuvas, já seriam suficientes para causar maior evaporação de lagos, açudes e reservatórios e grande evaporação das plantas. Ou seja, se não houver aumento no volume de chuvas, a água se tornará um bem mais escasso, com sérias consequências para a sustentabilidade do desenvolvimento regional. (Marengo, 2010)

Possuindo 24.394 Km², o Agreste, representa uma área de transição entre o litoral e o sertão, situa-se totalmente no planalto da Borborema. Recebem umidade das massas de ar dos sistemas meteorológicos que atuam sobre a mesorregião: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Ondas de Leste, Vórtice Ciclônico de Atmosfera Superior (VCAS). O Agreste corresponde à bacia leiteira do Estado, e que teve essa posição graças à pecuária sendo uma atividade acessória ao cultivo da cana-de-açúcar na Zona da Mata (Amorim, Santos, & Ferreira, 2006).

O objetivo do presente trabalho é avaliar as tendências climáticas dependentes da precipitação pluviométrica no Agreste Central de Pernambuco a partir dos índices climáticos,

com o propósito de averiguar se houve mudanças no comportamento pluviométrico, uma vez que, para o desenvolvimento de uma região, torna-se importante e necessário o conhecimento de seus recursos naturais.

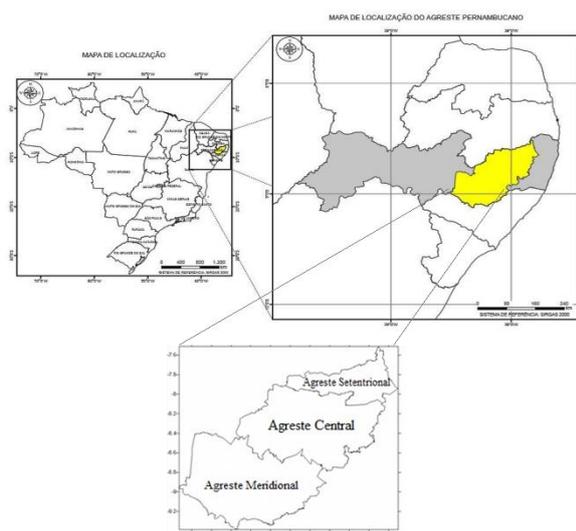
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A região Agreste de Pernambuco é subdividida em três Regiões de Desenvolvimento (RD's):

Agreste Central, Agreste Meridional e Agreste Setentrional, sendo estas regiões compostas por: 26, 26 e 19 municípios, respectivamente, totalizando 71 municípios (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização do Brasil, com identificação do estado de Pernambuco e destaque para as regiões do Agreste Setentrional, Central e Meridional. Fonte: ITEP (2017), modificado pelos autores.



O Agreste central da região do presente estudo, é composto pelos seguintes municípios: Agrestina, Alagoinha, Altinho, Barra de Guabiraba, Belo Jardim, Bezerros, Bonito, Brejo da Madre Deus, Cachoeirinha, Camocim de São Félix, Caruaru, Cupira, Gravatá, Ibirajuba, Jataúba, Lagoa dos Gatos, Panelas, Pesqueira, Poção, Riacho das Almas, Sairé, Sanharó, São Bento do Una, São Caetano, São Joaquim do Monte e Tacaimbó.

2.2 Material

Foi realizado o levantamento dos dados mensais de precipitação pluviométrica existentes no período de 1963 a 2017, dos 26 municípios que compreendem a região do Agreste Central de Pernambuco. Após a análise dos dados foram selecionados apenas 9 postos pluviométricos, com séries climatológicas que constituíssem um período de dados maior ou igual a 30 anos. Esses dados das estações pluviométricas foram fornecidos gratuitamente pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Na tabela 1 estão as referências dos postos, as cidades e a série de dados de cada posto (início-fim).

É importante ressaltar que muitos desses dados apresentam falhas de informação em determinados períodos, por isso foi necessária a utilização de dados de mais um posto de observação para que a série de informações diárias estivesse mais completa possível.

Quadro 1. Cidades utilizadas no estudo

Referência	Cidade	Início-fim
140	Alagoinha	1962-2017
58	Barra de Guabiraba	1963-2006
459	Barra de Guarabira	2010-2017
	Belo Jardim	1963-2012
20	Belo Jardim	2013-2017
67	Bezerros	1963-2017
	Brejo da Madre de Deus	1963-2012
113	Brejo da Madre de Deus	2013-2017
	Caruaru	1962-2012
211	Caruaru	2013-2017
58	Gravatá	1933-2017
21	São Bento do Una	1962-2017

É importante ressaltar que muitos desses dados apresentam falhas de informação em determinados períodos, por isso foi necessária a utilização de dados de mais um posto de observação para que a série de informações diárias estivesse mais completa possível.

Figura 2. Distribuição espacial das estações pluviométricas na região do Agreste Central.



Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizado o software RClindex que é um programa usado no cálculo de índices de extremos climáticos para monitorar e detectar mudanças climáticas. O RClindex foi desenvolvido por Byron Gleason do National Climate Data Centre (NCDC) da NOAA, e tem sido usado em oficinas CCI/CLIVAR (International Research Programme on Climate Variability and Predictability) desde 2000. O software calcula todos os 27 índices básicos, derivados da precipitação e da temperatura, recomendados pela equipe de peritos do CCI/CLIVAR para “Climate Change Detection Monitoring and Índices” (ETCCDMI). O pacote RClindex 2.9.0 é de distribuição gratuita e está disponível no sítio: <http://ccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/>.

Ressalta-se que dos 27 índices básicos recomendados pela equipe do ETCCDMI (Zhang & Yang, 2004), serão utilizados quatro índices identificados na Tabela 2, em virtude dos objetivos propostos neste trabalho.

Quadro 2 – Índices climáticos dependentes da precipitação, com suas definições e unidades.

ID	Nome do indicador	Definição	Unidade
PRCPTOT	Precipitação total anual nos dias úmidos	Precipitação total anual nos dias úmidos	mm

		(RR≥1mm)	
DCS	Dias consecutivos secos	Número máximo de dias consecutivos secos (RR<1mm)	dias
Rx1day	Quantidade máxima de precipitação em um dia	Máximo anual de precipitação em 1 dia	mm
R25mm	Número de dias com precipitação acima de 25 mm	Número de dias em 1 ano em que a precipitação foi ≥ 25mm	dias

Fonte: Autor

A seguir estão apresentadas as definições dos 4 índices utilizados nesse trabalho.

1. PRCPTOT (Precipitação total anual nos dias úmidos) [mm]: Seja RR_{ij} a quantidade diária de precipitação num dia i num período j . Se I representa o número de dias em então:

$$PRCPTOT_j = \sum_{i=1}^I RR_{ij}$$

2. CDD (Dias consecutivos secos) [dias]: Seja RR_{ij} a quantidade diária de precipitação num dia i num período j. Conte o maior número de dias consecutivos onde:

$$RR_{ij} < 1mm$$

3. RX1day (Quantidade máxima de precipitação em um dia) [mm]: Seja RR_{ij} o total diário de precipitação num dia i num período j . Então, os valores máximos de 1 dia para o período j são:

$$Rx1day_j = \max(RR_{ij})$$

4. R_{nn} (Número de dias acima de nn mm) [dias]: Seja RR_{ij} a quantidade diária de precipitação num dia i num período j . Se nn representa qualquer valor razoável de precipitação diária, então, conte o número de dias onde:

$$RR_{ij} \geq nn \text{ mm}$$

2.3 Métodos

Procurou-se fazer um levantamento o mais preciso possível dos dados climatológicos de precipitação pluviométricas diários de 9 das 71 cidades que compõem o Agreste de estado Pernambuco.

Devido ao fato de todos os postos não apresentarem todos os períodos de informações completos, foram utilizados dados da mesma data e cidade, porém de postos meteorológicos diferentes, para obtenção de uma planilha final de séries de dados diárias utilizada no Rclimdex, e que as falhas nas informações fossem reduzidas ao máximo.

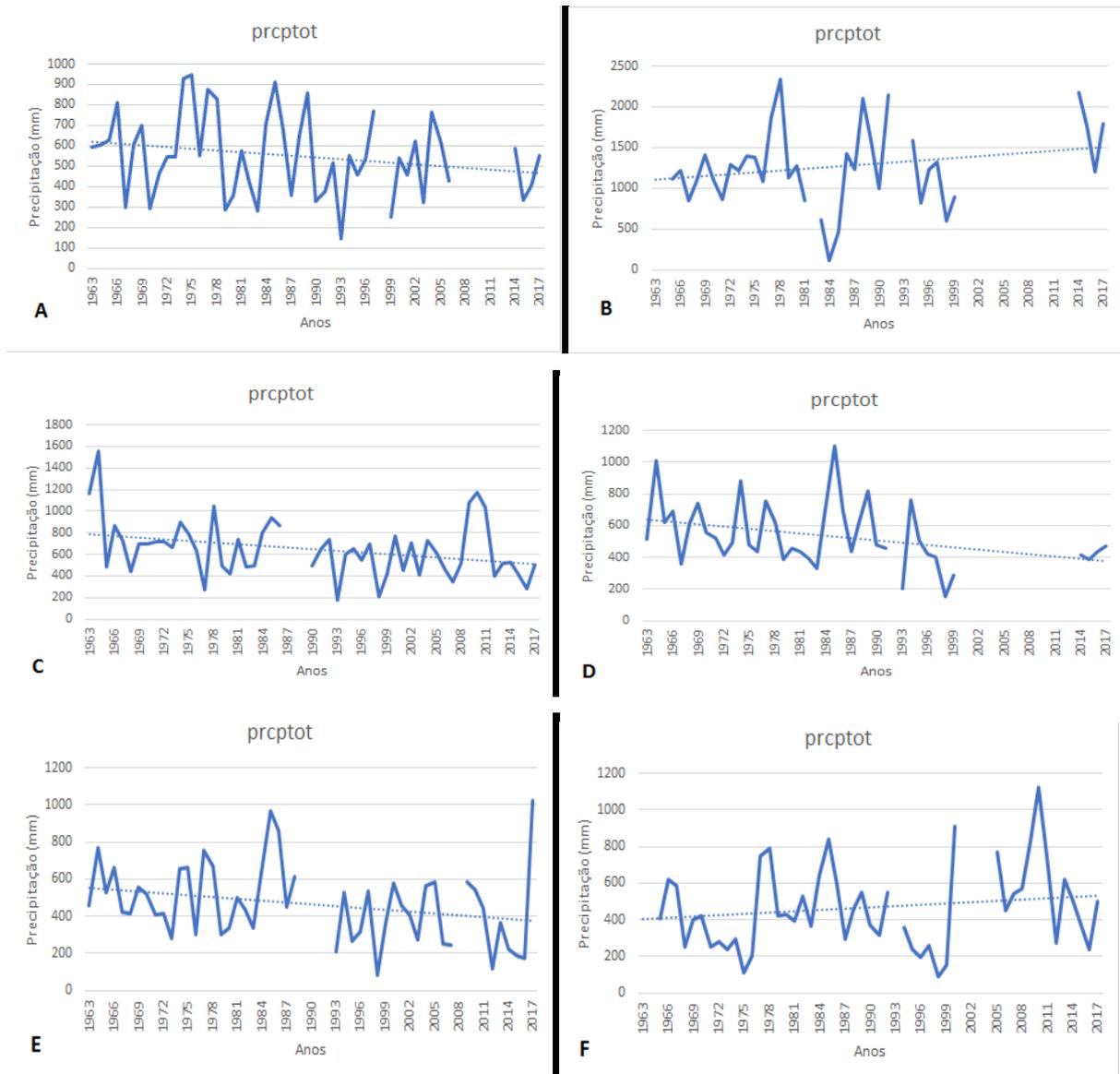
Para a avaliação das tendências foram utilizados os dados corrigidos e padronizados ao máximo para o período de 1963 a 2017.

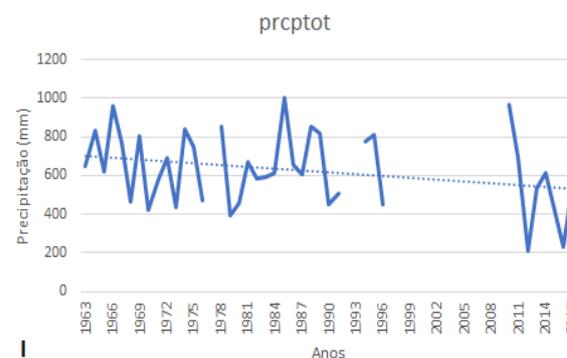
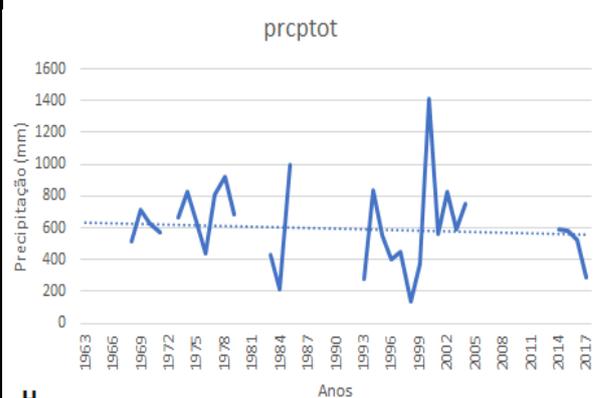
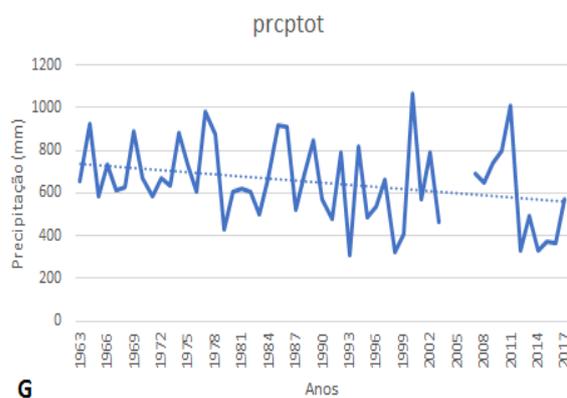
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos através do programa serão mostrados a seguir nas figuras 1, 2, 3 e 4, cada uma com seu determinado tipo de avaliação.

Pode-se observar na figura 2 que a maioria das localidades apresentam tendência negativa de Precipitação Total Anual com valores significativos no volume de chuvas, com exceção para Barra De Guabiraba e Cachoeirinha. A cidade de São Bento do Una foi umas das que mostraram uma tendência negativa, porém não muito significativa.

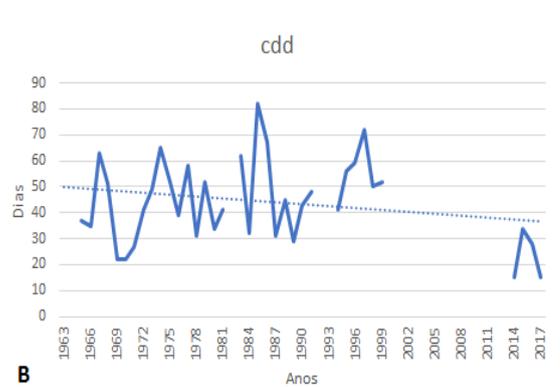
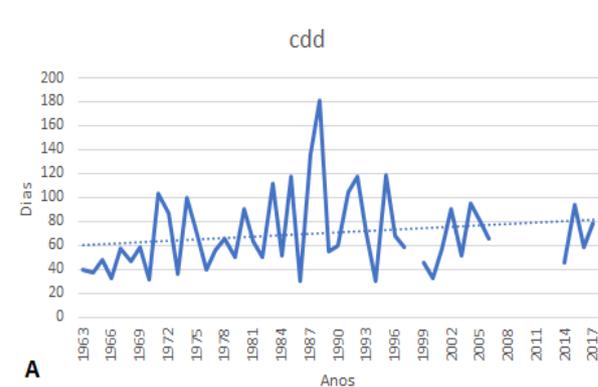
Figura 3. Precipitação Total nos dias úmidos nas localidades de Alagoinha (A), Barra de Guabiraba (B), Belo Jardim (C), Bezerros (D), Brejo da Madre de Deus (E), Cachoeirinha (F), Caruaru (G), Gravatá (H) e São Bento do Una (I) no período de 1963 a 2017.





Uma parte dos municípios indicaram um acentuado aumento nos Dias Consecutivos Secos (Figura 3), ou seja, uma maior quantidade de dias com chuva inferior a 1mm. Contudo, as localidades de Barra de Guabiraba, Cachoeirinha, Caruaru e Gravatá apresentaram uma diminuição significativa neste parâmetro.

Figura 4. Número de dias consecutivos secos nas localidades de Alagoinha (A), Barra de Guabiraba (B), Belo Jardim (C), Bezerros (D), Brejo da Madre de Deus (E), Cachoeirinha (F), Caruaru (G), Gravatá (H) e São Bento do Una(I) no período de 1963 a 2017.



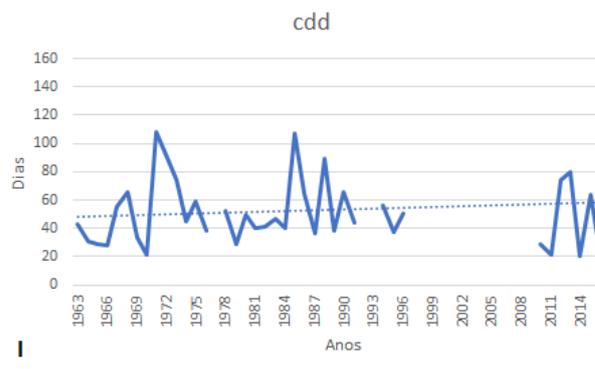
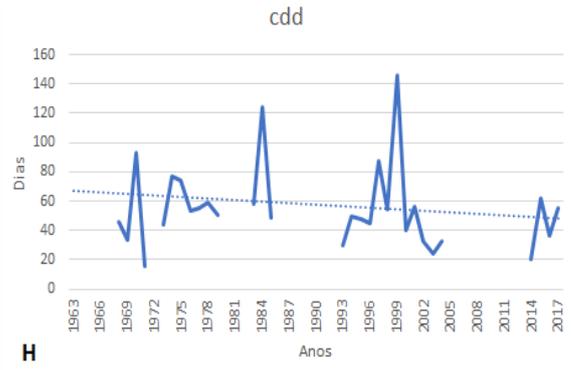
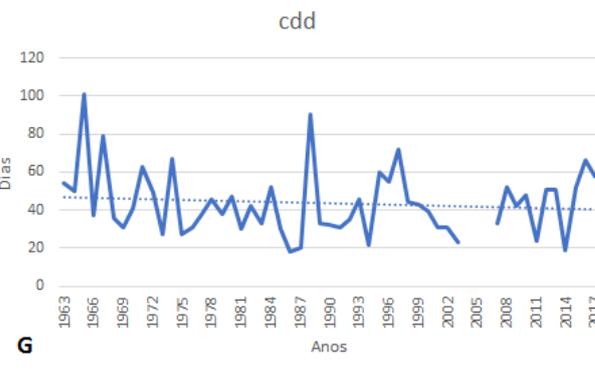
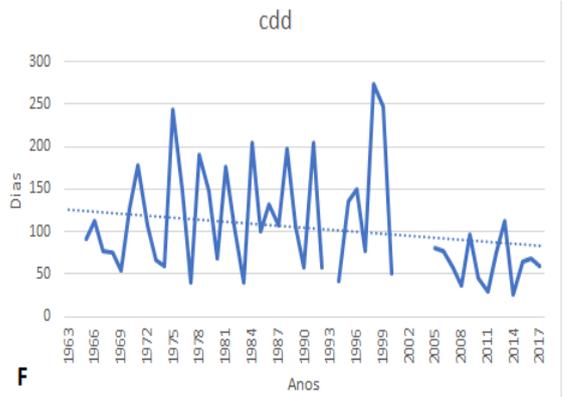
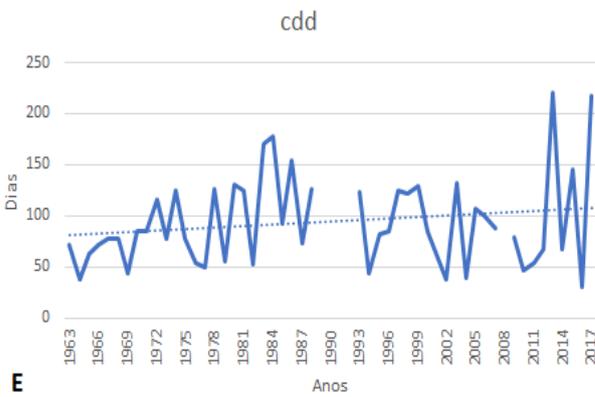
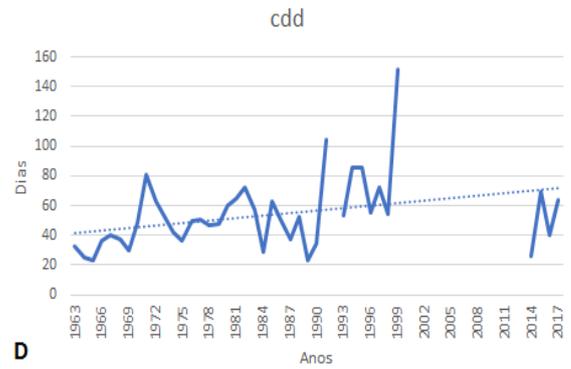
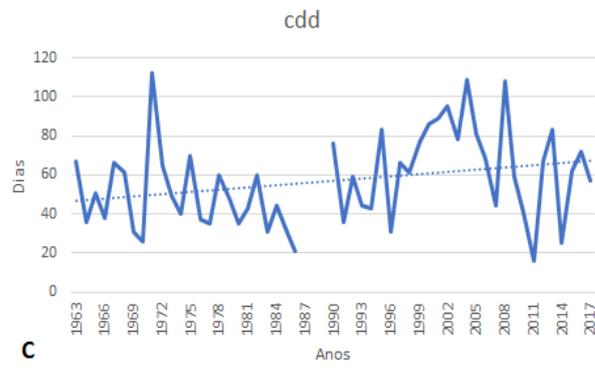
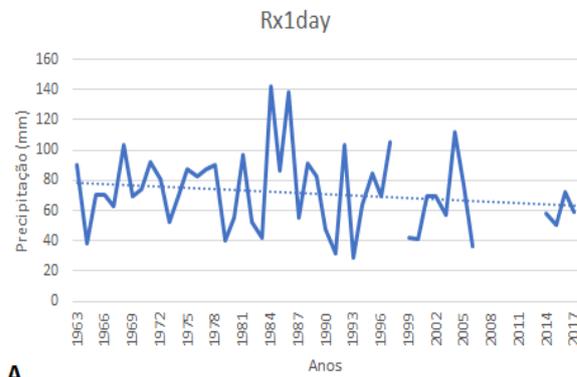
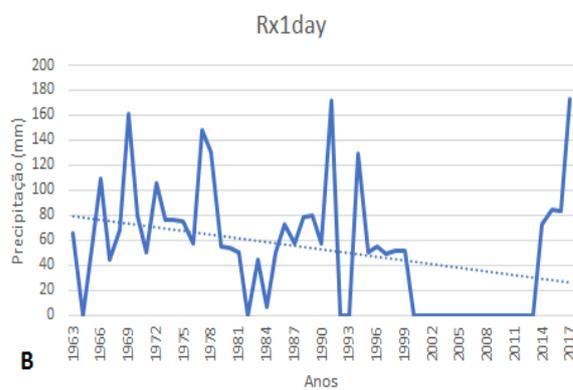


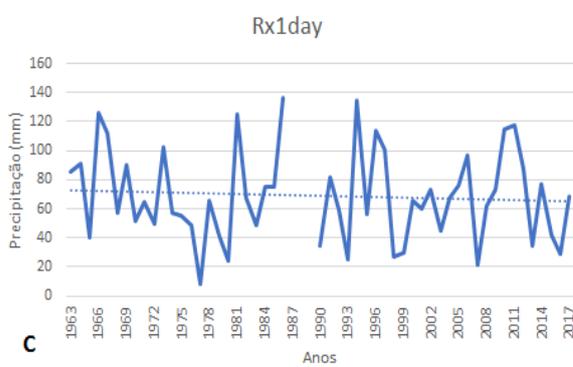
Figura 5. Quantidade máxima de precipitação em um dia de chuva nas localidades de Alagoinha (A), Barra de Guabiraba (B), Belo Jardim (C), Bezerros (D), Brejo da Madre de Deus (E), Cachoeirinha (F), Caruaru (G), Gravatá (H) e São Bento do Una (I) no período de 1963 a 2017.



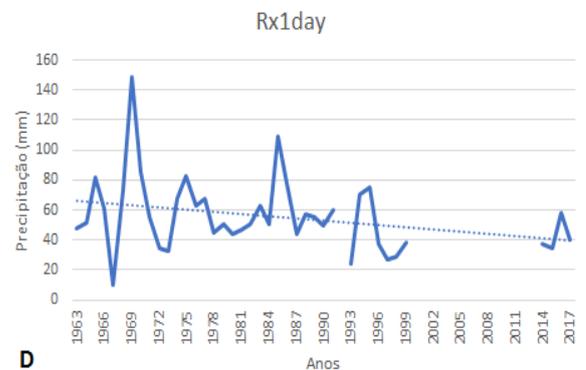
A



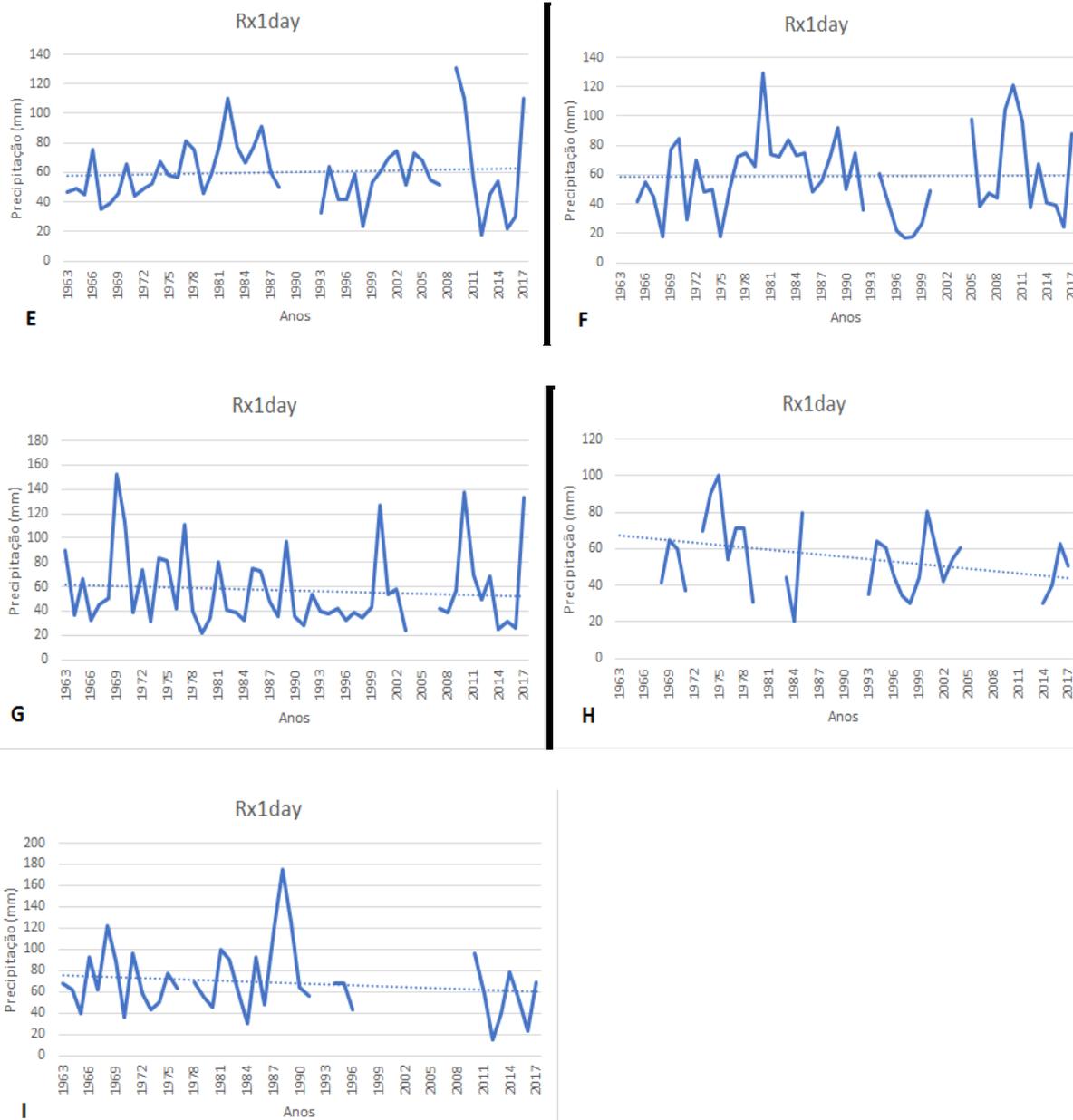
B



C

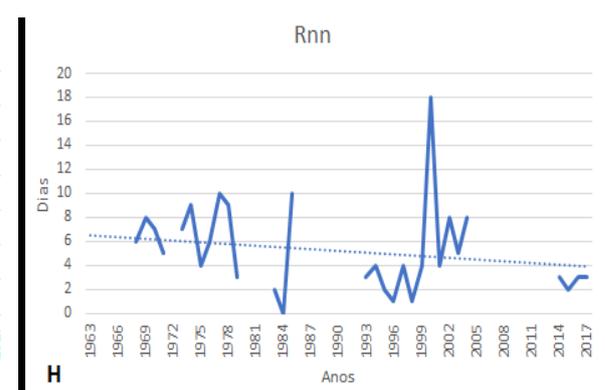
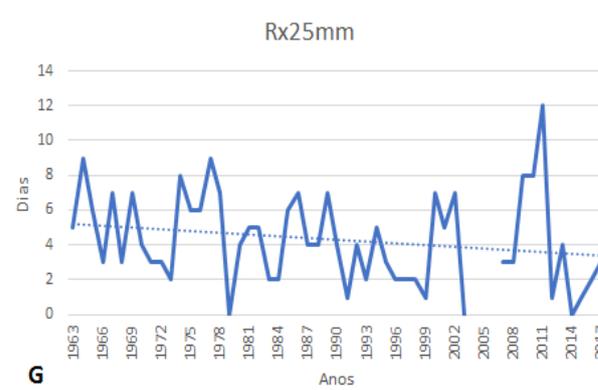
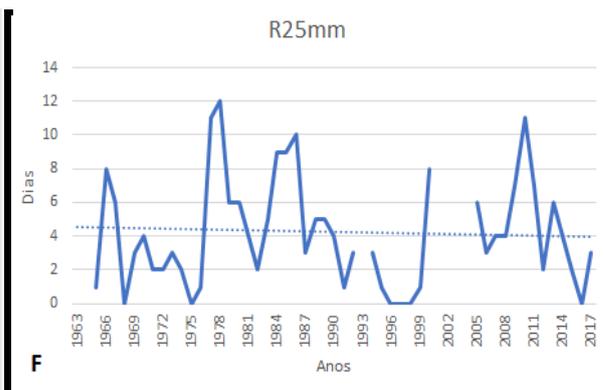
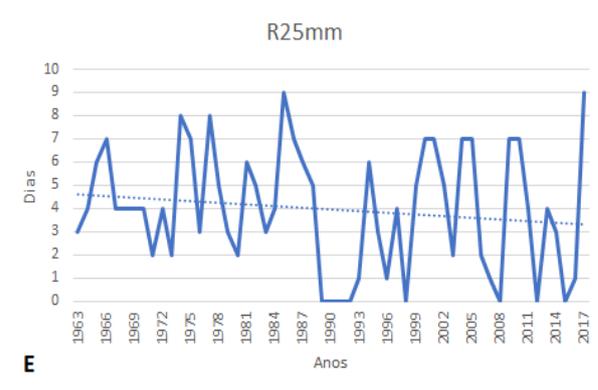
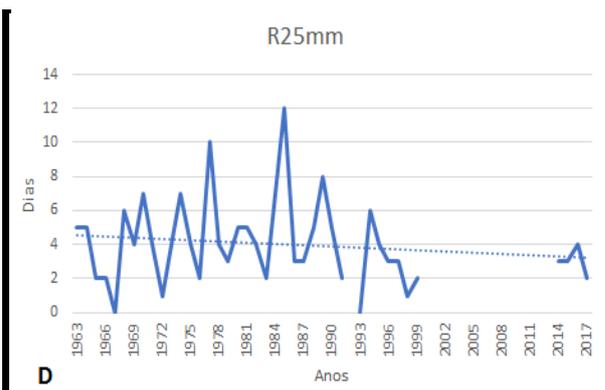
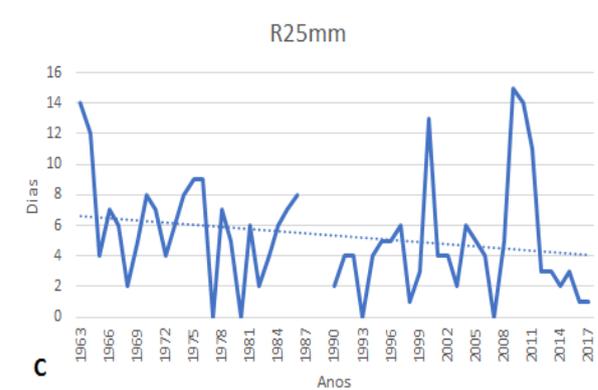
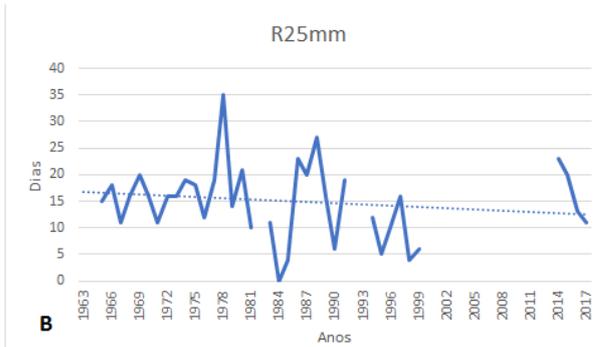
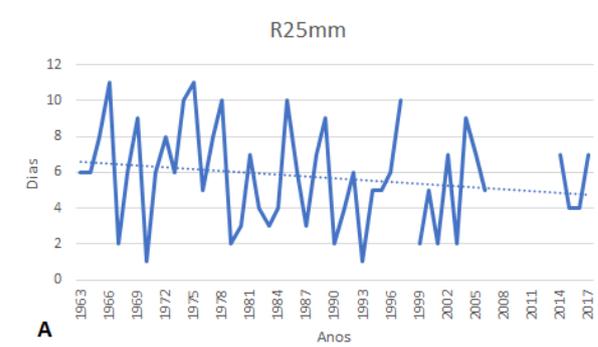


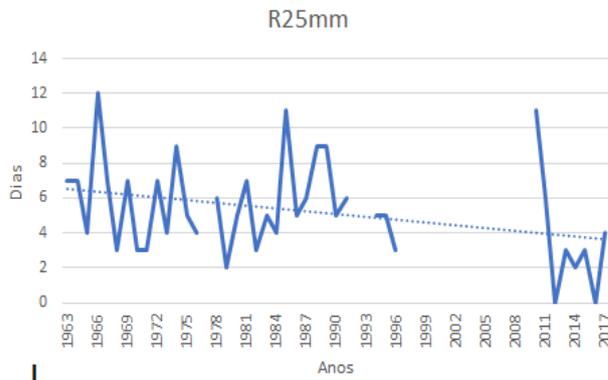
D



A respeito da Quantidade Máxima de Chuva em Um Dia (Figura 5), com exceção para as cidades de Brejo da Madre de Deus e Cachoeirinha, todas apontaram uma forte diminuição, principalmente, Barra de Guabiraba, Bezerros e Gravatá, com expressivas diminuições.

Figura 6. Número de dias com precipitação acima de 25 mm nas localidades de Alagoinha (A), Barra de Guabiraba (B), Belo Jardim (C), Bezerros (D), Brejo da Madre de Deus (E), Cachoeirinha (F), Caruaru (G), Gravatá (H) e São Bento do Una (I) no período de 1963 a 2017.





Foi possível constatar que houve uma diminuição na frequência de chuvas acima de 25mm (Figura 6), para todas as localidades, mesmo não sendo tendências tão acentuadas. A cidade de Cachoeirinha foi a que não apresentou valores significativos quanto a alteração no seu volume de chuvas.

A saída do RCLimindex para todos os índices, fornecem dados estatísticos, tais como: tendência linear calculada pelo método de mínimos quadrados; nível de significância estatística da tendência (valor p); coeficiente de determinação (r^2) e erro padrão de estimativa; assim como, os gráficos das series anuais. Foram consideradas como possíveis tendências climáticas os índices que apresentaram tendência linear (positiva ou negativa) superior ao erro padrão de estimativa e estatisticamente significativa ($p < 0,05$: alta significância estatística; $p < 0,1$: boa significância estatística), obtidos pelo teste “t” *Student*, gerado pelo software (Souza & Azevedo, 2012).

Quadro 3 - Tendências dos índices de extremos climáticos dependentes da precipitação pluvial para o Agreste Central pernambucano. ($p < 0,05$: alta significância estatística; $p < 0,1$: boa significância estatística).

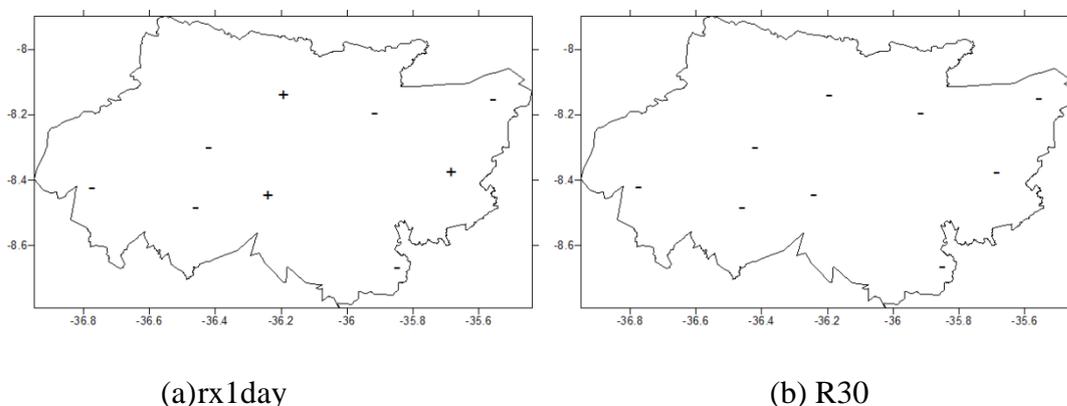
Municípios	Rx1day	R25mm	dcs	preptot
Alagoinha	-0.274	-0.033	0.384	-2.865
Barra	0.255	-0.079	-0.24	7.512

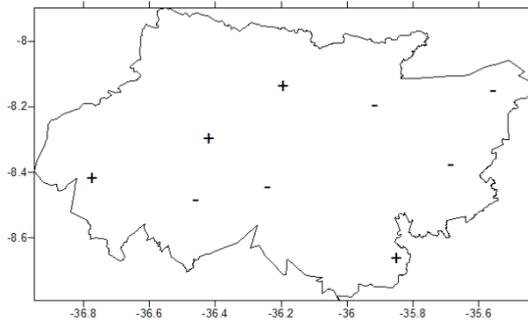
Belo Jardim	-0.136	-0.047	0.372*	-4.992*
Bezerros	-0.497	-0.025	0.547*	-4.781*
Brejo da Madre de Deus	0.097	-0.018	0.492	-3.361*
Cachoeirinha	0.015	-0.011	-0.802	2.287
Caruaru	-0.166	-0.034	-0.116	-3.292*
Gravatá	-0.43	-0.047	-0.354	-1.505
São Bento do Una	-0.303	-0.053*	0.187*	-3.207*

Com relação ao Agreste Central (quadro 3), a maioria das localidades apresentaram tendência de diminuição do Rxday e da Precipitação total anual, com exceção da precipitação diária acima de 30 mm (R30mm), onde todos os municípios indicam redução dos dias chuvas cima de 30 mm. A maior parte dos municípios analisados apontaram aumento dos dias consecutivos secos (cdd). O município de São Bento do Una destacou-se com maior significância em todos os parâmetros. Ressalta-se que os valores marcados em negrito apresentam significância estatística.

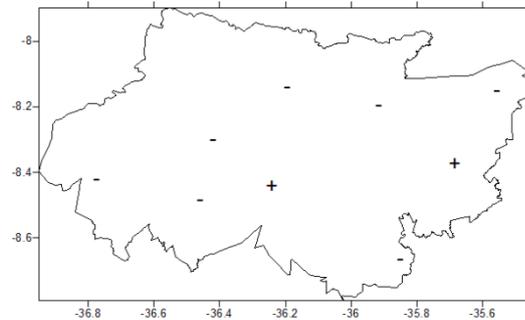
A distribuição espacial dos índices de extremos climáticos no Agreste Central está representada na Figura 7. Apesar da maioria dos parâmetros avaliados não possuírem tendências com significância estatística, observa-se uma diminuição na quantidade de chuva para região e aumento dos dias consecutivos secos.

Figura 7. Distribuição espacial dos índices de extremos climáticos no Agreste Central.





(c) cdd



(d) preptot

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Identificou-se diminuição na quantidade de chuva para a região do Agreste Central, redução da precipitação total, de dias com precipitação acima de 25 mm e aumento da frequência de dias secos.

Apesar dos resultados apontarem oscilações nos parâmetros climáticos, não se deve associar este fato a uma mudança climática global, mas também às ações humanas, onde modifica-se o espaço de diversas formas como, por exemplo, reduzindo áreas verdes, contribuindo para alterações do clima.

REFERÊNCIAS

- Amorim, G. R. S., Santos Júnior, E. A. G., Ferreira, V. S., Carvalho, S. R. P., & Galvíncio, J. D (2006). Estimativa do balanço hídrico no Agreste de Pernambuco. *Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Florianópolis, SC, Brasil, 14. 7 p.
- Pinto, H. S., & ASSAD, E. D. (2008). *Aquecimento global e cenários futuros da agricultura brasileira*. Campinas: Embrapa.
- Cedeplar & FioCruz. (2008). *Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste brasileiro, 2000-2050*. Belo Horizonte: FioCruz/UFMG.
- Change, I. C. (2007). The physical science basis. *Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 996.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2008). *Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil*. São Paulo. Recuperado de: www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/aquecimentoglobal.pdf .
- Marengo, J. A., Alves, L. M., Beserra, E. A., & Lacerda, F. F (2011) Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, 1.
- Marengo, J. A. (2007). *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: MMA.
- Marengo, J. A. (2010). Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no Semi-árido do Brasil. *Parcerias Estratégicas*, 13(27), 149-176.
- de Lima, N. M. (2005). Vol. I: Negociações internacionais sobre a mudança de clima; vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança de clima. *Cadernos NAE*.
- Salazar, L. F., Nobre, C. A., & Oyama, M. D. (2007). Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. *Geophysical Research Letters*, 34(9).
- Solomon, S. (2007, December). IPCC (2007): *Climate change the physical science basis*. In *AGU Fall Meeting Abstracts*.
- Souza, W. M., & Azevedo, P. V. (2012). Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE (Detection Indexes Derived from Climate Change Rainfall and Temperatures in Recife-PE). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 5(1), 143-159.
- Zhang, X., & Yang, F. (2004). *RClimDex (1.0:) user manual*. Ontario, CA: Climate Research Branch Environment Canada Downsview.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem à APAC (Agencia Pernambucana de Águas e Clima) pela concessão dos dados, aos autores do RClimdex (Xuebin Zhang e Feng Yang) por disponibilizarem o “software” gratuitamente.

**ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DO SOLO E COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS
METEOROLÓGICAS EM ANOS EXTREMOS DE PLUVIOSIDADE EM
MOSSORÓ-RN**

**ESTIMATION SOIL TEMPERATURE AND COMPARATIVE OF
METEOROLOGICAL VARIABLES IN EXTREME YEARS OF PLUVIOSITY IN
MOSSORÓ-RN**

Tecla Ticiane Félix da Silva¹, José Espínola Sobrinho², Anna Kézia Soares de
Oliveira³, Isaac Alves da Silva Freitas⁴, Jhon Lennon Bezerra da Silva⁵, Gabriel Siqueira
Tavares Fernandes⁶

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE. Av. D. Manoel de Medeiros, SN; Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: teclaticiane12@hotmail.com; ² Docente, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, Brasil. E-mail: jеспinola@ufersa.edu.br; ³ Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, Brasil. E-mail: annakezia@outlook.com; ⁴ Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, Brasil. E-mail: isaacntn@outlook.com; ⁵ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil. E-mail: jhonlennoigt@hotmail.com; ⁶ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil, e-mail: agrogabrielt@gmail.com;

RESUMO

A obtenção de informações sobre o comportamento da temperatura em solos sob clima tropical facilita o entendimento das relações solo-planta-atmosfera. O cálculo das temperaturas médias do solo em diferentes profundidades sempre foi problemático, sabendo-se que Mossoró é considerado um polo agrícola, o objetivo principal deste trabalho foi ajustar uma equação que permita estimar a temperatura do solo, em função da temperatura do ar no município de Mossoró-RN. O trabalho foi desenvolvido a partir o de uma estação meteorológica automática pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido, no período de 01/01/2011 a 31/12/2012, sendo o ano de 2011 caracterizado como chuvoso e 2012 como um ano seco na região semiárida. A equação da temperatura do solo estimada, fez-se através da correlação de dados médios diários da temperatura do ar com a temperatura do solo a 02 e 20 cm processados em planilha eletrônica no Microsoft Excel. Utilizou-se dados médios mensais da radiação global, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e velocidade do vento, para analisar a influência de cada variável sobre o comportamento da equação

estimada. As análises mostraram que as equações ajustadas apresentaram bons resultados para o ano chuvoso de 2011, porém deixou a desejar quando aplicadas ao ano seco de 2012. Quando se especifica um determinado ano, verificou-se melhor ajuste no primeiro semestre quando houve a presença de chuva, enquanto que no segundo semestre seu desempenho foi de regular a fraco. Com relação à profundidade do solo os melhores resultados foram obtidos na profundidade de 2 cm.

Palavras-chave: Meteorologia. Modelagem Agrícola. Técnicas De Cultivo.

ABSTRACT

Obtaining information on temperature behavior in soils under tropical climate facilitates understanding of soil-plant-atmosphere relationships. The calculation of the average soil temperatures at different depths has always been problematic, since Mossoró is considered an agricultural pole from Mossoró-RN. The work was developed from an automatic weather station belonging to the Federal Rural University of Semiárid, from 01/01/2011 to 12/31/2012, being the year 2011 characterized as rainy and 2012 as a dry year in the semiárid region. The estimated soil temperature equation was made by correlating daily average air temperature data with the soil temperature at 02 and 20 cm processed in a spreadsheet in Microsoft Excel. Monthly average data of global radiation, rainfall, relative humidity and wind speed were used to analyze the influence of each variable on the behavior of the estimated equation. The analyzes showed that the adjusted equations showed good results for the rainy year 2011, but left to be desired when applied to the dry year 2012. When specifying a particular year, it was better to adjust in the first semester when there was rain, while in the second semester its performance was from regular to weak. Regarding soil depth, the best results were obtained at a depth of 2 cm.

Keywords: Meteorology. Agricultural Modeling. Cultivation Techniques.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento das variáveis climáticas é de suma importância para o planejamento das atividades agrícolas, principalmente nas regiões do semiárido brasileiro. Os principais elementos climáticos que afetam a produção agrícola são a radiação solar, temperatura e umidade (Ayoade, 2010). A obtenção de informação sobre o comportamento da temperatura em solos sob clima tropical facilita o entendimento da

condução térmica para a produtividade agrícola, das relações solo-planta-atmosfera nessas regiões e permite ainda fornecer subsídios para o estudo de técnicas de cultivo ecologicamente adequadas as condições climáticas locais.

A temperatura do solo tem influência decisiva na formação de uma cultura, graças a interação solo-planta-atmosfera, desde a germinação da planta até o seu estágio final de maturação, pois esta vai agir diretamente na microbiologia do solo, na absorção de água e nutrientes, na evapotranspiração e na umidade que pode favorecer o surgimento de doenças e pragas. A temperatura do solo é uma fração do saldo de radiação absorvida pela superfície, com isso ocorre a elevação do calor dessa superfície, ou seja, o aquecimento, tal qual este aumento dá origem a um gradiente térmico no interior do solo, isto é, a temperatura superficial é imediatamente maior que as camadas inferiores (Tavares, Arruda, & Silva, 2019). Assim, o aquecimento do solo pode reduzir a própria umidade do solo, que afeta diretamente na respiração dos microrganismos e consequentemente no crescimento radicular das plantas (Bao *et al.*, 2016).

Medeiros, Tavares, Kascar, Silva, & Silva (2012) verificaram que a temperatura do ar tem um efeito claro no desenvolvimento dos seres vivos, animal e vegetal, sendo necessária a utilização de métodos de estimativas de temperatura confiáveis e mais seguros, para que se possa trabalhar com informações precisas. A verificação da confiabilidade de métodos utilizados para estimar a temperatura média do ar e do solo é importante, visto que estes valores são frequentemente utilizados para avaliar efeitos positivos ou negativos em atividades agrícolas.

A microrregião geográfica da região semiárida de Mossoró que incorpora, além do município que lhe dá nome, os municípios de Areia Branca, Baraúna, Grossos, Serra do Mel e Tibau, é uma das principais microrregiões na produção de importantes produtos da fruticultura, tais como, melão, mamão e melancia. A agricultura desenvolvida na economia espacial de Mossoró, caracteriza-se como forte atividade econômica apropriada como indutora de um desenvolvimento local e regional. A região semiárida de Mossoró é considerada um polo agrícola, nesse sentido, os efeitos climáticos ao longo do ano influenciam diretamente a temperatura do solo o que pode comprometer toda a produção agrícola, apesar das medidas de temperatura do solo a várias profundidades serem rotineiras nas estações meteorológicas, muitas vezes, para estudos específicos, essas informações não estão disponíveis.

O cálculo das temperaturas médias do solo em diferentes profundidades sempre foi problemático, já que as leituras em estações meteorológicas são tradicionalmente feitas em horários fixos, cujas médias aritméticas resultam valores incoerentes, sobretudo para as camadas mais próximas à superfície, onde a oscilação térmica é bem mais acentuada. Dentre os vários métodos desenvolvidos para a estimativa da temperatura do solo usando dados meteorológicos, não foi desenvolvido ainda nenhum que se enquadre às características climáticas para região semiárida, tampouco para Mossoró-RN. Em vista disso, considerando o tipo de solo e as condições climáticas da região é necessário um modelo que melhor represente as condições locais.

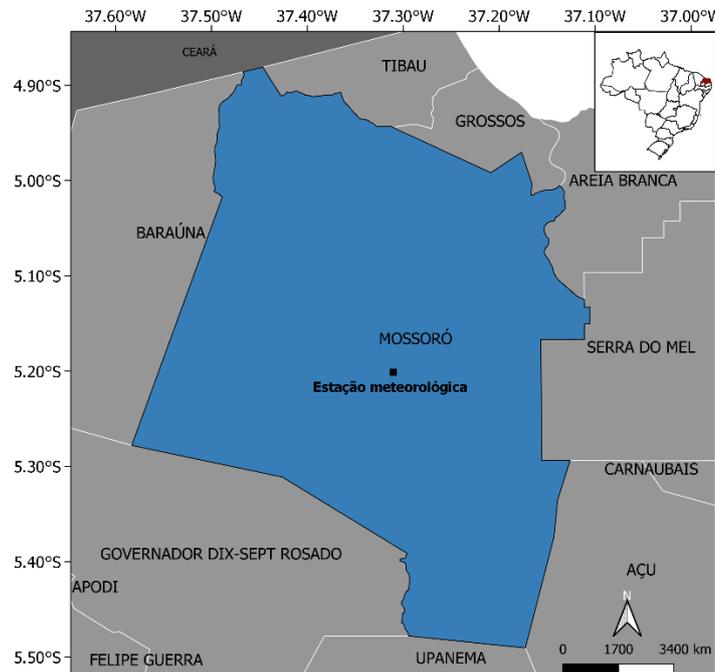
Diante desse contexto, objetivou-se ajustar um modelo matemático que permita estimar a temperatura do solo em função da temperatura do ar no intuito de otimizar as técnicas de cultivo agrícola para a região semiárida do município de Mossoró-RN. Além também de verificar a influência das diferentes condições climáticas na temperatura do solo e avaliar os parâmetros climáticos que podem interferir na temperatura do solo.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada em uma região semiárida do Brasil, município de Mossoró, localizado no estado do Rio Grande do Norte, RN, localizado entre os paralelos de 04° 90' S e 05° 50' S, e entre os meridianos de 37° 00' W e 37° W, altitude média de 16 m, a oeste do meridiano de Greenwich. O município de Mossoró situa-se mais especificamente na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Mossoró, abrangendo uma área de 2.100 km² (Figura 1).

Foram obtidos dados meteorológicos de superfície por meio de uma estação meteorológica automática pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, cujas coordenadas geográficas são: 5° 12' 48,38" S e 37° 18' 43,69" W (Figura 1), e altitude de 37 m. A estação gera continuamente dados de superfície oriundos de sensores, através de varreduras dos seus sinais elétricos. Entretanto, a estação foi programada para registrar médias dessas leituras a cada minuto, de forma a se obter leituras de cada sensor por hora. Os dados foram armazenados em um datalogger CR23X que está conectado, via cabo, a um microcomputador PC de escritório, sendo descarregados diariamente. Os dados meteorológicos horários foram convertidos para dados diários.

Figura 1. Mapa espacial de localização da região semiárida, município de Mossoró-RN, Brasil.



Fonte: Tecla Ticiane.

Os dados horários utilizados na presente pesquisa foram: radiação global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$); temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$); precipitação pluviométrica (mm); umidade relativa do ar (%); velocidade do vento (m s^{-1}) e temperatura média do solo a 02 e 20 cm ($^{\circ}\text{C}$); referentes ao período de 01 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2012. Foi escolhido esse período com base na última década, em que 2011 foi o último ano chuvoso, onde apresentou pluviosidade anual de 956,7 mm (acima da média anual histórica da região), enquanto o ano de 2012 foi considerado o ano mais seco, apresentando pluviosidade anual de 199,4 mm (abaixo da média anual histórica da região). Vale a pena salientar que o ano de 2011 foi um ano de ocorrência de *La Niña* e 2012 de *El Niño*, o que explica o comportamento da precipitação pluviométrica nestes anos.

Levando em conta os estudos desenvolvidos por Alfonsi e Sentelhas (1996), seguiu-se a mesma metodologia na presente pesquisa, para estimativa da equação da temperatura do solo em função da temperatura do ar, no entanto, para maior precisão foi utilizado dados diários e não mensais, de acordo com a estatística quanto maior número de observações maior

será a precisão do resultado. Para execução dos métodos em estudo foi utilizada uma planilha eletrônica Microsoft Excel. Para cada mês do período estudado fez-se um gráfico de dispersão utilizando os dados diários, correlacionou a temperatura do ar “x” com a temperatura do solo “y”, feito de forma separada para cada profundidade do solo (02 e 20 cm), obtendo assim dois gráficos para cada mês, um para camada de 02 cm e outro para de 20 cm, para ambos anos estudado, 2011 e 2012, em seguida adicionou a linha de tendência do tipo linear e ativou as funções “Exibir equação no gráfico” e “Exibir o valor de R-quadrado no gráfico”. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson “r” (Equação 1) para avaliar estatisticamente os métodos de estimativa da temperatura do solo em função da temperatura do ar. Esta metodologia quantifica a força de associação linear entre duas variáveis e, portanto, descreve quão bem uma linha reta se ajustaria através de uma nuvem de pontos de acordo com classificação proposta na Tabela 1.

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

r = coeficiente de correlação de Pearson, adimensional;

x_i e y_i = valores das variáveis x e y;

\bar{y} e \bar{x} = são respectivamente as médias dos valores x_i e y_i

Tabela 1. Classificação dos valores do coeficiente de correlação de Pearson (r).

Coeficiente de correlação	Classificação
0,0 a 0,1	Muito baixa
0,1 a 0,3	Baixa
0,3 a 0,5	Moderada
0,5 a 0,7	Alta
0,7 a 0,9	Muito alta
0,9 a 1,0	Quase perfeita

Fonte: Cunha *et al.* (2013).

Todos parâmetros meteorológicos foram aferidas as médias mensais para cada ano separadamente e fez-se os gráficos para melhor visualização, todos em planilha eletrônica

Microsoft Excel. Fez-se um gráfico da temperatura do solo de 02 e 20 cm, temperatura do ar junto com a radiação global, para analisar a influência da mesma sob temperatura do ar e do solo. Foi feito um gráfico da precipitação pluviométrica junto com a da umidade relativa do ar. E um outro gráfico com dados médios mensais da velocidade do vento.

Foi feita uma tabela com todas variáveis médias mensais para avaliar a influência e o comportamento de cada variável relacionando com os dados estimados da equação da temperatura do solo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores médios coletados ao longo do período avaliado (01/01/2011 a 31/12/2012), perfazendo um total de 17.520 dados para cada variável: temperatura do solo (T_s) a 2 e a 20 cm, temperatura do ar (T_{ar}), umidade relativa, precipitação pluviométrica, radiação global (R_s) e velocidade do vento. O solo a 2 cm de profundidade apresentou temperaturas variando de 28,18 a 35,71 °C e a 20 cm de 28,27 a 35,15 °C. O valor médio para cada profundidade não variou muito, ficando em torno de 30,04 °C para o ano de 2011 e de 32,95 °C para no de 2012. Ressalta-se, contudo, que o solo apresenta certa defasagem em relação à troca de calor, de acordo com Geiger (1980) o fluxo de calor no interior do solo é relativamente lento além do solo possuir grande capacidade de retenção de calor, sendo o tempo de variação da temperatura em função da variação da radiação solar de aproximadamente uma hora.

Tabela 2. Dados médio das variáveis avaliadas para cada mês do ano de 2011.

Mês	T_{ar} (°C)	T_s 2 cm (°C)	T_s 20 cm (°C)	R_s (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	Velocidade do vento (m s ⁻¹)	Umidade do ar (%)	Precipitação total (mm)
Janeiro	27,33	31,14	31,17	18,03	1,98	70,23	100,60
Fevereiro	27,16	30,25	30,32	18,28	1,65	73,23	150,60
Março	26,61	29,90	29,95	16,64	1,28	78,77	89,70
Abril	26,09	29,52	29,64	15,01	1,07	81,89	237,00
Mai	25,86	28,91	29,05	14,28	1,04	81,65	219,50
Junho	25,87	28,60	28,76	14,04	1,17	74,52	18,60
Julho	25,51	28,18	28,27	14,54	1,38	71,89	115,40
Agosto	26,31	29,02	29,04	16,61	1,78	65,22	15,30
Setembro	27,71	31,93	31,51	18,73	2,41	54,52	0,00
Outubro	27,79	32,23	32,03	19,25	2,97	54,40	10,00
Novembro	28,05	30,28	30,56	18,66	3,05	60,96	0,00
Dezembro	28,05	30,53	30,50	17,90	3,08	61,75	0,00
Média	26,86	30,04	30,07	16,83	1,91	69,09	-
Acumulado							956,7

As maiores médias de temperatura do solo foram verificadas entre os meses de setembro e dezembro para os dois anos, em especial nos meses de outubro com as maiores temperaturas de 32,23 °C (ano de 2011) e 35,71 °C (ano de 2012), isto pode ser explicado devido às maiores intensidades de radiação solar registradas, que foram de 20,71 e 19,25 MJ m⁻² dia⁻¹, respectivamente. Segundo Carneiro *et al.* (2014), a temperatura do solo é uma função da disponibilidade de radiação solar na superfície do solo e das suas propriedades térmicas, com efeito significativo.

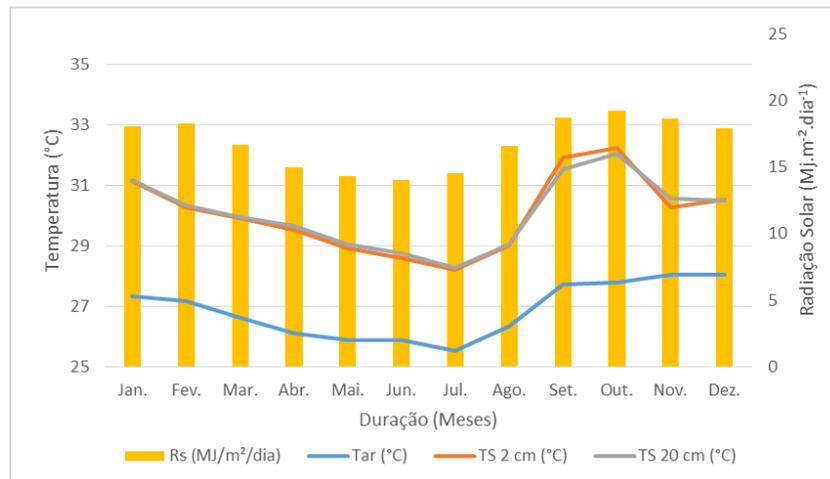
Tabela 3. Dados médio das variáveis avaliadas para cada mês do ano de 2012.

Mês	T _{ar} (°C)	T _{s 2 cm} (°C)	T _{s 20 cm} (°C)	R _s (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	Velocidade do vento (m s ⁻¹)	Umidade do ar (%)	Precipitação total (mm)
Janeiro	28,07	31,18	31,12	17,14	2,87	63,2	29,00
Fevereiro	27,41	30,46	30,35	17,09	2,17	67,3	67,80
Março	28,01	31,83	31,57	18,51	2,21	65,6	28,20
Abril	28,23	31,36	31,39	17,87	2,14	63,8	33,00
Mai	28,38	32,85	32,59	16,96	2,53	59,9	0,00
Junho	27,78	31,46	31,55	15,47	2,29	60,4	26,90
Julho	27,51	30,96	30,79	16,24	2,39	56,4	14,00
Agosto	27,80	33,74	33,21	19,26	2,67	51,3	0,00
Setembro	27,86	34,78	34,22	20,22	3,09	52,8	0,00
Outubro	28,09	35,71	35,12	20,71	3,26	55,3	0,00
Novembro	27,87	35,62	35,15	19,56	3,37	60,4	0,50
Dezembro	28,40	35,51	34,98	18,81	3,27	60,3	0,00
Média	27,95	32,95	32,67	18,15	2,69	59,72	-
Acumulado							199,40

Fonte: Tecla Ticiane

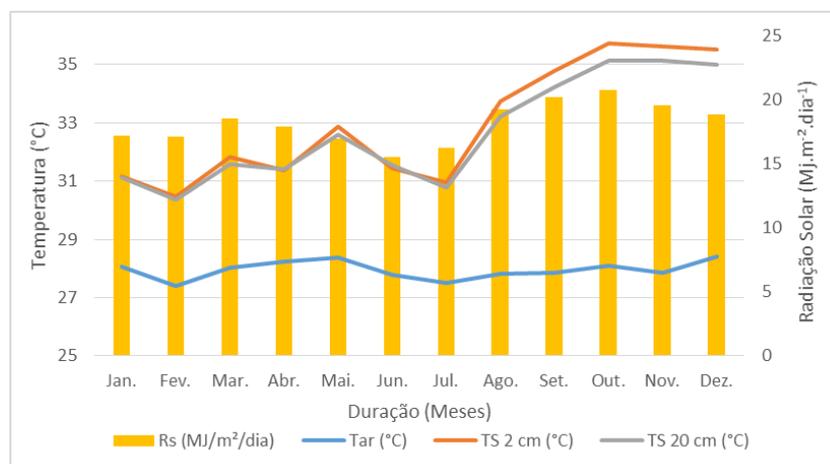
A radiação influencia as flutuações da temperatura do ar e da temperatura do solo (T_s); consequentemente, o aumento da T_s surge com o aumento da intensidade da radiação solar, sobre o mesmo. Isto pode ser observado nas Figuras 2 e 3. Os maiores índices de radiação ocorreram em setembro, outubro e novembro, período mais seco do ano. Carneiro *et al.* (2014) verificaram maiores taxas de temperatura do solo em torno de 32,6 °C e intensidades máximas de radiação solar (28,5 W m⁻²) no período seco.

Figura 2. Variação anual da radiação solar, temperatura do solo e do ar, no ano de 2011.



Fonte: Tecla Ticiane

Figura 3. Variação anual da radiação solar, temperatura do solo e do ar, no ano de 2012.



Fonte: Tecla Ticiane

Dentre o período estudado, a T_s apresentou resposta imediata à intensidade da R_s , conforme supracitado anteriormente. Os menores valores de radiação solar foram verificados no mês de junho, sendo nos valores de $14,04$ e $15,47 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ nos anos 2011 e 2012, respectivamente. Nos meses seguintes houve um crescimento da radiação solar até o mês de outubro, decrescendo nos meses de novembro e dezembro, o que contribuiu para que as linhas de temperatura do solo tivessem a mesma tendência ao longo do ano, pois quanto menor o nível de radiação disponível menor será o fluxo de energia para os níveis inferiores do solo. Gasparim, Ricieri, Silva, Dallacort, & Gnoatto (2005) afirmam que é a partir da quantidade de

radiação solar absorvida e perdida que a camada superficial do solo se aquece ou se resfria no decorrer do dia e do ano, em resposta a tais fatores, gerando variações térmicas nas camadas mais próximas da superfície.

Além dos efeitos de insolação na temperatura do solo, outros efeitos semelhantes podem interferir na temperatura do ar. Santos, Araujo, Araujo, Rosa, & Pazera (2009) afirmam que, quando ocorre maiores incidências da radiação solar e insolação, constata-se menor nebulosidade, como consequência tem-se uma relação inversa entre a umidade e a radiação solar global, que também pode ser verificado pela variabilidade temporal das condições meteorológicas.

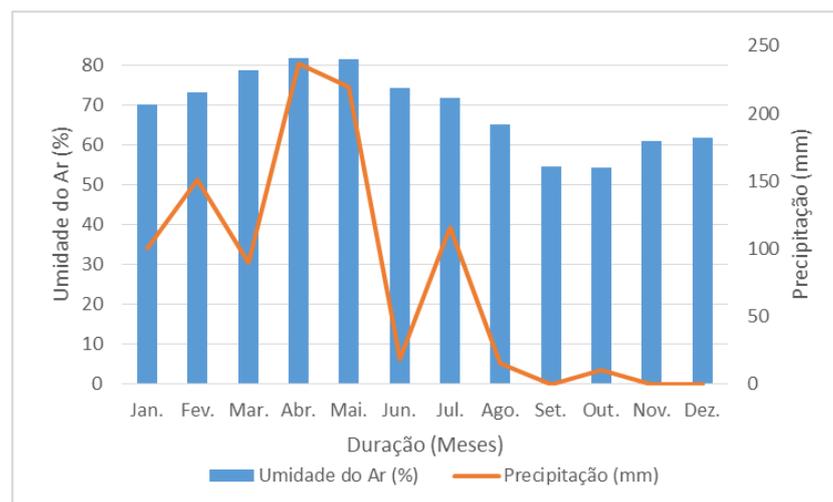
Os maiores índices pluviométricos ocorreram em abril de 2011 e março de 2012, com acumulado de 237 e 67,8 mm, respectivamente (Tabelas 2 e 3; Figuras 4 e 5). Deste modo, observou-se uma tendência inversa entre precipitação pluviométrica e a temperatura do solo, com ocorrência de menores valores da T_s sempre nos meses de maiores precipitações. O quadrimestre chuvoso na região normalmente vai de fevereiro a maio, porém na região semiárida esse comportamento pode sofrer modificações em alguns anos específicos, como foi o caso do ano de 2011, em que as precipitações se estenderam até julho, apresentando um total pluviométrico nesse período de 830,80 mm, representando quase 90% da precipitação anual, com os menores valores da temperatura do ar e do solo a 2 e 20 cm ocorrendo entre maio e Julho; já no ano seco de 2012, a precipitação total foi de 169,90 mm nesse mesmo período, tendo menor T_s no mês de Julho para ambas as profundidades.

Nas Tabelas 2 e 3; Figuras 4 e 5 pode-se observar a variação anual da precipitação pluviométrica e da umidade relativa do ar ao longo dos dois anos estudados. A umidade do ar no ano chuvoso apresentou maior amplitude variando de 54,40 a 81,89% e, observou-se que em períodos de maiores valores de umidade menores foram os valores de temperatura do ar. Alves, Santos e Neves (2016) analisando **a temperatura do ar na cidade de Iporá (GO)**, notaram que nos dias de ocorrência de precipitação houve aumento na umidade relativa do ar e diminuição na temperatura do ar, devido ao bloqueio da radiação solar global pelas nuvens e pelo processo de evapotranspiração intensificado pela precipitação.

Na Figura 4, que corresponde ao ano de 2011, ano chuvoso, verifica-se uma resposta da umidade relativa do ar com relação à precipitação pluviométrica, ou seja, os maiores valores de precipitação e umidade ocorreram no mês de abril, de 237 mm e 81,89%, enquanto que os valores mais baixos de precipitação e umidade foram registrados de setembro a dezembro, sendo os valores de umidade mínimos registrados nos meses de setembro e

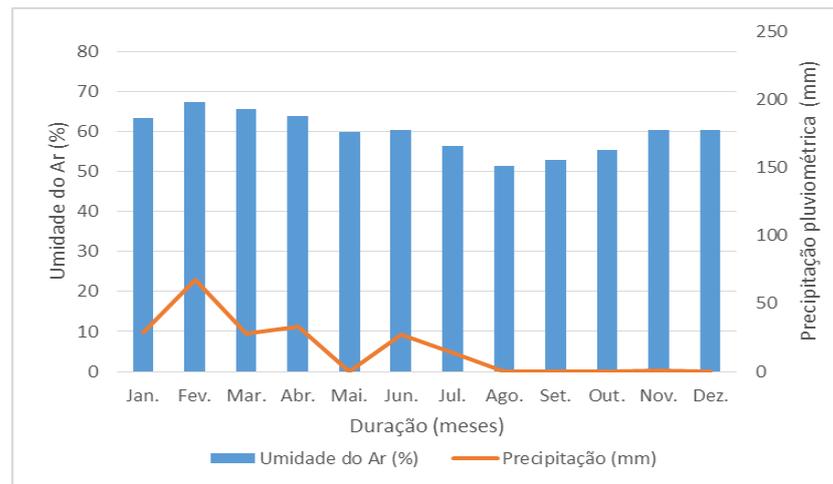
outubro. Campos, Vieira, Back, & Silva (2013) ao estudarem fluxos de radiação solar global em vinhedos de altitude de São Joaquim-SC verificaram maior incidência de radiação solar no período da manhã, na comparação com o período da tarde, sugerindo portanto, que neste experimento, pode ter havido influência da nebulosidade, dada a ocorrência de precipitação pluvial no primeiro semestre do ano de 2011.

Figura 4. Umidade relativa do ar média e precipitação pluviométrica acumulada no ano de 2011.



A Figura 5 apresenta a variação anual da precipitação pluviométrica e da umidade relativa do ar no ano seco de 2012. Verifica-se um comportamento anual da umidade semelhante ao ano chuvoso de 2011, porém com valores mais baixos, com os máximos próximos a 67% enquanto que em 2011 os mesmos estiveram próximos a 82%. A umidade mínima foi registrada em agosto, 50%. A precipitação teve um comportamento bem diferente do ano anterior, com valor máximo em fevereiro próximo de 20 mm e valores zero de agosto a dezembro.

Figura 5. Umidade relativa do ar média e precipitação pluviométrica acumulada no ano de 2012.

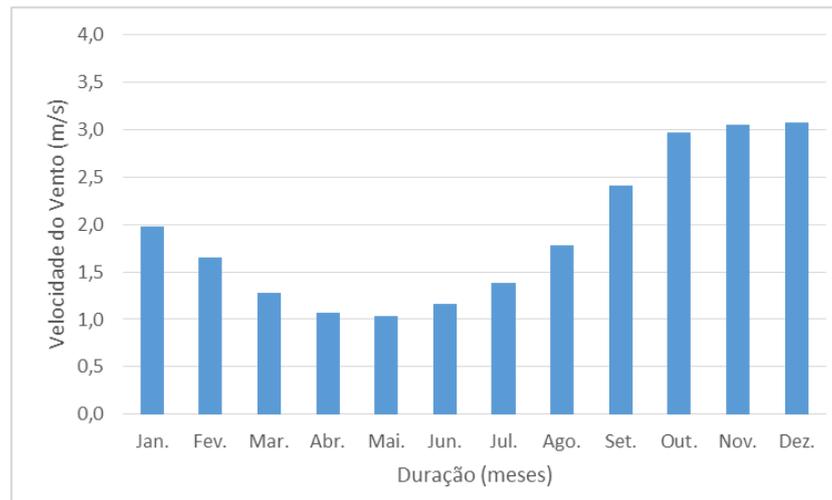


Os menores valores de umidade em setembro e outubro explica os maiores índices da radiação solar que foram registrados nesses meses. Segundo Carneiro *et al.* (2014), o regime pluviométrico exerce grande influência na incidência de radiação solar à superfície sendo, portanto, de grande contribuição para a variabilidade da TS no decorrer do ano. Quanto menor o índice de precipitação maior a intensidade da radiação solar e menor a umidade do ar.

A literatura, de um modo geral cita que existe uma estreita relação entre a radiação solar, a temperatura do ar e a velocidade do vento. Analisando-se as Figuras 4 e 5 e comparando-as com a variação da velocidade do vento ao longo do ano, notou-se um comportamento similar aos gráficos das Figuras 6 e 7. Quanto maior a R_s , maiores foram a velocidade do vento próximo a superfície e as temperaturas do ar e do solo. Pillar (1995) enfatiza que o aquecimento e resfriamento do ar é determinado pelo balanço de radiação da superfície do solo e da vegetação presente no local. As trocas de calor do ar com as superfícies se dão por condução e convecção, gerando movimentos turbulentos do ar (vento).

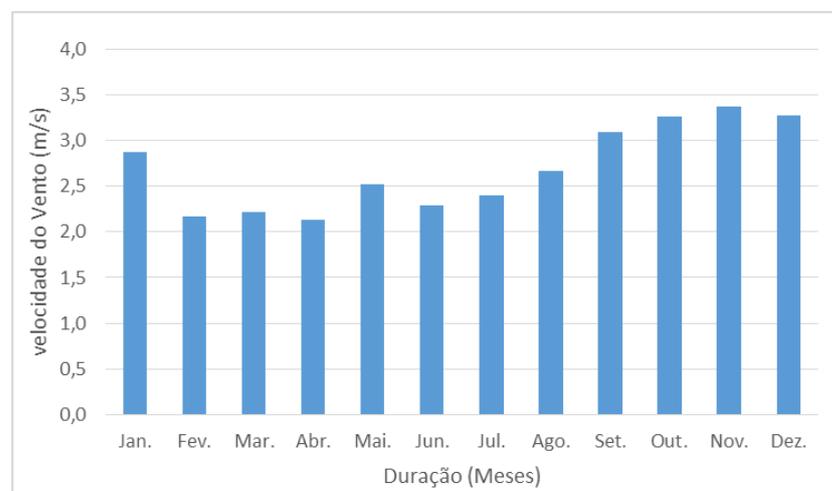
As Figuras 6 e 7 destacam uma tendência da velocidade do vento atingir seus valores máximos no segundo semestre do ano, enquanto que as menores velocidades são verificadas no primeiro semestre. Isso pode ser explicado pelo fato de que no segundo semestre os valores da temperatura são maiores e conseqüentemente os valores dos gradientes de pressão também serão maiores, influenciando na velocidade do vento. Já no primeiro semestre os valores são menores devido a ocorrência das chuvas e elevada nebulosidade e umidade do ar nesse período do ano.

Figura 6. Valores da velocidade do vento ao longo do ano de 2011.



Então, a resposta do vento é inversamente proporcional a intensidades de chuvas e percentagem da umidade relativa do ar, quanto maior a precipitação e maior umidade no ambiente menor é a velocidade do vento, o mesmo aconteceu para o ano 2012. No ano chuvoso de 2011 a velocidade média do vento foi de $1,91 \text{ m s}^{-1}$, sendo os valores extremos anuais de $1,04 \text{ m s}^{-1}$ em maio e de $3,08 \text{ m s}^{-1}$ em dezembro. Alves e Biudes (2012) afirmam que a relação entre a vegetação e temperatura do ar ocorre no controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar.

Figura 7. Valores da velocidade do vento ao longo do ano de 2012.



A Figura 7 apresenta a variação anual da velocidade do vento no ano seco de 2012. Percebe-se que neste ano os valores da velocidade do vento foram mais elevados,

caracterizando ainda mais um ano de seca na região. A média anual foi de $2,69 \text{ m s}^{-1}$, com valores extremos de $2,14 \text{ m s}^{-1}$ em abril, e de $3,27 \text{ m s}^{-1}$ em novembro e dezembro. Estes resultados foram influenciados pelas temperaturas do ar e do solo que registraram seus menores valores nos meses de menor velocidade do vento e maiores valores nos meses de maior velocidade do vento. Silva, Santos, Santos, & White (2016) avaliando a temperatura do solo, temperatura do ar e umidade relativa do ar em uma clareira na Mata Atlântica afirmaram que o microclima é alterado devido às altas taxas de radiação solar que incidem nas bordas, intensificando a entrada de vento e elevando a temperatura do ar e do solo em áreas próximas.

Nesta secção, apresentam-se os resultados referentes a comparação entre os valores das temperaturas do solo estimadas nas profundidades de 2 e 20 cm para as duas condições climatológicas em um ano chuvoso (2011) e um ano seco (2012).

Os diagramas de dispersão apresentados nas Figuras 8 e 9 descrevem a variação da temperatura do solo (T_s) em função da temperatura do ar (T_{ar}), nas profundidades de 2 e 20 cm para os anos de 2011 e 2012. Para o ano de 2011 o coeficiente estatístico de determinação (R^2) foi de 0,58 para 2 cm, e de 0,56 para 20 cm. Quando a análise é feita utilizando-se os coeficientes de correlação de Pearson (r), os índices de correlação apresentados resultaram em 0,76 para 2 cm e 0,74 para 20 cm para o ano chuvoso de 2011. Estes valores correspondem a uma correlação “muito alta” entre a temperatura do solo e do ar. Observa-se, ainda que à medida que aumenta a temperatura do ar, aumenta proporcionalmente a temperatura do solo. Belan, Xavier, Torres, Toledo, & Pezzopane (2013) analisando a dinâmica entre temperatura do ar e do solo sob duas condições cobertas, concluíram que houve correlação positiva entre a temperatura do ar e a temperatura do solo nas condições de presença e ausência de cobertura vegetal morta.

Para o ano seco de 2012, o R^2 encontrado para 2 cm de profundidade foi de 0,13; enquanto que para a profundidade a 20 cm foi de 0,09, como mostra a Figura 9. Analisando-se os pares de dados usando-se a metodologia da correlação de Pearson “ r ” para este ano foi classificado como “moderado” para as duas profundidades com valores de 0,36 a 0,31 para 2 e 20 cm, respectivamente. Os valores das correlações deixam claro o baixo nível de concordância entre os dados da temperatura do ar e do solo para o ano de 2012. Essa relação não expressiva, indicada pelos menores valores de coeficientes de correlação indicam claramente uma certa desconfiança para o uso dessa metodologia para anos considerados secos na região de Mossoró.

Figura 8. Correlação entre a temperatura do ar e a temperatura do solo nas profundidades de 2 cm (a) e 20 cm (b) para o ano de 2011.

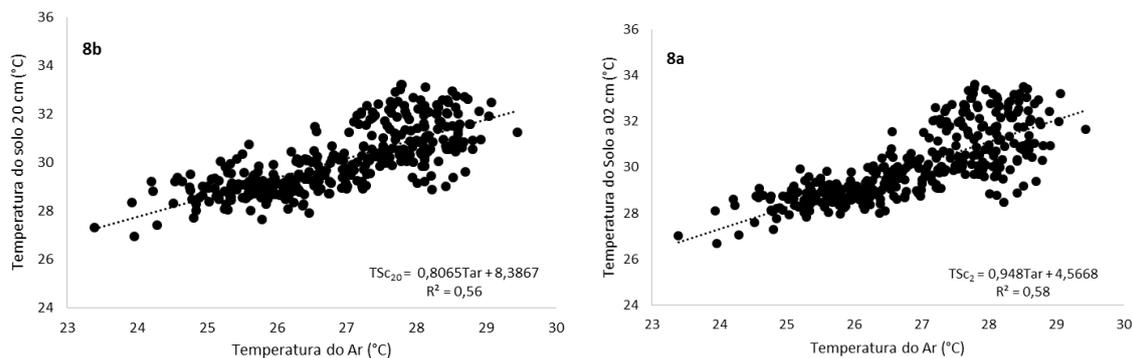
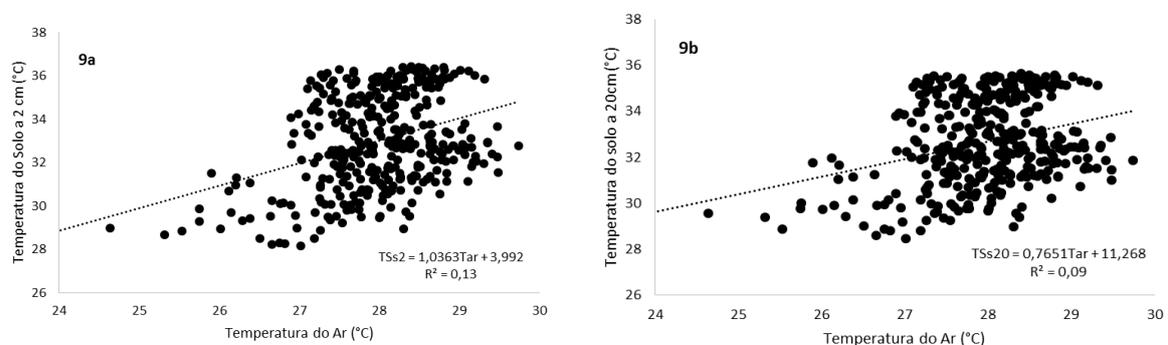


Figura 9. Correlação entre a temperatura do ar e a temperatura do solo nas profundidades de 2 cm (a) e 20 cm (b) para o ano de 2012.



Nota-se que quanto maior a profundidade do solo, há um decréscimo na correlação entre temperatura do solo e do ar, evidenciando assim, o efeito desse fator no comportamento das variáveis. Corroborando com os resultados do presente estudo, Belan *et al.* (2013) observaram que a medida que aumenta a temperatura do ar aumenta proporcionalmente a temperatura do solo, no entanto essa relação vai se reduzindo gradativamente ao longo do perfil.

Pelos coeficientes de determinação, pode-se observar que as equações lineares obtidas se ajustaram no ano chuvoso para ambas as profundidades estudadas, porém no período seco o coeficiente de determinação foi muito baixo.

Usando-se a metodologia de Pearson, foram analisados os comportamentos da temperatura do solo e do ar para cada mês e obteve-se a equação estimada para 2 e 20 cm para

os dois anos estudados. No ano de 2011 para 2 cm de profundidade, os coeficientes de correlação apresentaram correlação desde “quase perfeita” a “baixa” mostrando-se melhor para os primeiros meses do ano (Tabela 4).

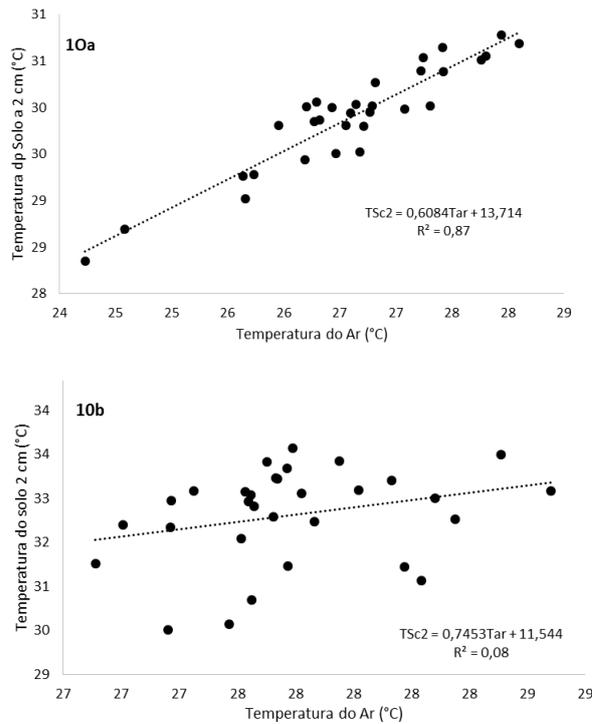
As melhores correlações obtidas foram para o período chuvoso, em especial para o mês de março com correlação quase perfeita, sendo assim, a equação se ajusta para esse período em um ano chuvoso com o índice de determinação (R^2) de 0,87 e “r” de 0,93, porém mesmo apresentando reposta positiva da equação, em períodos secos a equação pode não ter um bom ajuste, como é o caso do mês de outubro.

Tabela 4. Média da temperatura do solo a 2 cm e do ar diária para os meses de 2011 e respectivas equações de estimativa para a temperatura do solo, correlação e classificação.

Mês	T _{ar} (°C)	T _{Sc 2} cm (°C)	Equação	R ²	r	Classificação
Janeiro	27,33	31,14	T _{Sc2} = 0,8308T _{ar} + 8,4389	R ² = 0,62	0,83	Muito alta
Fevereiro	27,16	30,25	T _{Sc2} = 0,7631T _{ar} + 9,5306	R ² = 0,73	0,85	Muito alta
Março	26,61	29,90	T _{Sc2} = 0,6084T _{ar} + 13,714	R² = 0,87	0,93	Quase perfeita
Abril	26,09	29,52	T _{Sc2} = 0,4643T _{ar} + 17,401	R ² = 0,61	0,78	Muito alta
Mai	25,86	28,91	T _{Sc2} = 0,5262T _{ar} + 15,304	R ² = 0,53	0,73	Muito alta
Junho	25,87	28,60	T _{Sc2} = 0,3688T _{ar} + 19,057	R ² = 0,57	0,76	Muito alta
Julho	25,51	28,18	T _{Sc2} = 0,48T _{ar} + 15,911	R ² = 0,53	0,73	Muito alta
Agosto	26,31	29,02	T _{Sc2} = 0,3824T _{ar} + 18,96	R ² = 0,42	0,64	Alta
Setembro	27,71	31,93	T _{Sc2} = 0,515T _{ar} + 17,656	R ² = 0,14	0,37	Moderada
Outubro	27,79	32,23	T _{Sc2} = 0,7453T _{ar} + 11,544	R² = 0,08	0,28	Baixa
Novembro	28,05	30,28	T _{Sc2} = 0,4926T _{ar} + 16,459	R ² = 0,16	0,40	Moderada
Dezembro	28,05	30,53	T _{Sc2} = 0,903T _{ar} + 5,1971	R ² = 0,13	0,36	Moderada
Média	26,86	30,04	-	R ² = 0,45	-	-

Nos diagramas de dispersão, Figura 10, observa-se melhor o comportamento para os dois valores extremos, os pontos e as linhas ficaram bem alinhados para o mês de março, enquanto o mês de outubro, que foi considerado o mais baixo índice de determinação ficou disperso.

Figura 10. Diagrama de dispersão para a temperatura do solo a 2 cm de profundidade em função da temperatura do ar, correspondente ao período de março (a) e outubro (b) do ano de 2011.



Fonte: Tecla Ticiane

A mesma análise foi realizada para a profundidade de 20 cm, Tabela 5. Os resultados foram similares aos de 2 cm de profundidade. A equação mais representativa foi no mês de março com a maior correlação, 0,79 e coeficiente de determinação de 0,62 e classificação “muito alta”. A pior classificação ficou para o mês de novembro, “baixa”, com R^2 de 0,02 e “r” de 0,16. O coeficiente de determinação médio para o ano foi 0,2827. O fato que pode explicar o porque da correlação tão baixa para os meses de secos, pode estar associado à maior incidência de radiação solar, maiores velocidades do vento e maior temperatura do solo e do ar, ou seja, o modelo estudado não se ajustou bem para a profundidade de 20 cm nas situações climáticas normalmente ocorridas no segundo semestre na região.

Tabela 5. Média da temperatura do solo a 20 cm e do ar diária para os meses de 2011 e respectivas equações de estimativa da temperatura do solo, correlação e classificação.

Mês	T_{ar} (°C)	T_{Sc} 20 cm (°C)	Equação	R^2	r	Classificação
Janeiro	27,33	31,17	$T_{Sc20} = 0,5278T_{ar} + 16,749$	$R^2 = 0,41$	0,76	Muito alta
Fevereiro	27,16	30,32	$T_{Sc20} = 0,5375T_{ar} + 15,725$	$R^2 = 0,57$	0,76	Muito alta
Março	26,61	29,95	$T_{Sc20} = 0,4023T_{ar} + 19,246$	$R^2 = 0,62$	0,79	Muito alta
Abril	26,09	29,64	$T_{Sc20} = 0,3182T_{ar} + 21,334$	$R^2 = 0,41$	0,64	Alta

Maio	25,86	29,05	$T_{Sc20} = 0,2466T_{ar} + 22,676$	$R^2 = 0,26$	0,51	Alta
Junho	25,87	28,76	$T_{Sc20} = 0,1509T_{ar} + 24,859$	$R^2 = 0,26$	0,51	Alta
Julho	25,51	28,27	$T_{Sc20} = 0,3532T_{ar} + 19,257$	$R^2 = 0,36$	0,60	Alta
Agosto	26,31	29,04	$T_{Sc20} = 0,1901T_{ar} + 24,041$	$R^2 = 0,19$	0,44	Moderada
Setembro	27,71	31,51	$T_{Sc20} = 0,4769T_{ar} + 18,298$	$R^2 = 0,14$	0,37	Moderada
Outubro	27,79	32,03	$T_{Sc20} = 0,447T_{ar} + 19,609$	$R^2 = 0,05$	0,21	Baixa
Novembro	28,05	30,56	$T_{Sc20} = 0,1816T_{ar} + 25,466$	$R^2 = 0,02$	0,16	Baixa
Dezembro	28,05	30,50	$T_{Sc20} = 0,6464T_{ar} + 12,367$	$R^2 = 0,10$	0,32	Baixa
Média	26,86	30,07	-	$R^2 = 0,28$	-	-

As mesmas análises foram feitas para o ano seco de 2012. Os resultados estão apresentados na Tabela 6 e foram bastante diferentes dos apresentados no ano chuvoso de 2011. Destaca-se os meses de fevereiro com melhor índice de determinação ($R^2 = 0,68$) e classificação segundo Pearson de “muito alta” ($r = 0,82$). Contrastando com fevereiro, verificou-se o mês de setembro com R^2 de 0,02, e “r” de 0,14, classificação segundo Pearson “baixa”. O coeficiente de determinação médio para 2 cm em 2012 foi 0,32, coeficiente muito baixo para se recomendar o modelo estudado.

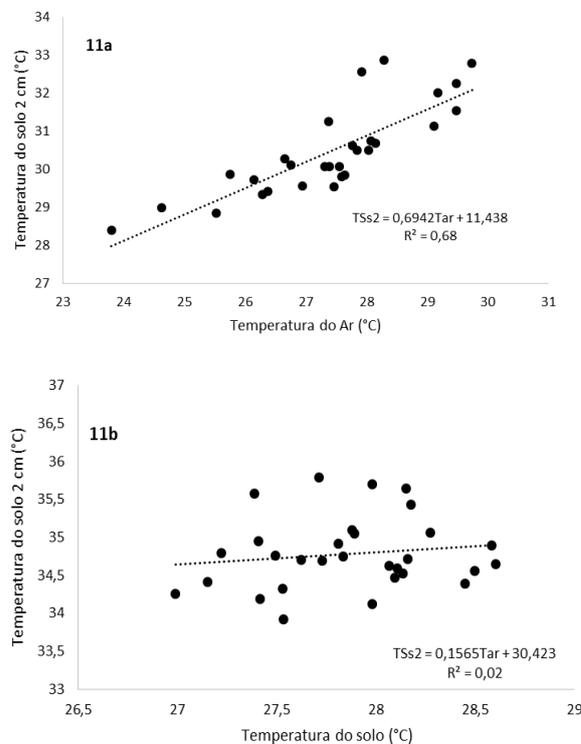
Tabela 6. Média da temperatura do solo a 2 cm e do ar diária para os meses de 2012 e respectivas equações estimada da temperatura do solo, correlação e classificação.

Mês	T_{ar} (°C)	T_{Ss} 2 cm (°C)	Equação	R^2	r	Classificação
Janeiro	28,07	31,18	$T_{Ss2} = 1,1084T_{ar} + 0,0308$	$R^2 = 0,40$	0,63	Alta
Fevereiro	27,41	30,46	$T_{Ss2} = 0,6942T_{ar} + 11,438$	$R^2 = 0,68$	0,82	Muito alta
Março	28,01	31,83	$T_{Ss2} = 0,5278T_{ar} + 17,041$	$R^2 = 0,21$	0,46	Moderada
Abril	28,23	31,36	$T_{Ss2} = 0,7789T_{ar} + 9,3729$	$R^2 = 0,49$	0,70	Muito alta
Maio	28,38	32,85	$T_{Ss2} = 0,3285T_{ar} + 23,528$	$R^2 = 0,23$	0,47	Moderada
Junho	27,78	31,46	$T_{Ss2} = 1,6153T_{ar} - 13,42$	$R^2 = 0,54$	0,74	Muito alta
Julho	23,67	26,68	$T_{Ss2} = 0,5344T_{ar} + 16,303$	$R^2 = 0,07$	0,27	Baixa
Agosto	27,80	33,74	$T_{Ss2} = 0,1562T_{ar} + 29,394$	$R^2 = 0,03$	0,17	Baixa
Setembro	27,86	34,78	$T_{Ss2} = 0,1565T_{ar} + 30,423$	$R^2 = 0,02$	0,14	Baixa
Outubro	28,09	35,71	$T_{Ss2} = 0,3602T_{ar} + 25,611$	$R^2 = 0,12$	0,35	Moderada
Novembro	27,87	35,62	$T_{Ss2} = 0,7046T_{ar} + 15,982$	$R^2 = 0,34$	0,59	Moderada
Dezembro	28,40	35,51	$T_{Ss2} = 0,8364T_{ar} + 11,757$	$R^2 = 0,44$	0,66	Alta
Média	27,63	32,60	-	$R^2 = 0,32$	-	-

As Figuras 11a e 11b apresentam os gráficos de dispersão, para os dois meses extremos já discutidos. No mês de fevereiro a correlação foi melhor, provavelmente por ter sido um mês com a presença de chuvas, corroborando com os resultados encontrados no primeiro semestre chuvoso de 2011. Já o mês de setembro destaca-se negativamente com a pior estimativa dos dois anos estudados. Percebe-se um grande espalhamento dos pares de

dados em torno da linha de tendência. A baixa correlação encontrada desaprova totalmente o modelo para uso neste mês.

Figura 11. Diagramas de dispersão para a temperatura do solo a 2 cm de profundidade em função da temperatura do ar, correspondente ao período de fevereiro (11) e setembro (11) do ano de 2012.



Fonte: Tecla Ticiane

Para a profundidade de 20 cm, Tabela 7, os resultados não foram muito diferentes de 2 cm, como pode-se observar pelo valor médio anual do coeficiente de determinação no valor de 0,16. O mês de fevereiro apresentou-se como o menos ruim com R^2 de 0,52; e “r” de 0,72 e classificação segundo Pearson foi “alta”. O mês de setembro, mais uma vez destacou-se como o pior, com R^2 de 0,01, e “r” de 0,05 e classificação segundo Pearson foi “Muito baixa”. A explicação para o fraco desempenho do método para 20 cm de profundidade pode estar associada ao fato de que as trocas de energia entre a atmosfera e o solo ficam mascaradas em condições de seca e à medida em que se aprofunda no solo. Sugere-se que futuramente sejam desenvolvidos outros trabalhos específicos a fim de estudar essa relação atmosfera-solo. Só assim pode-se obter uma resposta mais confiável.

Tabela 7. Média da temperatura do solo a 20 cm e do ar diária para os meses de 2012 e respectivas equações estimada da temperatura do solo, correlação e classificação.

Mês	T _{ar} (°C)	T _{ss 20 cm} (°C)	Equação	R ²	r	Classificação
Janeiro	28,07	31,12	T _{ss20} = 0,7415T _{ar} + 10,269	R ² = 0,27	0,52	Moderada
Fevereiro	27,41	30,35	T _{ss20} = 0,4651T _{ar} + 17,61	R² = 0,52	0,72	Alta
Março	28,01	31,57	T _{ss20} = 0,2191T _{ar} + 25,428	R ² = 0,07	0,26	Baixa
Abril	28,23	31,39	T _{ss20} = 0,1775T _{ar} + 26,372	R ² = 0,05	0,23	Baixa
Mai	28,38	32,59	T _{ss20} = 0,0953T _{ar} + 29,881	R ² = 0,04	0,20	Baixa
Junho	27,78	31,55	T _{ss20} = 1,2571T _{ar} - 3,4588	R ² = 0,48	0,69	Alta
Julho	23,67	26,69	T _{ss20} = 0,2456T _{ar} + 24,035	R ² = 0,02	0,15	Baixa
Agosto	27,80	33,21	T _{ss20} = 0,1091T _{ar} + 30,175	R ² = 0,02	0,13	Baixa
Setembro	27,86	34,22	T _{ss20} = 0,0453T _{ar} + 32,955	R² = 0,01	0,05	Muito baixa
Outubro	28,09	35,12	T _{ss20} = 0,1503T _{ar} + 30,903	R ² = 0,05	0,23	Baixa
Novembro	27,87	35,15	T _{ss20} = 0,3184T _{ar} + 26,272	R ² = 0,21	0,46	Moderada
Dezembro	28,40	34,98	T _{ss20} = 0,258T _{ar} + 27,65	R ² = 0,19	0,60	Alta
Média	27,63	32,33	-	R ² = 0,16	-	-

Finalmente, verificou-se uma pequena variação da temperatura do ar e do solo entre os anos chuvoso de 2011 e o ano seco de 2012. O ano chuvoso registrou temperaturas médias do ar de 26,86 °C com mínima de 25,51 °C e máxima de 28,05 °C. Em 2012 esses valores foram em média de 27,63 °C; mínima de 23,67 °C e máxima de 28,40 °C. Para profundidade a 2 cm em 2011 os valores foram: média 30,04 °C, mínima 28,18 °C e máxima 30,25 °C. Em 2012 foram registrados média de 32,60 °C, mínima de 30,46 °C e máxima de 35,71 °C. Para a profundidade de 20 cm em 2011 a média foi de 30,07 °C, mínima de 28,27 °C e máxima de 31,17 °C. Em 2012 foram registradas média de 32,33 °C, mínima de 30,35 °C e máxima de 35,15 °C. As temperaturas a 2 cm de profundidade apresentaram-se sempre maiores que a de 20 cm, principalmente no segundo semestre de cada ano. O ano seco apresentou temperaturas mais elevadas que o ano chuvoso. A amplitude térmica anual do ar foi de 2,54 °C em 2011 contra 4,73 °C em 2012. Para 2 cm de profundidade, as amplitudes térmicas anuais foram de 2,07 e 5,25 °C, respectivamente, para os dois anos, chuvoso e seco. Já para 20 cm, as amplitudes foram de 2,9 °C em 2011, e de 4,8 °C em 2012. De todas as temperaturas medidas o valor máximo médio mensal registrado foi de 35,71 °C em outubro de 2012. Corroborando esses fatos, Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) descreveram que a temperatura do ar influencia na temperatura das camadas superficiais do solo. Tal fato ressalta a influência da temperatura do ar sobre a dinâmica da temperatura no perfil do solo. Moura e Querino (2010) analisando a temperatura do solo em um manguezal tropical constataram que as temperaturas das camadas mais próximas à superfície foram um pouco mais elevadas do que as mais

profundas no período de estiagem e esta relação se inverteu substancialmente no período chuvoso.

Dos parâmetros estudados, a radiação solar teve mais influência na menor profundidade 2 cm do que na maior de 20 cm. Segundo Rao, Silva e Moreira (2005), as temperaturas nas camadas mais próximas à superfície (entre 2 e 10 cm) variam mais facilmente em relação as demais, tendendo a serem mais amenas nos momentos em que o solo tem menos influência do calor oriundo da radiação e o oposto, onde há maiores temperaturas nas ocasiões em que existe maior influência deste calor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com bases nos dados apresentados observou-se que a temperatura do solo varia com a profundidade, com a camada mais superficial se aquecendo mais por receber maior incidência da radiação solar.

Em épocas de maior precipitação pluviométrica a temperatura do solo a 2 cm foi mais amena em relação a profundidade de 20 cm. O período seco apresentou uma amplitude térmica maior quando comparada com o período chuvoso, além de maiores variações com a profundidade.

Com relação aos elementos meteorológicos analisados os maiores valores de temperatura do ar foram verificados em dias de maior incidência de radiação solar e maiores velocidades do vento, com comportamento inversamente proporcional à umidade relativa do ar.

A metodologia apresentada gerou equações que se ajustaram bem para o ano chuvoso, principalmente no primeiro semestre, apresentando restrições para os períodos secos. As equações ajustadas para a profundidade de 2 cm apresentaram melhores correlações do que aquelas geradas para 20 cm de profundidade.

A temperatura do solo depende de fatores meteorológicos como a radiação solar, temperatura do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e a velocidade do vento.

REFERÊNCIAS

Alfonsi, R. R., & Sentelhas, P. C. (1996). Estimativa da temperatura do solo através da temperatura do ar em abrigo meteorológico. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 4, 57-61.

- Alves, E. D. L., & Biudes, M. S. (2012). Padrões da temperatura do ar e da umidade relativa: estudo de caso no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso. *Boletim de Geografia*, 30, 5-16. Universidade Estadual de Maringá. Recuperado em <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v30i3.13114>.
- Alves, E. D. L., Santos, B. C., & Neves, G. Z. F. (2016, outubro). A temperatura do ar na cidade de Iporá (GO): análise espacial em cidade de pequeno porte. *Anais do Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, Goiânia, GO, Brasil, 12. Recuperado em [http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho\(8\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho(8).pdf).
- Ayoade, J. O. (2010). *Introdução à climatologia para os trópicos* (6a. ed.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Bao, X., Zhu, X., Chang, X., Wang S., Xu, B., Luo, C., Zhang, Z., Wang, Q., Rui, Y., & Cui, X. (2016). Effects of soil temperature and moisture on soil respiration on the Tibetan plateau. *PLOS ONE*, 11, 9-15.
- Belan, L. L., Xavier, T. M. T., Torres, H., Toledo, J. V., & Pezzopane, J. E. M. (2013). Dinâmica entre temperaturas do ar e do solo sob duas condições de cobertura. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 11, 147-154.
- Campos, C. G. C., Vieira, H. J., Back, A. J., & Silva, A. L. (2013). Fluxos de radiação solar global em vinhedos de altitude de São Joaquim-SC. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35, 722-729.
- Carneiro, R. G., Moura, M. A. L., Silva, V. P. R., Silva Junior, R. S., Andrade, A. M. D., & Santos, A. B. (2014). *Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica*.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (353 p.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Gasparim, E., Ricieri, R. P., Silva, S. L., Dallacort, R., & Gnoatto, E. (2005). Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27, 107-115.
- Geiger, R. (1980). *Manual de micrometeorologia* (556 p.). Lisboa: Calouste Gulbenkian. Recuperado de <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>.
- Medeiros, R. M., Tavares, A. L., Kascar, C. B., Silva, J. A. S., & Silva, V. P. R. (2012). Metodologias de cálculo da temperatura média diária do ar: aplicação para os municípios de Parnaíba, picos e Gilbués, PI. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 6, 283-295.
- Moura, M. A. L., & Querino, C. A. S. (2010). Variação sazonal do fluxo de calor no solo dentro de um manguezal tropical. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14, 296-302.

- Pereira, A. R., Angelocci, L. R., & Sentelhas, P. C. (2007). Meteorologia Agrícola. *Departamento De Ciências Exatas*, 173.
- Pereira, A. R., Angelocci, L. R., & Sentelhas, P. C. (2002). *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*.
- Pillar, V. D. (1995). *Clima e vegetação*. Recuperado em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>.
- Rao, T. V. R., Silva, B. B., & Moreira, A. A. (2005). Características térmicas do solo em Salvador, BA. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9, 554-559.
- Santos, D. M., Araujo, S. M., Araujo, K. D., Rosa, P. R. O., & Pazera Júnior, E. (2009). Variabilidade temporal da radiação solar e insolação no Município de Araguaína - TO. *Revista Raega*, 18, 35-40.
- Silva, M. F. A., Santos, M. N., Santos, C. E. L., & White, B. L. A. (2016). Avaliação da temperatura do solo, temperatura do ar e umidade relativa do ar em uma clareira de mata atlântica no município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil. *Agroforestalis News*, 1, 58-62.
- Tavares, V. C., Arruda, I. R. P., & Silva, D. G. (2019). Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. *Geosul*, 34, 385-405.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola; O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

LEVANTAMENTO PARTICIPATIVO E FORMAÇÃO CONTINUADA SOBRE PLANTAS MEDICINAIS CULTIVADAS NO MUNICÍPIO DE SERRARIA-PB

PARTICIPATORY SURVEY AND ONGOING TRAINING ON MEDICINAL PLANTS GROWN IN THE MUNICIPALITY OF SERRARIA-PB

Juliana Ferreira de Lima¹; João Gomes de Oliveira Neto ¹; Alexandre Eduardo de Araújo ²;
Dalila Alves da Silva ³; José Tavares de Freitas⁴.

¹Universidade Federal da Paraíba, Campus III, S/N. Mestres em Ciências Agrárias (Agroecologia), e-mails: julianacavnufpb@hotmail.com; j.dalila.neto@gmail.com; ² Professor da UFPB/CCHSA, Campus III, alexandreeduardodearaujo@hotmail.com; ³Nutricionista pela Universidade Católica de Brasília-DF, e-mail: Alves.dalila@gmail.com; ⁴Bacharelando em Agroecologia UFPB/CCHSA, Campus III, Bananeiras – PB. tavareshoffman@gmail.com.

RESUMO

As plantas medicinais podem ser utilizadas como uma alternativa ou de forma complementar para os tratamentos medicinais convencionais, sendo este conhecimento transmitido ao longo das gerações de pais para filhos, valorizando-se assim os conhecimentos tradicionais dos antepassados. Este trabalho foi desenvolvido no mês de abril de 2018 no município de Serraria, e, o objetivo do estudo foi fazer um levantamento sobre o conhecimento e uso de plantas medicinais por agricultores familiares do município de Serraria-PB. A atividade foi dividida em 3 etapas: ¹levantamento participativo das principais plantas medicinais utilizadas pelos agricultores da Comunidade Matinha, Zona Rural de Serraria-PB; ²confecção de folhetim informativo com informações das plantas identificadas na etapa anterior; ³Atividade de formação continuada (oficina) sobre produção e uso de plantas medicinais com agricultores, agricultoras e jovens agricultores participantes da Feira da Agricultura Familiar de Serraria-PB (FAFS) e representantes de equipe de produção e comercialização de flores, além de dois estudantes do programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) da UFPB, Campus III que atuaram como facilitadores. Foram produzidas 200 mudas de plantas medicinais a partir da técnica da estaquia, além da socialização de diversos saberes locais. As plantas medicinais se constituem em uma importante estratégia para as famílias rurais no que diz respeito a economia na aquisição de remédios, podendo ser uma fonte de renda extra quando comercializadas em feiras ou demais pontos de comercialização, tendo como um de seus maiores benefícios a acessibilidade em seus quintais e hortas, a toda hora, sem gastos adicionais.

Palavras-chave: Agroecologia. Conhecimento local. Resgate.

ABSTRACT

Medicinal plants can be used as an alternative or complementary to conventional medicinal treatments, and this knowledge is passed on through generations of parents to children, thus valuing the traditional knowledge of ancestors. This study was developed in April 2018 in the municipality of Serraria, and the objective of the study was to make a survey about the knowledge and use of medicinal plants by family farmers in the municipality of Serraria-PB. The activity was divided into 3 stages: ¹ Participatory survey of the main medicinal plants used by the farmers of Matinha Community, Rural Zone of Serraria-PB; ² preparation of information leaflet with information of plants identified in the previous step; ³ Continuous training activity (workshop) on production and use of medicinal plants with farmers, farmers and young farmers participating in the Serraria-PB Family Farming Fair (FAFS) and representatives of flower production and marketing team, as well as two students from the Graduate program in Agricultural Sciences (Agroecology) of UFPB, Campus III that acted as facilitators. 200 seedlings of medicinal plants were produced from the cutting technique, in addition to the socialization of various local knowledge. Medicinal plants are an important strategy for rural families with regard to the economy in the purchase of medicines, and can be a source of extra income when marketed at fairs or other points of sale, having as one of their greatest benefits accessibility. in your backyards and vegetable gardens, all the time, at no extra cost.

Keywords: Agroecology. Local knowledge. Rescue.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Berg (1987), a utilização de plantas medicinais caseira, é praticada desde os primórdios da civilização humana. Na pré-história, o homem procurava amenizar suas dores ou tratar suas moléstias através da ação dos princípios ativos existentes nos vegetais, embora de modo totalmente empírico ou intuitivo baseado em descobertas ao acaso. Essa conduta pode, ainda, ser observada entre os povos primitivos, isolados, como algumas tribos indígenas da América do Sul.

Segundo Lameira e Pinto (2008): “No Brasil, as primeiras referências sobre plantas medicinais são atribuídas ao padre José de Anchieta e a outros jesuítas que aqui viveram durante os tempos coloniais, sendo bastante utilizadas pelos indígenas que transmitiram as

informações para imigrantes europeus e escravos africanos. Essa utilização pelos negros, durante cem anos no movimento dos quilombos, concorreu fortemente para o estabelecimento de uma rica medicina popular. ”

Matos (1987) relata que da década de 50 até a década de 70, as plantas medicinais foram marginalizadas devido à asção da química orgânica que promoveu a medicina alelopática, contudo a partir a partir da década de 80, ouve uma revalorização desse conhecimento popular como fonte de propriedades curativas de baixo custo.

As plantas medicinais têm uma importância social econômica e ambiental. No aspecto social, têm papel fundamental para as populações menos favorecidas. No Brasil, como em muitas outras partes doo mundo, a medicina fitoterápica é praticada tanto por curandeiros populares, para os quais a prática da fitoterapia é parte integral da cultura tradicional, quanto por fitoterâpetas profissionais. (Lameira & Pinto, 2008).

No aspecto econômico há um expressivo mercado mundial dos medicamentos fitoterápicos. Sendo também importante para os tratamentos alternativos para populações rurais, povos tradicionais, e para quem busca um tratamento mais natural para algumas enfermidades, sendo uma alternativa de medicamentos de baixo custo e de fácil manutenção.

Já no aspecto ambiental, como relata Pimentel (1994): “As plantas são ao mesmo tempo prisioneiras e modeladoras de seu meio ambiente. A solução para encontrar uma determinada espécie é conhecer as condições ambientais e o habitat mais favorável a ela. ” Sendo assim, quanto mais biodiverso o habitat mais planta com princípios medicinais é possível identificar e assim, analisar suas possíveis propriedades terapêuticas.

A conservação de ecossistemas naturais é importante para identificação de plantas medicinais e suas possíveis formas de usos, pois de acordo com Lameira e Pinto (2008), a exploração de plantas de uso medicinal da flora nativa, através da extração direta (extrativismo), tem levado a redução dessas espécies, sendo importante o incentivo de suas multiplicações a partir da domesticação e posterior cultivo em quintais ou hortos medicinais comunitários.

Ainda de acordo com Lameira e Pinto (2008), o cultivo racional de plantas medicinais é uma etapa primordial, uma vez que estas não requerem grandes áreas, nem dependem de

custos elevados para suas implantações, sendo uma alternativa de cultivo para quintais urbanos e rurais.

As plantas medicinais podem ser utilizadas como uma alternativa ou complementar para tratamentos medicinais convencionais, conhecimento transmitido ao longo das gerações de pais para filhos, valorizando-se assim os conhecimentos tradicionais dos antepassados.

No Brasil existem diversidades e peculiaridades, com concepções, opiniões, valores, conhecimentos, práticas e técnicas diferentes, que precisam ser incorporadas e respeitadas no cotidiano, influenciadas por hábitos, tradições e costumes. O conhecimento e uso das plantas medicinais têm sido estimados, baseando em algumas variáveis sociais. (Nogueira, 1983)

Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada nº 48/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária [ANVISA] (2004) “fitoterápicos são medicamentos preparados exclusivamente com plantas ou partes de plantas medicinais (raízes, cascas, folhas, flores, frutos ou sementes), que possuem propriedades reconhecidas de cura, prevenção, diagnóstico ou tratamento sintomático de doenças, validadas em estudos etnofarmacológicos, documentações tecnocientíficas ou ensaios clínicos de fase 3. Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia as plantas medicinais estão tendo seu valor terapêutico pesquisado e ratificado pela ciência e vem crescendo sua utilização recomendada por profissionais de saúde.”

De acordo com sua ação nos organismos as plantas medicinais podem ser classificadas segundo Arnous, Santos, & Beinner (2005), como: estimulantes, calmantes, emolientes, fortificantes, de ação coagulante, diuréticas, sudoríferas, hipotensoras, de função reguladora intestinal, colagogas, depurativas, remineralizantes e reconstituintes.

O objetivo do estudo foi fazer o levantamento das plantas medicinais existentes nas propriedades de agricultores (as) da feira da agricultura familiar de Serraria-PB, e promover uma formação continuada sobre plantas medicinais para os agricultores do município.

2 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido no mês de abril de 2018 no município de Serraria, na mesorregião do agreste paraibano e microrregião do brejo, localizado no território da

Borborema, conforme classificação do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), com uma área de 65,299 km², com uma população estimada de 6.093 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2018).

A partir do levantamento realizado no Sítio Matinhas, Zona Rural do município de Serraria-PB, com 18 agricultoras (es) familiares das comunidades Matinhas, PA Campo Verde II e PA Cajazeiras. O trabalho foi dividido em 3 etapas, que serão melhor detalhadas a posterior:

1. Levantamento participativo das principais plantas medicinais utilizadas pelos agricultores da Comunidade Matinha, Zona Rural de Serraria-PB;
2. Confeção de folheto informativo com informações das plantas identificadas na etapa anterior;
3. Atividade de formação continuada (oficina) sobre produção e uso de plantas medicinais com agricultores, agricultoras e jovens agricultores participantes da Feira da Agricultura Familiar de Serraria-PB e representantes de equipe de produção e comercialização de flores, e, dois estudantes do programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) da UFPB, Campus III que atuaram como facilitadores.

Na primeira etapa do estudo ocorreu de forma participativa, através do registro fotográfico e coleta de algumas plantas medicinais conhecidas popularmente pelos agricultores (a), a partir de uma conversa participativa entre todos. Na segunda etapa do trabalho realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre as plantas medicinais identificadas na primeira etapa, que junto com as informações obtidas com os agricultores, subsidiou um folheto informativo com as plantas até então identificadas. Na terceira etapa, ocorreu uma oficina para produção de mudas de algumas plantas medicinais, como estratégia de resgate e fortalecimento do conhecimento do referido assunto, além da partilha de vários conhecimentos e saberes locais por parte dos agricultores e agricultoras presentes.

Para reconhecimento, nomenclatura e identificação de formas de preparos (receitas) realizou-se uma conversa colaborativa com os agricultores e agricultoras, detentores do conhecimento empírico a respeito dessas plantas. Foi realizada a sistematização das informações obtidas e dispostas no tópico a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Levantamento participativo de plantas medicinais com agricultores (as) familiares do Sítio Matinhas, Serraria-PB

A partir do levantamento foram identificadas as principais plantas medicinais comuns a várias propriedades rurais, a partir de então, percebeu-se a necessidade de realizar uma atividade de multiplicação de plantas medicinais para os agricultores da feira da agricultura familiar de Serraria-PB, a fim de fortalecer essa dinâmica e reintroduzir alguns cultivares, podendo gerar também uma renda complementar futura a partir da comercialização das referidas plantas para chás, lambedores ou mesmo as mudas para cultivos em hortas e quintais urbanos, conforme descritas a seguir, tendo como referência informações advindas dos conhecimentos prévios dos agricultores e agricultoras familiares do perímetro rural em estudo.

3.1.1 *Arruda (Ruta graveolens L.)*

A arruda (figura 1) é originária da Europa meridional, da família da Rutaceae, tem propriedades adstringente, analgésica (reduz a dor), antiasmática, antiepiléptica, antiespasmódica (reduz contrações musculares involuntárias), anti-helmíntica (elimina vermes), anti-histérica, anti-inflamatória, antinevrálgica (redução de dores do sistema nervoso), bactericida (mata bactérias), calmante, carminativa (eliminador de gases intestinais), cicatrizante. Suas folhas são utilizadas popularmente na região na forma de chá para o tratamento de distúrbios menstruais, inflamações na pele, dor de ouvido, dor de dente, febre, câimbras, doenças do fígado, verminose e como abortivo.

Figura 1: Arruda (*Ruta graveolens L.*).



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.2 *Baboza (Aloe vera (L.) Burm. f.)*

A baboza (figura 2), é originária da África, da família Asphodelaceae (anteriormente Liliaceae), tem propriedades Cicatrizante, antimicrobiana, emoliente (hidratante da pele). Suas folhas são utilizadas popularmente na região como cicatrizantes, hidratantes para cabelos, tratamento de queimaduras, piolhos e caspas.

Figura 2: Baboza (*Aloe vera (L.) Burm. f.*)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.3 *Boa noite branca (Catharanthus roseus)*

A boa noite branca (figura 3), encontrada em praticamente todos os terreiros visitados, pertence à família Apocynaceae (Angiospermas), é originária de Madagascar (não se tem certeza, mas isso é de acordo com indicações de estudiosos). É uma planta pantropical, no Nordeste é mais cultivada como planta ornamental para embelezar jardins. Suas flores são utilizadas, popularmente na região, maceradas e o líquido resultante desta maceração é utilizado para dor de ouvido.

Figura 3: Boa noite branca (*Catharanthus roseus*)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.4 *Capim santo (Cymbopogon citratus)*

O capim santo (figura 4), bem utilizada não apenas por agricultores, mas também por urbanos do município, é originário da Índia, da família Poaceae, tem ação calmante, analgésico (dores do estômago), digestivo, dentre outras.

É uma erva aromática anual, forma touceiras, suas folhas são eretas ou curvas. Suas folhas são utilizadas popularmente na região na forma de chá. De acordo com os conhecimentos populares, abordados pelos agricultores na oficina que será abordada a posterior, a utilização do chá de capim santo durante a gestação e lactação serve como um estimulante à lactação.

Figura 4: Capim santo (*Cymbopogon citratus*)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.5 Erva cidreira (*Melissa officinalis* L)

A erva cidreira (figura 5) é originária da Europa e Ásia, da família Labiatae (Lamiaceae), tem propriedades Calmante, bacteriostática. Popularmente, suas folhas e flores são utilizadas na forma de chá como calmante nos casos de insônia e como medicação contra dispepsia, gripes, bronquite crônica, para normalizar as funções gastrintestinais, cólica menstrual, diarreia e nervosismo.

Figura 5: Erva cidreira (*Melissa officinalis* L)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.6 Hortelã da folha grossa (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng)

A hortelã da folha grossa (figura 6) originário da África, família Lamiaceae. Tem propriedades Cicatrizante, anti-inflamatório, protetor da mucosa bucal. Popularmente é utilizado para cicatrização de feridas, febre, asma, tosse, bronquite.

Figura 6: Hortelã da folha grossa (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.7 Hortelã da folha miúda (*Mentha villosa*)

A hortelã da folha miúda (figura 7), também usada como condimento, é uma das mais antigas plantas medicinais, originária da Inglaterra. Tem propriedades sedativa, cicatrizante e desinfetante, além de apresentar ótimos resultados para o tratamento de febre, prisão de ventre, e dores abdominais.

Figura 7: Hortelã da folha miúda (*Mentha villosa*)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.8 Mastruz (*Dysphania ambrosioides*)

O mastruz (figura 8), é nativo da América Central e do Sul é da família das Amaranthaceae, contêm propriedades vermífugas, antibióticas, antifúngicas, digestivas, antioxidantes, anti-inflamatórias e cicatrizantes. É utilizado no tratamento de vermes, tem efeito expectorante nas doenças respiratórias e combate problemas digestivo.

Figura 8: Mastruz (*Dysphania ambrosioides*)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.9 *Quebra pedra* (*Phyllanthus niruri* L.)

A planta conhecida como quebra pedras (figura 9) é originária das regiões tropicais, da família Euphorbiaceae, tem propriedades diurética, aperiente (abre o apetite), analgésica, relaxante muscular, anti-infecciosa. Toda a planta é utilizada popularmente na região para o tratamento dos rins a fim de eliminar as pedras dos rins. Sendo contraindicada durante a gravidez.

Figura 9: Quebra pedra (*Phyllanthus niruri* L.)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.10 *Romã* (*Punica granatum* L)

A romã (figura 10) é Originária da Ásia, da família Punicaceae, tem propriedades diurético, vermífugo, antisséptico (contenção de microrganismos). Popularmente, a casca do fruto é utilizada para tratamento de inflamações na boca e na garganta. Também podem ser utilizadas a casca da árvore, raiz, caule e fruto. Sendo também utilizada como cicatrizante e antisséptico.

Figura 10: Romã (*Punica granatum* L)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.11 Sabugueiro (*Sambucus nigra* L.)

O sabugueiro (figura 11), é nativo da Europa, da família Adoxaceae. É utilizado suas flores, folhas, frutos, raízes e entrecasca. O chá de sabugueiro feito com as flores desidratadas é utilizado para febres, resfriados e para eliminar o catarro.

Já as raízes são utilizadas como diurético, laxativo e antirreumática. A entrecasca pode ser utilizada como cicatrizante, antisséptico e anti-inflamatório. As folhas também são utilizadas como diuréticas.

Figura 11: Sabugueiro (*Sambucus nigra* L.)



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.12 Manjeriço menino (*Ocimum basilicum*)

O manjeriço menino (figura 12), também conhecido por manjeriço da folha miúda, é nativo da Índia e da Ásia, família da Lamiaceae, alivia a tosse, diminuem o estresse, asma e alergias e é utilizado em forma de chá para mulheres gestantes quando estas estão perdendo sangue evitando assim o aborto.

Figura 12: Manjeriçao menino (*Ocimum basilicum*)



Fonte: arquivo pessoal.

3.2 Oficina de Produção de Mudanças de Plantas Medicinais

Como resultado da pesquisa participativa confeccionou-se um folheto informativo, conforme a figura 13. O referido material servirá como socialização da importância dessas plantas, além de ser um resgate e valorização da cultura local. Todas as informações de indicação e contraindicação constadas no folheto informativo foram colocadas de acordo com os relatos dos agricultores e agricultoras participantes das atividades desenvolvidas em todas as etapas deste trabalho.

Figura 13: Folheto informativo com plantas medicinais identificadas no Sítio Matinhas.

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias
Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia)

Levantamento participativo de plantas medicinais cultivadas no Sítio Matinha, Serraria-PB

<p>Arruda (<i>Ruta graveolens</i> L.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chá ✓ tratamento de distúrbios menstruais, ✓ inflamações na pele, ✓ dor de ouvido, ✓ dor de dente, ✓ febre, ✓ câimbras, ✓ doenças do fígado, ✓ verminose e, ✓ abortivo. 	<p>Baboça (<i>Aloe vera</i> (L.) Burm. f.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Folhas ✓ cicatrizantes, ✓ hidratantes para cabelos, ✓ tratamento de queimaduras, ✓ piolhos e caspas. 	<p>Hortelã da folha miúda (<i>Mentha villosa</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sedativa, ✓ cicatrizante e, ✓ desinfetante, ✓ tratamento de febre, ✓ prisão de ventre, ✓ dores abdominais. 	<p>Capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chá ✓ Ação calmante. 	<p>Hortelã da folha grossa (<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ cicatrização de feridas, ✓ febre, ✓ asma, ✓ tosse, ✓ bronquite. 	<p>Boa noite branca (<i>Catharanthus roseus</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Flores ✓ dor de ouvido.
<p>Mastruz (<i>Dysphania ambrosioides</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tratamento de vermes, ✓ tem efeito expectorante nas doenças respiratórias, ✓ combate problemas digestivo. 	<p>Manjeriçao menino (<i>Ocimum basilicum</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ alivia a tosse, ✓ diminuem o estresse, ✓ asma e alergias ✓ chá para gestantes quando estas estão perdendo sangue evitando assim o aborto. 	<p>Erva cidreira (<i>Melissa officinalis</i> L.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Folhas e flores → chá ✓ calmante nos casos de insônia ✓ medicação contra gripes e bronquite crônica ✓ normalizar as funções gastrointestinais. 	<p>Quebra pedra (<i>Phyllanthus niruri</i> L.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tratamento de pedras nos rins. 	<p>Romã (<i>Punica granatum</i> L.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Casca do fruto ✓ tratamento de inflamações na boca e na garganta. 	<p>Sabuqueiro (<i>Sambucus nigra</i> L.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chá → flores desidratadas ✓ utilizado para febres, resfriados e para eliminar o calarço.

Fonte: Autor

Como parte integrante da pesquisa social, realizamos a socialização conteúdo aqui apresentado em uma oficina de produção de plantas medicinais, realizada no dia 13 de abril de 2018 das 8-12h00, no Projeto de Assentamento (PA) Campo Verde II. A atividade foi realizada na propriedade de Dona Ivonete e Senhor Arnaldo, produtores agroecológicos que fazem parte do Organismo de Controle Social (OCS) da Associação da Feira da Agricultura Familiar de Serraria-PB, Cadastrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como, autorizada assim, para venda direta de alimentos orgânicos.

O público atendido foi composto por agricultores, agricultoras e jovens agricultores familiares integrantes da OCS supracitada e membros de uma equipe que se propõe à produção e comercialização de flores no referido município, totalizando 24 participantes de diversas localidades do município: Sítio Saboeiro, Sítio Matinhas, Sítio Salamandra, PA Campo Verde II, PA Cajazeiras e centro urbano, o que enriqueceu a dinâmica social ofertando mais conhecimento a todos os presentes.

Os facilitadores da atividade, mestrandos que atuaram na pesquisa social aqui descrita, basearam-se no saber coletivo e participativo para realização da mesma, sendo assim, todos os presentes foram responsáveis pela partilha do conhecimento, o que resultou em um ambiente diverso e rico em saberes.

A maior parte das plantas medicinais se propaga a partir de sementes ou estacas. Na referida atividade com os agricultores realizou-se a produção de mudas a partir da estaquia (figura 14) em sacos de polietilenos (figura 15) com um composto (figura 16) de terra vegetal esterco bovino na proporção de 3X1 preparado junto com os agricultores. Tanto o esterco quando a terra vegetal, foram obtidos na propriedade onde realizava-se a oficina.

Figura 14: Material vegetativo para produção das mudas de plantas medicinais.



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 15: Preparo dos saquinhos para recebimentos das estacas de plantas medicinais.



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 16: Composto utilizado (terra vegetal + esterco bovino) na produção das mudas.



Fonte: arquivo pessoal.

Além das plantas medicinais identificadas, realizou a multiplicação das culturas mais utilizadas na região para chá, lambedouros, cicratização, dentre outras, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Plantas medicinais partilhadas pelos agricultores (as) para multiplicação na oficina de produção de plantas medicinais no dia 13 de abril de 2018 no PA Campo Verde II.

Cultivar	Utilização
Agrião (<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.)	Popularmente utilizado como anti-inflamatório, para tosses e bronquites. Utiliza-se as folhas e os ramos verdes para o preparo do lambedor, preferencialmente com mel de abelha urucu.
Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	Suas folhas secas e partes florais são utilizadas como diurético, sedativo e para o tratamento da caspa e queda de cabelo, de acordo com falas dos agricultores presentes na atividade.
Boldo nacional (<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews)	Também conhecido como falso boldo, suas folhas são usadas para tratamento alternativo de doenças hipotensoras, cardioativa, antisséptica, calmante e antirreumática.
Citronela (<i>Cymbopogon nardus</i> L.)	Utilizada na região como repelente para insetos, aromatizadora, bactericida e calmante, sendo muito utilizada na confecção de cosméticos.
Erva doce (<i>Pimpinella anisum</i> L.)	Muito utilizada no combate à má digestão, gases, dor de barriga ou artrite, ou simplesmente como chá calmante.
Louro (<i>Laurus nobilis</i> L.)	Utilizado como relaxante muscular, pois alivia dores e contusões.
Manjeriço (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	Mais utilizado, na região, para o combate a tosse, febre, feridas, infecções na garganta e intestino. As folhas são utilizadas para o chá.
Saião (<i>Kalanchoe brasiliensis</i> Cambess)	Utilizada no tratamento de alterações estomacais, como indigestão ou dor de estômago, tendo, também, efeitos anti-inflamatório, antimicrobiano, anti-

hipertensivo e cicatrizante.

Além das plantas medicinais citadas anteriormente também foram produzidas mudas (figura 17) das que foram identificadas no levantamento participativo, contudo, também foi abordada outras plantas como finalidades medicinais que não estavam disponíveis para a produção de mudas, tais como o abacateiro, o coco catolé, a casca do caule do cajueiro vermelho, dentre outras.

Figura 17: Mudanças de plantas medicinais produzidas na oficina no PA Campo Verde II.



Fonte: arquivo pessoal.

Toda atividade foi realizada de maneira participativa (figura 18), onde todos puderam participar de todas as etapas da oficina, descritas a seguir, além de sugerirem aprimoramentos e partilharem os saberes sobre as culturas trabalhadas, trazendo os agricultores não apenas como meros expectadores da oficina, mas como protagonistas das ações desenvolvidas.

1. Apresentação dos participantes com uma dinâmica de boas-vindas, e, apresentação do objetivo da oficina;
2. Partilha e separação do material vegetativo de plantas medicinais trazidos pelos agricultores e estudantes;
3. Identificação de cada espécie partilhada;
4. Higienização dos materiais vegetativos e utensílios a serem utilizados para produção das estacas;
5. Atividade coletiva de identificação da utilização das plantas com fins medicinais (nessa etapa foram confeccionadas tarjas para identificação de cada cultura em seu referido saquinho, com algumas de suas utilizações);
6. Preparo do composto;

7. Enchimento dos saquinhos;
8. Plantio das estacas com rega natural, pois neste momento estava chovendo;
9. Avaliação da atividade.

Figura 18: Atividades coletivas na oficina de produção de mudas de plantas medicinais.



Fonte: arquivo pessoal.

Após o enraizamento das mudas, estas poderão ser transplantadas para canteiros, jardins, covas ou sulcos, além de vasos, ou mesmo comercializadas nos próprios saquinhos. Vale salientar que o cultivo de algumas plantas medicinais em canteiros de hortas, por exemplo, possibilita o controle de alguns insetos e lagartas, uma vez que estas, em sua grande maioria, têm aroma forte e liberam alguns princípios ativos que funcionam como repelentes naturais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas medicinais se constituem em uma importante estratégia para as famílias rurais no que diz respeito à economia na aquisição de remédios, podendo ser uma fonte de renda extra quando comercializado em feiras.

Um dos maiores benefícios das plantas medicinais para os agricultores é a acessibilidade em seus quintais e hortas, a toda hora, sem gastos adicionais.

O resgate, valorização e manutenção dessas culturas se fazem muito importantes, uma vez que geram autonomia para as famílias e valorização das experiências e conhecimentos populares dos agricultores.

A formação continuada foi muito importante, pois, mostrou aos agricultores do município que o uso de plantas medicinais em substituição de medicamentos convencionais é muito eficaz.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2004). Resolução RDC n° 48, de 16 de março de 2004. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. 2 - Accorsi WR. Medicina natural, um novo conceito. *A fórmula: guia de negócios*, 2(4), 5.
- Arnous, A. H, Santos A. S, & Beininger, R. P. C. (2005, jun.). Plantas medicinais de uso caseiro: conhecimento popular e interesse por cultivo comunitário. *Revista Espaço para a Saúde*, Londrina, 6(2), 1-6.
- Berg, M. E. van den. (1987). *Plantas medicinais da Amazônia: contribuição ao seu conhecimento sistemático*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Org.). (2018). *Infográficos: dados gerais do município*. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/serraria/panorama>.
- Lameira, O. A & Pinto, J. E. B. P. (2008). *Plantas medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Matos, F. J. A. (1987). *O formulário fitoterápico do professor Dias da Rocha* (ESAM. Coleção Mossoroense, 365). Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró.
- Nogueira, M. J. C. (1983). Fitoterapia popular e enfermagem comunitária. *Rev Esc Enf – USP*, 17(3), 275.
- Pimentel, A. A. M. P. (1994). *Cultivo de plantas medicinais na Amazônia* (114 p.). Belém: FCAP.

Agradecimentos

Agradecemos aos agricultores familiares que participaram da construção desse trabalho de maneira participativa e colaborativa, ambos resides nos Sítio Matinhas, Saboeiro, Salamandra e PA's Campo verde II e Cajazeiras, zona rural do município de Serraria-PB e participantes da Feira da Agricultura Familiar de Serraria-PB, além dos residentes da cidade que fazem parte junto com os agricultores da equipe de produção e comercialização de flores. Que a cada dia tenham a força e determinação necessária para seguirem nessa bela missão do cuidar da terra e da natureza.

MÉTODO DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN E THORNTHWAITE APLICADO AO MUNICÍPIO DE BOM JESUS - PI, BRASIL

KÖPPEN AND THORNTHWAITE CLIMATE CLASSIFICATION METHOD APPLIED TO THE MUNICIPALITY OF BOM JESUS - PI, BRAZIL

Raimundo Mainar Medeiros¹

¹Universidade Federal de Campina Grande – PB, mainarmedeiros@gmail.com

RESUMO

O clima é o resumo dos elementos meteorológicos observados e registrados durante um longo período de tempo tendo estreita afinidade com a vegetação da área estudada. Tem-se como objetivo estudar e realizar a classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite para o município de Bom Jesus- Piauí, gerando informações importantes para o planejamento e racionalização das suas diversas atividades produtivas e de políticas agropecuárias e de agronegócios, para as cooperativas e os agricultores em geral. Os dados meteorológicos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia, referentes à temperatura média mensal compensada do ar e pluviais precipitação pluviométrica mensal de período de 1960 a 2018. No modelo de Köppen o clima é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de Inverno). Nas classificações climáticas de Thornthwaite, utilizando-se o Balanço Hídrico e os índices: hídrico, aridez e umidade têm-se os seguintes tipos climáticos em conformidades com o cenário pluviométrico, no cenário seco o clima é árido; no cenário regular o clima é semiárido; nos cenários chuvoso e médio os tipos de climas encontrados foram subúmido seco. Entre os meses de dezembro a julho a temperatura média tem representação de 64% da média anual e nos meses de agosto a novembro é de 36% da flutuabilidade térmica anual. Entre os meses de novembro a abril tem 89% de representação do índice pluvial anual e entre os meses de maio a outubro sua representação é de 10%. Salienta-se que nos meses de julho e agosto não se observa ou registram índices pluviais.

Palavras-chave: Variações climáticas. planejamento agropecuário e agronegócios. irrigação.

ABSTRACT

Climate is the summary of meteorological elements observed and recorded over a long period of time having close affinity with the vegetation of the studied area. The objective is to study and perform the climate classification by the Köppen and Thornthwaite method for the

municipality of Bom Jesus - Piauí, generating important information for the planning and rationalization of its various productive activities and agricultural and agribusiness policies, for cooperatives. and farmers in general. Meteorological data were obtained from the National Institute of Meteorology for the monthly average compensated air temperature and rainfall. Mesnal rainfall from 1960 to 2018. In the Köppen model the climate is Aw (tropical climate with seasonal). winter drought). In the Thornthwaite climate classifications, using the Water Balance and the indices: water, aridity and humidity have the following climate types in accordance with the rainfall scenario, in the dry scenario the climate is arid; in the regular setting the climate is semiarid; In the rainy and medium scenarios the types of climates found were dry humid. From December to July the average temperature represents 64% of the annual average and from August to November is 36% of the annual thermal buoyancy. Between November and April it has 89% of the annual rainfall index and from May to October its representation is 10%. It is noteworthy that in July and August no rain rates are observed or recorded.

Keywords: Climate variation, agricultural and agribusiness planning, irrigation

1 INTRODU O

As inúmeras varia es espacialmente no clima s o determinadas pelas diferentes combina es dos processos atmosféricos, os quais produzem correspondentemente, um grande número de tipos climáticos. Como ferramentas científicas fundamentais, as classifica es climáticas possuem três objetivos que se inter-relacionam: ordenar grande quantidade de informa es; facilitar a rápida recupera o e comunica o. Entre os métodos de classifica es podemos citar as mais utilizadas classifica es: K ppen, Thornthwaite, Martonne e a classifica o de Sthraler.

Nóbrega (2010) afirmou que muitos dos sistemas de classifica o climática podem ser falhos e imprecisos quanto a sua aplicabilidade, dependendo do conjunto de variáveis que são aplicadas para a defini o das zonas climáticas e da forma com que estas variáveis são manipuladas. Todavia, a op o de um sistema de classifica o climática dependerá, basicamente, das particularidades intr secas   área e ao objetivo do estudo (Rossato, 2011).

Os conhecimentos das condi es climáticas de determinada região são necessárias para que se possam organizar estratégias, que visem o manejo adequado dos recursos naturais, planejando dessa forma, a busca por um desenvolvimento sustentável e a implementa o das práticas agrícolas e suas produtividades viáveis e seguras ao meio ambiente, (Costa,

Medeiros, Sousa, & Oliveira, 2014). A estimativa do balanço hídrico (BH) e a classificação climática são ferramentas indispensáveis para a determinação da aptidão de áreas para culturas agrícolas e no planejamento de sistemas de irrigação (Passos, Zambrzycki, & Pereira, 2017).

Medeiros, Holanda, Viana, & Silva (2018) aplicaram o modelo da classificação de Köppen para o Estado de Pernambuco utilizando o método de interpolação Kriging. As classificações indicadas mostraram-se muito sensíveis à orografia municipal, aos índices pluviométricos e às oscilações de temperatura resultando em três tipos climáticos, tipo “AS” em 108 municípios, o tipo semiárido quente com precipitação de verão e inverno seco “BSh”, foi registrado em 55 municípios e o tipo “Am” predominou em 20 municípios. O sistema de classificação climática Köppen é eficiente apenas para a macro escala e com baixa capacidade para separar os tipos de clima, levando em consideração a temperatura do ar, as chuvas e os elementos resultantes do balanço hídrico.

As condições climáticas e hidrológicas de uma determinada região são os principais parâmetros na estimativa das disponibilidades hídricas desse território. Estão nos estudos hidroclimatológicos as premissas básicas que nortearão o desenvolvimento dos trabalhos na definição do modelo de planejamento e gestão dos recursos hídricos a ser implementado (Medeiros, Sousa, & Gomes, 2013).

A classificação climática de Köppen é baseada principalmente na quantidade e distribuição de precipitação e temperatura, anual e mensal. Os elementos de temperatura e precipitação constituem critério inicial para a divisão dos tipos de clima. Por ser uma classificação climática com mais de século, a classificação de Köppen passou por algumas adaptações de outros autores, como a de Setzer (1966), que simplificou a classificação criando uma chave classificatória.

Pereira, Angelocci, & Sentelhas (2002) mostraram que os índices climáticos calculados pelo método do balanço hídrico, proveem de subsídios das disponibilidades hídricas ao longo do ano, através dos excedente hídrico, deficiência hídrica, retirada e reposição de água no solo. A partir desses valores anuais foram determinados os índices que promulgam a disponibilidade hídrica, de acordo com os índices climáticos de Thornthwaite (1955).

Tem-se como objetivo estudar e realizar a classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite para o município de Bom Jesus, Piauí, referente ao período de 1960-2018, gerando informações para o planejamento e racionalização das suas diversas atividades

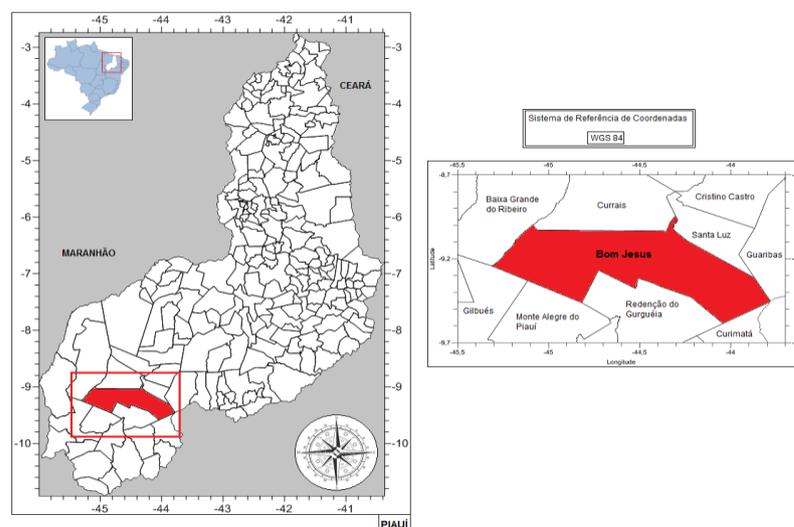
produtivas e de políticas agropecuárias e de agronegócios, para as cooperativas e os agricultores em geral.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de estudo

O município de Bom Jesus do Piauí localiza-se a uma latitude 09°04'28" sul e a uma longitude 44°21'31" oeste, com uma altitude média de 277 metros. Bom Jesus do Piauí está inserido na região dos cerrados piauienses e pertence à região do Vale do Rio Gurgueia. Possui uma área de 5.469 km². Sua distância da capital Teresina é de 635 km em linha reta. O município possui um relevo bastante irregular, em grande parte formada por chapadas de altitude e pequenos planaltos. O relevo do perímetro urbano é bastante acidentado, apresentando grandes ladeiras e encostas, nos quais se situam as principais áreas de cultivo do milho e da soja, que são os produtos fontes da economia municipal. O principal recurso hídrico provém do Rio Gurgueia, importante afluente do Rio Parnaíba e principal rio da mesorregião do sudoeste piauiense. Segundo o censo 2010 (IBGE) sua população é de 22.629 habitantes (Figura 1).

Figura 1. Localização do município de Bom Jesus - PI. Fonte: Cordeiro, M.C. (2015).

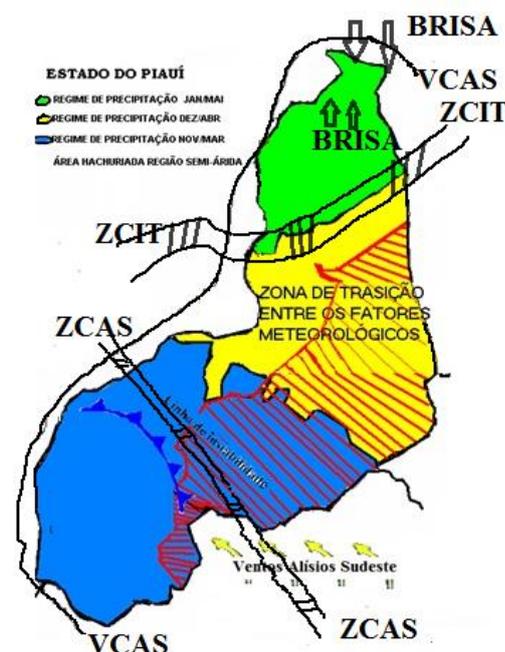


Dadas às informações climatológicas e dinâmicas da região Nordeste do Brasil (NEB), o município de Bom Jesus do Piauí tem seu clima controlado pela variabilidade espacial e

temporal da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e pelos vestígios das frentes frias (VFF), contribuição dos vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, as formações e intensificações das linhas de instabilidade (FILI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de sudeste (ASE), a convergência de umidade (CU) e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, a contribuição da orografia e seus efeitos locais. (Medeiros, 2016).

As contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderadas as fracas em quase todos os meses do ano, sendo o fenômeno La Niña o principal fator para ocorrência de chuvas acima da média histórica provocando inundações, alagamento, enchentes, enxurradas e desmoronamento (Figura 2).

Figura 2. Regimes e principais fatores provocadores de chuva no estado do Piauí. Fonte: autor (2015).



O estudo tem como principal importância fornecer subsídios aos agropecuaristas e aos agricultores familiares e aos tomadores de decisões governamentais para as possíveis alterações climáticas que possam vim ocorrerem na área municipal e seu entorno.

2.2 Procedimentos metodológicos

Os dados meteorológicos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) referente aos dados mensais da temperatura média mensal compensada do ar e da precipitação pluviométrica no período de 1960 a 2018. Através de processamento realizado em planilhas eletrônicas dos dados de temperatura média mensal e suas respectivas precipitações média mensal (1960-2018) foram calculadas em nível municipal, os parâmetros estatísticos básicos como média, desvio padrão, coeficiente de variância, máximos e mínimos absolutos da série estudada. O cálculo do balanço hídrico (BH) se deu através das formulações propostas por Thornthwaite (1948) e Thornthwaite, & Mather (1955) aplicados a planilhas eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2016).

A utilização dos dados foi decorrida de análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas da sua série. Caso ocorram problemas nos equipamentos ou por impedimento do observador que resultem em dias sem observação ou mesmo intervalo de tempos maiores, os dados falhos foram preenchidos com os dados de três postos vizinhos, localizados o mais próximo possível, onde se aplicou da seguinte forma:

$$P_x = \frac{1}{3} \left(\frac{N_x}{N_a} P_a + \frac{N_x}{N_b} P_b + \frac{N_x}{N_c} P_c \right)$$

Em que:

P_x é o valor de chuva que se deseja determinar;

N_x é a precipitação diária do posto x ;

N_A , N_B e N_C são, respectivamente, as precipitações diárias observadas dos postos vizinhos A, B e C;

P_A , P_B e P_C são, respectivamente, as precipitações observadas no instante que o posto x falhou.

Utilizaram-se quatro cenários pluviométricos na metodologia proposta por Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955) e conforme a aplicação da metodologia proposta por Varejão-Silva et al. (2001), usando a função de distribuição de probabilidade gama incompleta:

- a) Cenário seco – constituído por anos nos quais o total de precipitação acumulada no trimestre mais chuvoso (TMC) é menor ou igual ao valor correspondente à probabilidade de 25%;
- b) Cenário chuvoso – constituído por anos nos quais o total de precipitação acumulada no TMC é maior ou igual ao valor correspondente à probabilidade de 75%;
- c) Cenário regular – constituído por aqueles anos não classificados nas duas categorias anteriores;
- d) Os balanços hídricos, também, foram calculados segundo a metodologia clássica, usando-se toda a série de dados de chuva disponível, designado por “cenário médio”.

Em cada cenário pluviométrico, os cálculos dos balanços hídricos climatológicos e dos índices climáticos: hídrico, aridez e umidade foram processadas conforme Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955), assumindo-se a capacidade de água disponível do solo (CAD) igual a 100 mm.

Varejão-Silva (2001) mostra que a função gama incompleta é um parâmetro que melhor detalha os índices pluviiais de uma determinada localidade em suas distribuições de probabilidade.

3 MÉTODO DA CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN

O sistema de classificação climática de Köppen é extraordinário no âmbito da caracterização do clima de uma dada área e/ou região, auxiliando na compreensão das variações do clima no mundo (Ayoade, 2003). Tres. (2016) afirmaram que entre os sistemas de classificação mais utilizados no Brasil estão o de Köppen (1936), Thornthwaite (1948) e Holdridge (1966).

Baseia-se na classificação de várias regiões, tipos e variabilidades climáticas (Souza et al, 2013) indicado por três letras, que estão nos códigos, indicativos dos grupo (Tabela 1), do indicador de tipo (Tabela 2) e indicador do subtipo (Tabela 3).

Tabela 1: Caracterização do indicador de grupo climático

Código	Tipo de clima	Descrição
A	Tropical	Climas megatérmicos; Temperatura média do mês mais frio maior que 18°C; Estação invernal ausente; Precipitação anual superior a Evapotranspiração anual.
B	Árido	Climas secos (Precipitação anual menor que 500 mm); Evapotranspiração anual superior a Precipitação anual; Inexistência de cursos d'água permanentes.
C	Temperado	Climas mesotérmicos; Temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C (considerando a mínima média); Temperatura média do mês mais quente maior que 10°C; Verão e inverno bem definidas.
D	Continental	Climas microtérmicos; Temperatura média do ar do mês mais frio menor ou igual a 3°C; Temperatura média do mês mais quente maior que 10°C; Verão e inverno bem definido.
E	Glacial	Climas polares e de alta montanha; Temperatura média mês mais quente maior que 10°C; Verão pouco definido ou inexistente.

Os indicadores de tipo climático estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização do indicador de tipo climático.

Código	Descrição	Grupo
S	Clima das estepes; Precipitação anual média entre 380 e 760 mm.	B
W	Clima desértico; Precipitação anual média < 250 mm	B

F	Clima úmido; Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano; Inexistência de estação seca definida; Precipitação do mês mais seco > 60 mm.	A-B-C
W	Chuvas de verão.	A-B-C
S	Chuvas de inverno	A-B-C
W'	Chuvas de verão-outono	A-B-C
S'	Chuvas de inverno-outono.	A-B-C
M	Clima de monção; Precipitação anual média >1500 mm e Precipitação do mês mais seco < 60 mm.	A
T	Temperatura média do ar no mês mais quente entre 0 e 10°C	E
F	Temperatura média do mês mais quente < 0°C.	E
M	Precipitação abundante (inverno pouco rigoroso).	E

Os indicadores do subtipo climático estão representados na Tabela 3.

Tabela 3: Caracterização do indicador de subtipo climático

Código	Descrição	Grupo
a: Verão quente	Temperatura média do ar no mês mais quente maior que 22°C.	C-D
b: verão temperado	Temperatura média do ar no mês mais quente menor que 22°C; Temperatura média do ar nos 4 meses mais quentes maior que 10°C	C-D
c: verão curto e fresco	Temperatura média do ar no mês mais quente menor que 22°C;- Temperatura médias do ar maior que 10°C durante menos de 4 meses; Temperatura média do ar no	C-D

	mês mais frio maior que -38°C.	
d: inverno muito frio	Temperatura média do ar no mês mais frio menor que -38°C.	D
h: seco e quente	Temperatura média anual do ar maior que 18°C; Deserto ou semi deserto quente (Temperatura anual média do ar igual ou superior a 18°C).	B
k: seco e frio	Temperatura média anual do ar menor que 18°C; Deserto ou semideserto frio (Temperatura anual média do ar igual ou inferior a 18°C).	B

3.1 MÉTODO DA CLASSIFICAÇÃO DE THORNTHWAITE

O método proposto por Thornthwaite (1948) utiliza dados do excesso e déficit hídrico anual, derivada do balanço hídrico. Determinou para cada período o índice de hídrico (Ih), que é a relação entre excesso de água pela evapotranspiração potencial expressa em porcentagem (Silva, Moura, & Klar, 2014), dado pela equação.

$$I_h = (EXC/ETP) * 100$$

A seguir determinou-se o índice de aridez (Ia), que expressa a déficit hídrica em porcentagem em relação à evapotranspiração potencial, variando de 0 a 100. Segundo Miranda (2008) quando o índice de aridez atinge valor 0, isso indica que não há déficit hídrico, porém quando o Ia atinge o valor de 100, isso quer dizer que a déficit é igual à evapotranspiração potencial, estando em condições de extrema aridez. O índice de aridez é determinado pela equação.

$$I_a = (DEF/ETP) * 100$$

Finalizado os cálculos do Ih e do Ia estimou-se o índice umidade (Iu) que relaciona os dois índices acima e é responsável por determinar o tipo climático local (Cunha & Martins, 2009) obtendo o primeiro indicativo da fórmula climática representado por uma letra alfabética maiúscula, com ou sem um algarismo subscrito (Tabela 4). O índice umidade abrange período úmido a seco durante todo o ano em sua condição climática (Thornthwaite, 1948). Segundo esse mesmo autor, se ocorrer uma situação em que a deficiência hídrica não ultrapassa 60% dos excedentes hídricos no período úmido, então não ocorrerá uma seca, ou seja, o índice umidade terá que ser igual à zero (Iu=0). Este índice foi posteriormente utilizado para a classificação climática do local estudado, equação seguinte.

$$Iu = I_h - 0,6 * I_a$$

Miranda (2008) mostra que a segunda letra da fórmula, que pode ser maiúscula ou minúscula com ou sem subscrito (Tabela 5), com o subtipo climático diferenciando o período de umidade e aridez que ocorrer durante o ano em função da distribuição interanual da pluviosidade.

Para determinação da terceira letra da fórmula climática é necessário o índice de eficiência térmica. Este índice corresponde ao valor numérico da evapotranspiração potencial, sendo a função direta da temperatura e do fotoperíodo. É apresentada por uma letra maiúscula com apóstrofo e, com ou sem um algoritmo subscrito (Tabela 6).

Na determinação da quarta letra da fórmula leva-se em consideração a porcentagem da evapotranspiração potencial que ocorrer nos meses do verão, fornecendo o subtipo climático (Tabela 7). É indicada por uma letra minúscula com apóstrofo e, com ou sem um algoritmo subscrito.

Tabela 4: Chave inicial da classificação climática segundo Thornthwaite, baseado nos índices de umidade.

Tipos Climáticos	Índice de Umidade (Iu)
A - Super-úmido	$100 \leq Iu$
B ₄ - Úmido	$80 \leq Iu < 100$
B ₃ - Úmido	$60 \leq Iu < 80$
B ₂ - Úmido	$40 \leq Iu < 60$
B ₁ - Úmido	$20 \leq Iu < 40$
C ₂ - Subúmido	$00 \leq Iu < 20$
C ₁ - Subúmido seco	$-33,33 \leq Iu < 0,0$
D - Semiárido	$-66,7 \leq Iu < -33,33$
E - Árido	$-100 \leq Iu < -66,7$

Fonte: Ometto (1981).

Tabela 5: Segundo chave da classificação climática segundo Thornthwaite, baseados nos índices de aridez e umidade.

Climas úmidos	Índice de Aridez	Climas secos	Índice de umidade
(A, B ₄ , B ₃ , B ₂ , B ₁ e C ₂)	(I _a)	(C ₁ , D e E)	(I _u)

r – pequena ou nenhuma deficiência de água	0 – 16,7	pequeno ou nenhum excesso de água	0 – 10
– moderada deficiência no verão	16,7 – 33,33	moderado excesso de inverno	10 - 20
w – moderada deficiência no inverno	16,7 – 33,33	- moderado excesso de verão	10 - 20
– grande deficiência no verão	> 33,33	- largo excesso de inverno	20
– grande deficiência no inverno	> 33,33	largo excesso de verão	20

Fonte: Ometto (1981).

Tabela 6: Terceira chave de classificação climática segundo Thornthwaite, baseado no índice térmico (ETo anual).

Tipo climático	Índice térmico (ETo anual)
A' - megatérmico	≥ 1.140
B'4 - mesotérmico	997 – 1.140
B'3 - mesotérmico	855 - 997
B'2 - mesotérmico	712 - 855
B'1 - mesotérmico	570 - 712
C'2 - microtérmico	427 - 570
C'1 - microtérmico	285 - 427
D' – tundra	142 - 285
E' – gelo perpétuo	< 142

Fonte: Ometto (1981).

Na Tabela 7 tem-se a Quarta chave de classificação climática segundo Thornthwaite, baseado na relação entre a ETP de verão (ETPv) e anual (ETP). Com bases nos valores das ETPs verifica-se a faixa na tabela com o subtipo climático.

Tabela 7: Quarta chave de classificação climática segundo Thornthwaite, baseado na relação entre a ETP de verão (ETPv) e anual (ETP).

Subtipo climático	Concentração da ETP no verão (%)
a'	< 48%
b'4	48 – 51,9
b'3	51,9 – 56,3
b'2	56,3 – 61,6
b'1	61,6 – 68,0
c'2	68,0 – 76,3
c'1	76,3 – 88,0
d'	> 88,0

Fonte: Ometto (1981).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 8 têm-se os resultados do Balanço Hídrico para o município de Bom Jesus do Piauí, segundo a metodologia proposta por Thornthwaite & Mather (1955), para o período de 1960 a 2018. Com temperatura média anual de 27,3°C e suas flutuações mensais oscilando entre 26,3°C (janeiro) a 28,8°C (setembro). Os índices pluviométricos oscilam entre 1,5 mm no mês de agosto a 174,1 mm em janeiro com precipitação total anual de 984,8 mm. Evapotranspirou 45,7% acima do valor da precipitação, a evaporação igualou-se aos índices pluviométricos, com deficiência hídrica de 827,9 mm sem ocorrência de excedentes hídricos durante os meses.

Tabela 8: Resultado do Balanço Hídrico para o município de Bom Jesus do Piauí, segundo a metodologia proposta por Thornthwaite & Mather, (1955), para o período de 1960-2018.

Meses	Temp	Prec	ETP	EVR	EXC	DEF
-------	------	------	-----	-----	-----	-----

	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Jan	26,3	173,3	133,0	133,0	0,0	0,0
Fev	26,8	159,2	132,2	132,2	0,0	0,0
Mar	26,5	166,4	139,0	139,0	0,0	0,0
Abr	26,7	101,2	134,8	128,4	6,4	0,0
Mai	26,9	22,6	140,2	69,4	70,8	0,0
Jun	26,9	3,3	135,3	18,8	116,5	0,0
Jul	27,1	2,3	142,1	6,7	135,4	0,0
Ago	27,9	1,6	161,9	2,7	159,2	0,0
Set	28,8	10,6	183,0	9,2	173,8	0,0
Out	28,7	68,7	190,4	70,0	120,4	0,0
Nov	27,7	124,5	161,8	127,0	34,8	0,0
Dez	27,2	144,7	158,8	148,3	10,5	0,0
Anual	27,3	984,8	1812,7	984,8	827,9	0,0

Legenda: Temp = Temperatura média do ar; Prec = Precipitação; ETP = Evapotranspiração; EVR = Evaporação; EXC = Excedente hídrico e DEF = Deficiência hídrica. Fonte: Autor (2019).

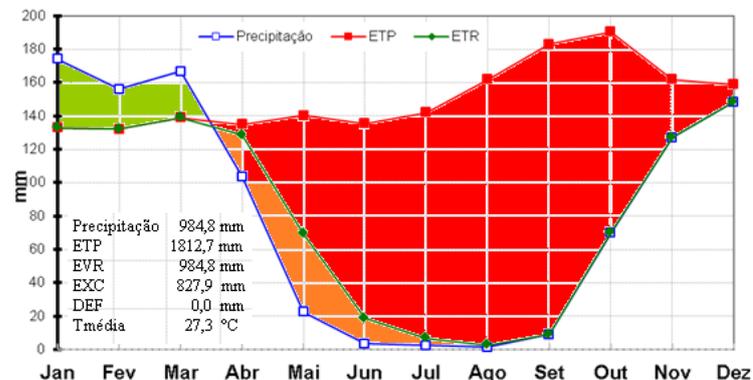
Estas oscilações se devem ao potencial energético da região, de acordo com a estação do ano, como explicam Medeiros, Francisco, Santos, Silva, & Bandeira (2015) ao afirmarem que as maiores médias térmicas de temperatura do ar na superfície ocorrem durante o verão, e as menores, durante o inverno, mesmo as que se encontram em baixas latitudes.

Na Figura 3 observam-se o gráfico do Balanço hídrico climatológico, segundo Thornthwaite & Mather (1955) do município de Bom Jesus do Piauí, baseado em dados termopluviométricos médios do período 1960-2018. As deficiências hídricas (vermelho) foram registradas entre os meses de abril a dezembro. A reposição de água no solo ocorreu entre os meses de janeiro a março. A retirada de água no solo registrou-se entre abril a julho,

não ocorreram excedentes hídricos. Os índices pluviométricos excederam a ETP e EVR nos meses de janeiro a março; a EVR igualou-se aos índices pluviométricos de julho a dezembro.

Figura 3 - Gráfico do Balanço hídrico climatológico, segundo Thornthwaite & Mather (1955) do município de Bom Jesus do Piauí, baseado em dados termopluviométricos médios do período 1960-2018.

Figura 3 - Gráfico do Balanço hídrico climatológico

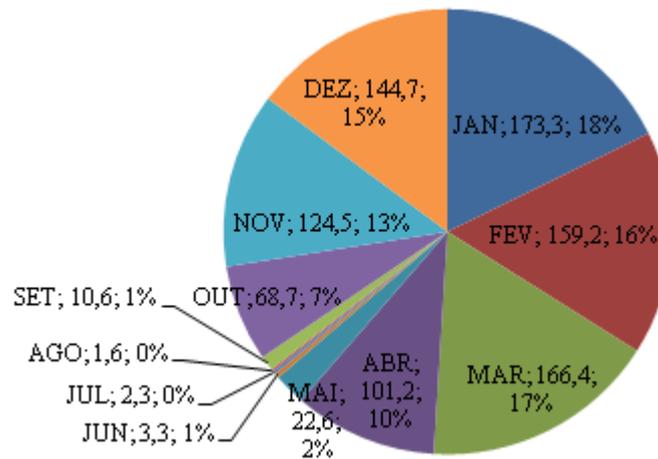


Fonte: Autor (2019).

A classificação de Köppen baseia-se fundamentalmente na temperatura, na precipitação e na distribuição de valores de temperatura e precipitação durante as estações do ano.

A distribuição mensal dos índices pluviométricos e seus respectivos percentuais em relação à média anual do período 1960-2018 em Bom Jesus do Piauí está representada no gráfico 1. Entre os meses de novembro a abril tem 89% de representação do índice pluviométrico anual e entre os meses de maio a outubro tem-se 10% do índice pluviométrico anual. Salienta-se que nos meses de julho e agosto não se observa ou registram índices pluviométricos.

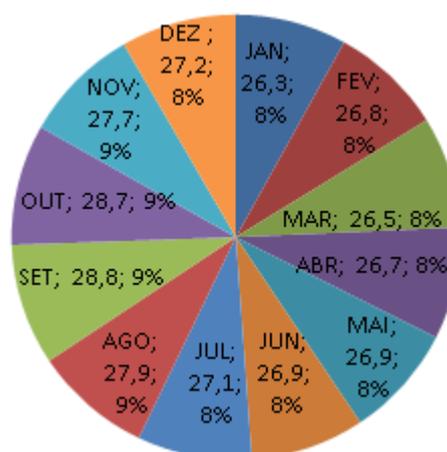
Gráfico 1 – Distribuição mensal dos índices pluviométricos e seus respectivos percentuais em relação (ao valor médio do total anual) do período 1960-2018 em Bom Jesus do Piauí.



Fonte: Medeiros (2019).

No gráfico 2 observam-se as flutuações das distribuições mensais da temperatura média do ar e seus respectivos percentuais em relação à média anual do período 1960-2018 em Bom Jesus do Piauí. Nos meses de dezembro a julho a temperatura média de 64% de representação da media na sua flutuabilidade térmica. Nos meses de agosto a novembro a flutuabilidade térmica é de 36% do valor da média anual. Tais oscilações estão em conformidade com Medeiros (2016) e Marengo et al. (2004; 2011). Estes estudos vêm a corroborar com os resultados encontrados neste artigo.

Gráfico 2 – Distribuição mensal da temperatura média do ar e seus respectivos percentuais em relação à média anual do período 1960-2018 em Bom Jesus do Piauí.



Fonte: Autor (2019).

Na Tabela 9 destacam-se os valores dos índices climáticos do município de Bom Jesus do Piauí, baseado em dados termopluviométricos médios do período 1960-2018, estes índices foram gerados pelo cálculo do balanço hídrico climatológico do referido período em estudo.

Tabela 9 – Índices climáticos do município de Bom Jesus do Piauí, baseado em dados termopluviométricos médios do período 1960-2018.

Índices climáticos		
Índice umidade (%)	Índice de aridez (%)	Índice hídrico (%)
45,67	0,46	-0,27

Fonte: Tecla Ticiane

Tabela 10 – Classificações climáticas segundo Thornthwaite & Mather, utilizando-se o Balanço Hídrico e os índices: hídrico, aridez e umidade.

TIPOS CLIMÁTICOS PREDOMINANTES				
Cenário	Seco	Regular	Chuvoso	Médio
Pluviométrico				
Classificação	Árido	Semiárido	Subúmido Seco	Subúmido Seco

Fonte: Autor

A classificação de Köppen baseia-se fundamentalmente na temperatura, na precipitação e na distribuição de valores de temperatura e precipitação durante as estações do ano. De acordo com a classificação climática pelo método de Köppen (1928, 1931) Bom Jesus do Piauí tem o clima Aw (clima tropical com estação seca de Inverno) concordando com os estudos realizados Alvares et al. (2013).

5 CONCLUSÕES

Segundo o modelo da classificação de Köppen o clima e do tipo Aw (clima tropical com estação seca de Inverno).

Nas classificações climáticas segundo Thornthwaite e Mather (1955), utilizando-se o Balanço Hídrico e os índices hídricos, aridez e umidade têm-se os seguintes tipos climáticos em conformidades com o cenário pluviométrico: no cenário seco o clima é árido; para o cenário regular o clima é do tipo semiárido; nos cenários chuvoso e médio os tipos de climas encontrados foram subúmido seco.

No município de Bom Jesus do Piauí entre os meses de dezembro a julho a temperatura média tem representação de 64% da média anual na sua fluutuabilidade térmica. Nos meses de agosto a novembro a fluutuabilidade térmica é de 36% do valor da média anual.

Entre os meses de novembro a abril tem 89% de representação do índice pluviométrico anual e entre os meses de maio a outubro tem-se 10% do índice pluviométrico anual. Salienta-se que nos meses de julho e agosto não se observa ou registram índices pluviométricos.

O artigo fornece subsídios para elaborações das atividades produtivas e de políticas agropecuárias e de agronegócios para as cooperativas e os agricultores em geral. Mostrando suas flutuações pluviométricas e térmicas aos tomadores de decisões e repassadas a população e ao governo no planejamento das referidas atividades.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L. & Sparovek, G. (2013). *Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, 22(6), 711-728.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., & de Moraes Gonçalves, J. L. (2013). Modeling monthly mean air temperature for Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, 113(3-4), 407-427.
- Ayoade, J. O. (2003). *Introdução à climatologia para os trópicos* (9a ed.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Costa Neto, F. A., Medeiros, R. M., Sousa, E. P., & Oliveira, R. C. S. (2014, agosto). Balanço hídrico como planejamento para a cidade de Olivedos - PB. *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC*, Teresina, PI, Brasil.
- Cunha, A. R., & Martins, D. (2009, janeiro/março). Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga*, Botucatu, 14(1), 1-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.1580 09/irriga.2009v14n1p01>

- Holdridge, L. R. (1966). *The life zone system*. *Adansonia*, 6(2), 199-203.
- Instituto Nacional de Meteorologia. (2019). *Normais climatológicas*. Brasília – DF: INMET.
- Köppen, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: outline of climate science* (p. 388). Berlin: Walter de Gruyter.
- Köppen, W., & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes.
- Koppen, W. (1936). *Das geographische system der klimat. Handbuch der klimatologie*, 46.
- Marengo, J. A. (2004). Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. *Theoretical and applied climatology*, 78(1-3), 79-96.
- Marengo, J. A., Alves, L. M., Beserra, E. A., & Lacerda, F. F. (2011). *Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, 1*.
- Medeiros, R. M., Holanda, R. M., Viana, M. A., & Silva, V. P. (2018). Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco - Brazil. *Revista de Geografia*, Recife, 35(3), 219 - 234. Recuperado de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/search/search?simpleQuery=medeiros&searchField=authors>
- Medeiros, R. M. (2016). *Balanço hídrico em planilhas eletrônicas segundo o método de Thornthwaite*.
- Medeiros, R. M., Francisco, P. R. M., Santos, D., Silva, L. L. da, & Bandeira, M. M. (2015). Variabilidade da temperatura média do ar no Estado da Paraíba - Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 8(1), 128-135. Recuperado de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233433>
- Medeiros, R. M., Sousa, F. A. S., & Gomes Filho, M. F. (2013). Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçuí Preto, PI. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Rio de Janeiro, 6(4), 652-664.
- Miranda, E. E. (2005). *Brasil em relevo*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Recuperado de <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>.
- Nóbrega, R. S. (2010). Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, 3, 18-22.
- Passos, M. L. V., Zambrzycki, G. C., & Pereira, R. S. (2017). Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o Município de Balsas - MA. *Revista Scientia Agraria*, 18(1), 83-89.
- Pereira, A. R., Angelocci, L. R., & Sentelhas, P. C. (2002). *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Agropecuária.

- Rossato, M. S. (2011). *Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia*. Tese doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Silva, A. O., Moura, G. B. A., & Klar, A. V. (2014). Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. *Irriga*, Botucatu, 19(1), 46 – 60.
- Souza, A. P. de, Mota, L. L. da, Zamadei, T., Martim, C. C., Almeida, F. T. de, & Paulino, J. (2013, outubro/dezembro.). Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. *Nativa, Sinop*, 1(1), 34 – 43.
- Thorthwaite, C. W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, London, 38, 55-94.
- Thorthwaite, C. W., & Mather, J. R. (1955). *The water balance* (p. 104). New Jersey: Drexel Institute of Technology.
- Tres, A. (2016). *Classificação climática para o Brasil segundo as zonas de vida de Holdridge*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Recuperado de <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/46158>
- Varejão-Silva, M. A. (2001). *Meteorologia e climatologia: versão digital 2*. Recife.

**PERCEPÇÃO DE JOVENS AGRICULTORES SOBRE PRÁTICAS
AGROECOLÓGICAS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

**YOUNG FARMERS' PERCEPTION OF AGROECOLOGICAL PRACTICES
IN AGRICULTURAL PRODUCTION**

Romário Nunes da Silva¹, Maria Erlândia de Alcântara Araújo Nunes², Horasa Maria Lima da
Silva Andrade³

¹Mestrando no Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais na UFRPE, Unidade Acadêmica de Garanhuns - romario.nuness@gmail.com; ²Licenciada em Geografia pela UPE, Campus Garanhuns - erlandia.nanda.aa@hotmail.com; ³Doutora em Etnobiologia e Conservação da Natureza e Professora na UFRPE, Unidade Acadêmica de Garanhuns - horasaa@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos, o modelo convencional de produção agrícola tem acarretado grandes problemas ambientais e a sua sustentabilidade está sendo ignorada. Diante disso a Agroecologia traz uma abordagem para o desenvolvimento sustentável, integrando as dimensões ambientais, econômicas e sociais à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade. Este trabalho teve como objetivo levantar a percepção de filhos de produtores rurais sobre práticas agroecológicas bem como, analisar o interesse em conhecer melhor suas funcionalidades. O trabalho foi realizado em setembro de 2019, com a aplicação de questionários semiestruturados qualitativos aos alunos do 8º ano do ensino fundamental, na Escola Antônio Zacarias, na zona rural do município de Caetés/PE. A partir da análise dos resultados, conclui-se que a Educação Ambiental ajudaria na ampliação do conhecimento de práticas agroecológicas voltadas às crianças e jovens que são filhos e/ou netos de agricultores, favorecendo no resgate e expansão dos conhecimentos, estimulando ainda, o uso consciente do ambiente.

Palavras-chave: Agroecologia. Desenvolvimento sustentável. Educação Ambiental.

ABSTRACT

In recent years, the conventional model of agricultural production has caused major environmental problems and its sustainability is being ignored. Given this, Agroecology brings an approach to sustainable development, integrating environmental, economic and social dimensions to the understanding and evaluation of the effect of technologies on agricultural systems and society. This

study aimed to raise the perception of children of rural producers about agroecological practices as well as to analyze the interest in knowing better their functionalities. The study was carried out in September 2019, with the application of qualitative semi-structured questionnaires to 8th grade students at the Antônio Zacarias School, in the rural area of Caetés / PE. From the analysis of the results, it is concluded that the Environmental Education would help to expand the knowledge of agroecological practices aimed at children and youngsters who are children and / or grandchildren of farmers, favoring the rescue and expansion of knowledge, and encouraging the use environmentally conscious.

Keywords: Agroecology. Sustainable development. Environmental education.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura foi, é e será um fator determinante para a sobrevivência e qualidade da vida humana na terra. Antes da revolução industrial, as formas e métodos de cultivo eram mais adaptáveis e sustentáveis no âmbito ambiental, onde se fazia o uso dos recursos naturais de maneira consciente e com conhecimentos adquiridos pelos seus antepassados (Altiere, 2008).

A conduta dos sistemas produtivos e de consumo nos dias atuais podem ser considerada como insustentável para o planeta terra, cuja forma imposta não permite uma discussão sobre a promoção de ações de maior equilíbrio entre as demandas sociais e a capacidade de suporte ambiental em todas as sociedades indistintamente. Pensar o bem estar humano em longo prazo indica, essencialmente, reavaliar o modo de atender as pendências sociais, visando o equilíbrio com o ecossistema (Zanirato & Rotondaro, 2016) e novos padrões de consumo.

Nunes e Schneider (2014) citam que o cenário atual pode ser resultado de uma mudança comportamental. Em especial a região Nordeste, tem experimentado nas últimas décadas, um ciclo de crescimento econômico baseado em modelos agrícolas utilizados em outras regiões do Brasil. A manutenção e a persistência em velhas práticas são o precursor dessas mudanças, que insiste no uso de atividades de modernização utilizadas por grandes empresas, aplicadas às atividades tradicionais da agricultura familiar e campesina.

A falta de interesse governamental para reverter esse quadro, ou mesmo por despreparo técnico e moral, atingiu principalmente o setor da educação. A carência de debate em torno dos fenômenos, dos problemas sociais e ambientais da região contribuiu no

agravamento desses problemas. Em decorrência dessa problemática, cidades, escolas e comunidades rurais estão entregues à própria sorte (Martins & Schnetzler, 2018).

Diante dessa perspectiva, a Agroecologia surge como um campo de conhecimento científico, apresentando abordagens às ciências naturais e sociais, em diálogo e construções do conhecimento com outras ciências e áreas do conhecimento, tornando-se uma alternativa ao cenário atual dos sistemas de produção e consumo de alimentos, apreciando, ainda, o conhecimento popular (Prates, Custódio, & Gomes, 2016).

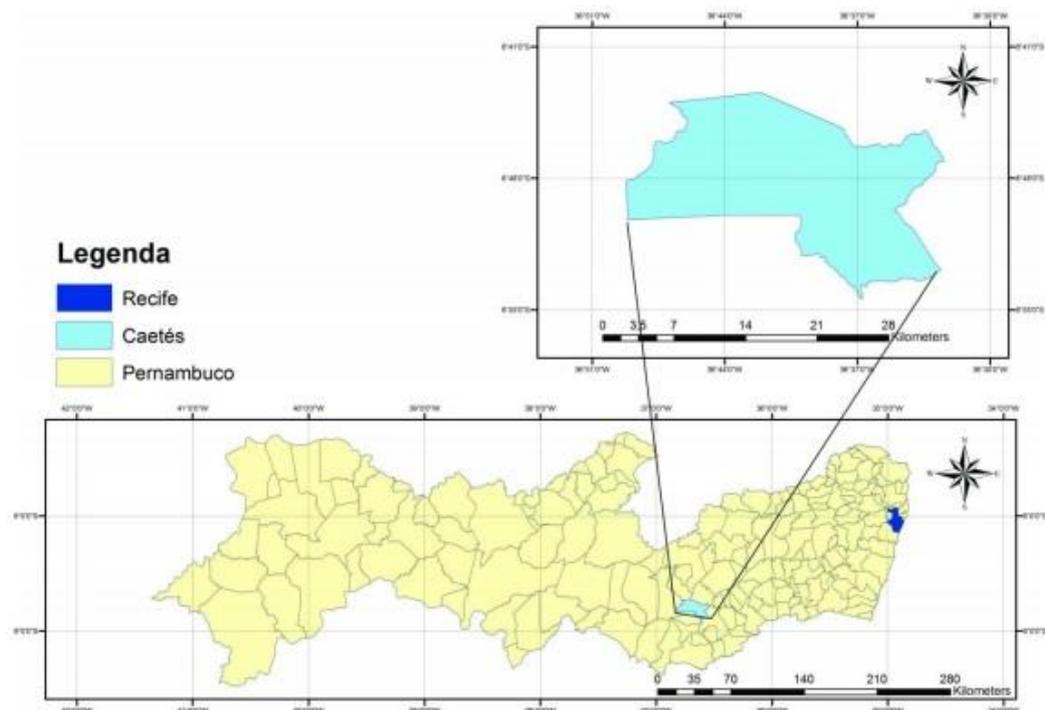
Na busca de caminhos para a universalização do conhecimento, com enfoque na construção de consciência ecológica para as crianças que vivem no espaço rural, a intensificação de uma educação direcionada para o uso sustentável do meio ambiente, bem como sua conservação, considerando o anseio da ampliação da produtividade que proporcione melhor qualidade de vida ao agricultor familiar contribuirá para manutenção da vida no planeta (Dias & Dias, 2017). Portanto, a Educação Ambiental se apresenta no campo de ação pedagógica, adquirindo relevância e vigência internacional que se aplica como uma estratégia para se construir sociedades sustentáveis (Andrade, 2019) e pode dialogar com a Agroecologia.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo, levantar uma percepção sobre algumas práticas agroecológicas por parte de jovens, filhos de agricultores, alunos do oitavo ano do ensino fundamental, na Escola Antônio Zacarias.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado em setembro de 2019, com todos os alunos matriculados no oitavo ano do ensino fundamental (Dezoito), da Escola Antônio Zacarias, localizada na zona rural do município de Caetés/Pernambuco (Fig. 1).

Figura 1: Mapa de localização do município de Caetés - PE.



Fonte: Elaborado por Vieira et al. (2015).

Para a realização da investigação científica, utilizou-se de entrevistas semiestruturadas qualitativa. Estas permitem a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de um determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população alvo sendo denominada de “survey” (Pinsonneault & Kraemer, 1993).

Foi feito ainda um levantamento do perfil sócio econômico dos entrevistados e perguntas com: cultivos agrícolas, criação animal, conhecimento dos benefícios de práticas agroecológicas e implantação dessas em suas propriedades.

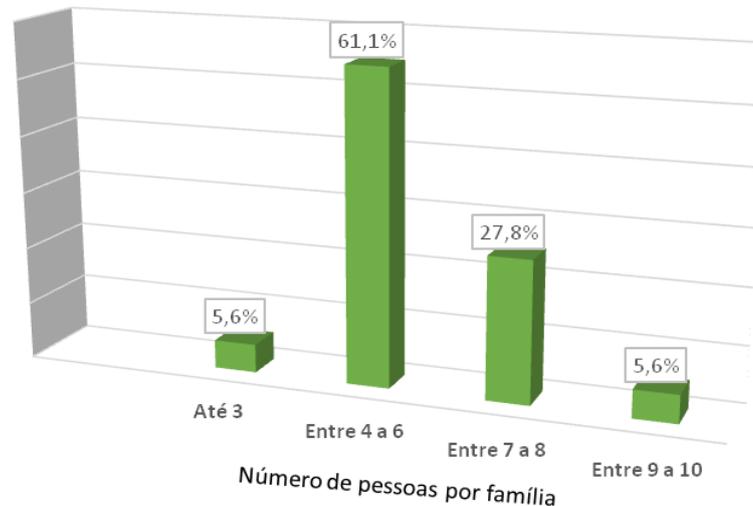
A análise dos dados obtidos ocorreu a partir da leitura dos questionários, tabulação dos dados e organização das informações. Houve ainda a leitura bibliográfica para melhor discussão dos resultados levantados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos entrevistados, 7 eram do sexo feminino e 11 do masculino, com idades entre 13 e 14 anos de idade. Todos moradores na zona rural de Caetés, nos sítios Malhada da Jurema, Lajeiro do boi, Quati, Sobradinho e Macambira. A composição das famílias varia em quantidade de membros. Onze (11) dos entrevistados têm entre 4 a 6 pessoas (gráfico 1) na

composição familiar, e geralmente convivem com seus pais e/ou com seus avós. Todos os jovens relataram a participação em algumas fases das atividades agrícolas nas propriedades.

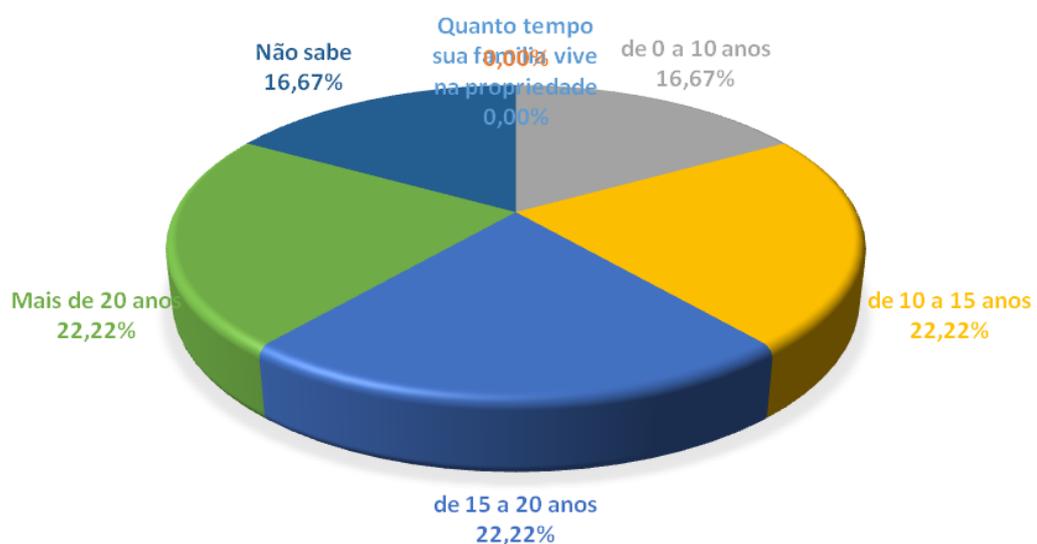
Gráfico 1: Total de pessoas que formam as famílias dos jovens entrevistados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os entrevistados não souberam informar exatamente o tamanho das propriedades, mas ressaltam que não é grande, e que se trata de pequenas propriedades familiares, onde vivem há mais de 10 anos (Gráfico 2).

Gráfico 2: Porcentagem de tempo que as famílias vivem nas propriedades.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à divisão de tarefas entre os membros da família, observa-se algumas diferenças na sua execução. Em geral, o homem ocupa os serviços que exigem maiores esforços físicos, e no controle econômico familiar.

O papel dos filhos é voltado para atividades auxiliares mais leves como afazeres da residência, limpeza em geral, plantio e colheita da produção agrícola. Tais informações corroboram com os resultados obtidos por Francez e Rosa (2013), durante uma pesquisa sobre trabalho e renda de agricultores familiares no estado do Pará.

As mulheres, por muitas vezes, executam tarefas que emprega força e controle do orçamento familiar. Para Mesquita e Almeida (2017), o trabalho feminino é uma das estratégias da agricultura familiar, pois contribui de maneira significativa para a sobrevivência do grupo familiar. As mulheres não são apenas responsáveis pelas atividades reprodutiva e de manutenção do núcleo familiar, mas desempenham papéis relacionados a lavouras e à criação de animais, contribuindo indiscutivelmente na dinâmica produtiva.

Entre as principais culturas produzidas na comunidade, foram citadas: feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), palma forrageira (*Opuntia cochenilifera*) (Fig. 4). Comumente essa diversidade de culturas é cultivada em forma de consórcio. Destina-se ao consumo próprio e muitas vezes à comercialização.

A diversidade de culturas agrícolas contribui para o equilíbrio de um agroecossistema. Zhou (2011) fala que para potencializar a diversificação, é necessário levar em conta diversos fatores como a capacidade de geração de renda, segurança e estabilidade na produção e comercialização, reprodução familiar, bem estar e saúde, como também, a inserção da unidade familiar na comunidade e no território.

Vale ressaltar a importância da diversificação da propriedade a partir do consórcio das culturas agrícolas com animais, pois permite uma maior integração, preconizando a conservação dos recursos naturais, levando em conta o sinergismo entre espécies. Esse modelo possibilita aumentar o rendimento da produção animal, e ao mesmo tempo, enriquecer a vida biológica do ambiente a partir de serviços ambientais como a ciclagem de nutrientes, melhoria da estrutura física e fertilidade do solo. Além disso, traz maiores benefícios econômicos aos agricultores a partir da redução da compra de insumos externos (Oliveira & Cabreira, 2012).

A diversificação da propriedade rural resulta em mais de um tipo de exploração, e dessa forma, se torna uma alternativa para diminuir os riscos causados pelas mudanças

Em relação ao destino da produção, maior parte vai para o consumo das famílias e o restante é vendido. Na maioria das vezes, a negociação ocorre por meio do atravessador, o que reduz os ganhos. O escoamento da produção se apresenta com um dos principais gargalos da agricultura familiar, mesmo existindo várias estratégias. Como solução, Radünz e Radunz (2017) sugerem que o cultivo agroecológico permite ao agricultor maior independência em relação à cadeia produtiva, agrega valor aos produtos cultivados na unidade familiar, além de comercializar sua produção diretamente ao consumidor final.

Quando indagados sobre Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), 78 % dos jovens não sabiam do que se tratava, e 22 % tinham algum conhecimento sobre tais, porém não as possuíam em suas propriedades. Mesmo existindo atualmente o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é obrigatório por lei a todas as propriedades rurais, percebe-se a falta de um amplo debate com todos os integrantes da família sobre a importância da preservação dos recursos ambientais local. A proteção de áreas vulneráveis como canais fluviais, declividades e topos de morro são essenciais, por isso as APP's e RL em propriedades rurais tornam-se essenciais à conservação da estabilidade paisagística (Rodríguez, Silva, & Vicens 2015).

Sobre práticas agroecológicas, percebeu-se que muitas são desconhecidas pela maioria dos jovens (Tab.2), porém uma parcela considerável dos entrevistados demonstrou interesse em conhecer os benefícios e possivelmente implementá-las. Falta um maior investimento no incentivo de práticas mais sustentáveis por parte dos governos, principalmente nos serviços de assistência técnica.

Tabela 2: Percepção sobre práticas agroecológicas no sistema de produção.

<i>Práticas</i>	<i>Sim, conhece</i>	<i>Não conhece</i>
<i>Práticas Conservacionistas do Solo</i>	22%	78%
<i>Plantio Direto</i>	6%	94%
<i>Rotação de Culturas</i>	33%	67%
<i>Controle Biológico</i>	17%	83%
<i>Insumos de Base Ecológica</i>	33%	67%
<i>Conservação de Sementes Crioulas</i>	89%	11%

<i>Sistemas de Policultivos</i>	39%	61%
<i>Sistemas Agroflorestais</i>	22%	78%

Fonte: Elaborada pelos autores.

A implantação das práticas agroecológicas possibilita um manejo mais sustentável do solo, maior conservação dos recursos naturais, valorização dos saberes tradicionais e a independência dos agricultores familiares, auxiliando na permanência das famílias no campo (Santos, Siqueira, Araújo, & Maia, 2014). Warmling e Pires (2017) reforçam que diversas práticas agroecológicas permitiram ajudar na permanência de famílias no campo, pois as mesmas beneficiaram os agricultores com a valorização de seus locais de trabalho e o desenvolvimento de um trabalho sustentável.

A Educação Ambiental ajudaria na ampliação do conhecimento de práticas agroecológicas voltadas às crianças e jovens que são filhos e/ou netos de agricultores, favorecendo no resgate e expansão dos conhecimentos, estimulando ainda, o uso consciente do ambiente, em especial durante exploração do campo para a produção de alimentos, possibilitando empoderá-los de saberes de seus antepassados aliado às novas tendências de manejos agrícolas mais sustentáveis (Amorim, Santos, & Fonseca 2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da investigação, percebeu-se que os filhos de agricultores têm uma participação relevante nas atividades produtivas da família, colaborando em algumas etapas da produção agrícola. Os jovens têm conseguido conciliar o trabalho no campo com os estudos e tal feito foi estimulado por políticas sociais que beneficiam as famílias que mantem seus filhos na escola. Dessa forma, os filhos escolarizados têm potencial em se tornarem cidadãos mais conscientes para as práticas mais corretas ambientalmente.

Mesmo diante da falta de conhecimentos, muitos jovens demonstram interesse em conhecer as funcionalidades e possivelmente, implantar as práticas agroecológicas em suas propriedades. Tal aquisição de conhecimentos e mudanças de atitudes serviriam de instrumentos para inverter a lógica de que o meio ambiente é um espaço que está disposto apenas para oferecer seus recursos às pessoas.

No âmbito econômico, a falta de êxito das famílias em gerar renda suficiente para seu bem estar nas propriedades rurais acaba desestimulando os filhos dos agricultores e muitos

acabam migrando para a cidade em busca de uma vida melhor, acarretando cada vez mais problemas sociais como a expansão dos centros urbanos sem planejamento e desemprego.

É notável a necessidade de políticas públicas específicas que fomentem a produção agropecuária familiar. Percebe-se também, a escassez de informações sobre a Educação Ambiental voltada para jovens que vivem no espaço rural, e com a ausência educativa, a forma que são conduzidas atualmente as iniciativas econômicas, políticas e culturais na comunidade, possibilitam haver perdas de identidade, de recursos naturais e empoderamento político, portanto o apoio do governo para incentivo e adoção de práticas agroecológicas é de suma importância para a mudança de paradigma.

REFERÊNCIAS

- Altieri, M. (2008). *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável (5a ed.)*. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Amorim, A. P. C. F., Santos, M. F., & Fonseca, C. B. D. (2018). Educação ambiental como atrativo para crianças e jovens do campo: agroecologia fortalecendo o futuro da agricultura familiar. *Cadernos de Agroecologia*, Brasília/DF, 13(1) 1-6.
- Andrade, F. M. R. (2019). Natureza e representações que r-existem: cinco séculos de invasão, apropriação e violência na Amazônia brasileira. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 36(2) 207-227.
- Barbosa, P. J. F., Mendonça, J. C. A., Casarotto, E. L., Machado, R. R., Almeida, V. L. de, & Vitorino Filho, V. A. (2016). A importância da diversificação agrícola como complemento na renda familiar na região de Manhuaçu - MG. *Revista do CCEI*, 20(35) 1-11.
- Dias, A. A. S., & Dias, M. A. O. (2017). Educação ambiental: a agricultura como modo de sustentabilidade para a pequena propriedade rural. *Revista de Direitos Difusos*, São Paulo, 68, 161-178.
- Francez, D. C., & Rosa, L. S. (2013). Trabalho e renda em sistemas agroflorestais estabelecidos por agricultores familiares na Amazônia oriental. *Cadernos Cepec*, Belém, 2(9) 1-24.
- Martins, J. P.A., & Schnetzler, R. P. (2018). Formação de professores em educação ambiental crítica centrada na investigação-ação e na parceria colaborativa. *Ciência & Educação*, 24, (3) 581-598.
- Mesquita, L. A. P., & Almeida, M. G. (2017). Territórios, territorialidades e identidades: relações materiais, simbólicas e de gênero no campo. *Revista GeoNordeste*, 1, 2-16.

- Nunes, E. M., & Schneider, S. (2014). Reestruturação agrícola, instituições e desenvolvimento rural no Nordeste: a diversificação da agricultura familiar do Polo Açúcar-Mossoró (RN). *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, 44(3) 601-626.
- Oliveira Junior, C. J. F., & Cabreira, P. P. (2012). Sistemas agroflorestais: potencial econômico da biodiversidade vegetal a partir do conhecimento tradicional ou local. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal/PB, 7(1) 212–224.
- Pinsonneault, A., & Kraemer, K. L. (1993). Survey research in management information systems: an assesment. *Journal of Management Information System*, 10(2).
- Prates Júnior, P., Custódio, A. M., & Gomes, T. O. (2016). Agroecologia: reflexões teóricas e epistemológicas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 11(3) 246-258.
- Radünz, A. L., & Radunz, A. F. O. (2017). Feira Agroecológica da ARPASUL, Pelotas, RS: produção, segurança alimentar e comercialização, um estudo de caso. *Revista Espaço Acadêmico*, 17(192) 17-25.
- Rodríguez, J, Silva, E, & Vicens, R. (2015). *O legado de sochava*. Geographia, Niterói, RJ. (3) 225-233.
- Santos, C. F, Siqueira, E.S, Araújo, I.T, & Maia, Z. M. G. (2014). A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. *Revista ambiente & sociedade*, São Paulo, 17(2) 32-52.
- Warmling, D., & Pires, R.O.M. (2017). Sentidos sobre a agroecologia na produção, distribuição e consumo de alimentos agroecológicos em Florianópolis, SC, Brasil. *Revista Comunicação Saúde Educação*, Florianópolis, 21(62) 687- 698.
- Zanirato, S. H., & Rotondaro, T. (2016). *Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade*. Estudos Avançados, São Paulo, 30(88) 77-92.
- Zhou, Y. M. (2011). Synergy, coordination costs, and diversification choices. *Strategic Management Journal*, 32(6) 624-639.

USO DE AGROTÓXICO OU CONTROLE AGROECOLÓGICO DE PRAGAS E DOENÇAS DA AGRICULTURA? UMA REFLEXÃO A PARTIR DO MUNICÍPIO DE ALVORADA DO GURGUÉIA-PI

PESTICIDE USE OR AGROECOLOGICAL CONTROL OF AGRICULTURAL PESTS AND DISEASES? A REFLECTION FROM THE MUNICIPALITY OF ALVORADA DO GURGUÉIA-PI

Francisca Herilene Oliveira¹, Valcilene Rodrigues da Silva²

¹Licenciada em Educação do Campo na área de Ciências Humanas e Sociais pela Universidade Federal do Piauí, campus Professora Cinobelina Elvas. ²Professora da Licenciatura em Educação do Campo na Universidade Federal do Piauí. Integrante do Núcleo de Educação, Pesquisa e Práticas em Agroecologia e Geografia (NEPPAG-UFPE) e do Núcleo de Agroecologia do Vale do Gurgueia (NAGU/UFPI).

RESUMO

Objetivou-se com a pesquisa analisar a percepção dos agricultores de Alvorada do Gurguéia em relação ao controle de pragas e doenças das plantações, bem como os impactos e consequências das formas de controle usadas. Para isso, utilizamos a revisão bibliográfica e trabalho de campo em que foram realizadas nove entrevistas. Os resultados da pesquisa evidenciam que boa parte dos agricultores passaram a usar defensivos e fertilizantes químicos em Alvorada do Gurguéia após a chegada de um projeto para agricultura irrigada. No entanto, tais agricultores desejam alguma alternativa para substituir o uso de agrotóxicos em virtude dos impactos já percebidos no município. As discussões levam à conclusão de que apesar do investimento do capital e dos pacotes tecnológicos é possível resistir e fazer uma agricultura que considere os saberes, as culturas dos povos e os princípios da natureza. A agroecologia é posta como uma alternativa sustentável não somente para o combate de pragas e doenças da agricultura, mas para todo o sistema produtivo e social.

Palavras-Chave: Agroecologia. Manejo agroecológico. Vale do Gurguéia

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the perception of farmers of Alvorada do Gurguéia regarding the control of plantation pests and diseases, as well as the impacts and consequences of the control forms used. For this we used the literature review and field work in which nine interviews were conducted. The survey results show that most farmers started using pesticides and chemical fertilizers in Alvorada do Gurguéia after the arrival of a project for irrigated agriculture. However, such farmers want some alternative to replace the use of pesticides due to the impacts already perceived in the municipality. The discussions lead to

the conclusion that despite the investment of the capital and the technology packages it is possible to resist and make an agriculture that considers the knowledge, the cultures of the peoples and the principles of nature. Agroecology is presented as a sustainable alternative not only for the fight against pests and diseases of agriculture, but for the whole productive and social system.

Keywords: Agroecology. Agroecological management. Vale do Gurguéia.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que a agricultura tenha em torno de 10 mil anos e vêm passando por diversas mudanças ao longo do tempo tendo em vista os fatores ambientais e o modo como a sociedade foi se relacionando com a natureza. Alguns autores falam em períodos de verdadeiras revoluções agrícolas. De acordo com Paulo Petersen uma primeira revolução envolveu mudanças na gestão da fertilidade dos solos mediante o encurtamento do tempo dos pousios e, finalmente, a sua completa supressão, a adoção de sistemas alternativos de manejo da biomassa, viabilizados pela introdução de adubos verdes e plantas forrageiras, e a maior integração ecológica entre a lavoura e a pecuária (Petersen, 2012).

O autor explica que até o final do século XIX, os agricultores desenvolviam estratégias técnicas para a gestão da fertilidade com base no manejo da biomassa localmente produzida. Porém, essas dinâmicas de interdependência e mútua transformação entre as técnicas e os ecossistemas foram profundamente alteradas com o surgimento dos fertilizantes sintéticos. A descoberta dos fertilizantes químicos abriu caminho para que o desenvolvimento tecnológico na agricultura tomasse o rumo da agroquímica, permitindo o paulatino abandono das práticas orgânicas de recomposição da fertilidade. Configuraram-se assim as condições necessárias para a disseminação das monoculturas em substituição às agriculturas diversificadas, ajustadas às especificidades ecológicas locais, e os avanços posteriores nos campos da mecanização e da genética agrícola, o que veio a ser chamada de Revolução Verde¹ ou Segunda Revolução agrícola.

¹ A revolução verde foi um processo que se deu a partir da busca por uma produção em larga escala com início na década de 1950, em vários países do mundo, e entre os anos 1960 e 1970 no Brasil. Um ciclo de inovações tecnológicas adquiridas com os avanços do pós-guerra iniciou-se a partir de então, por meio de uma tecnologia de controle da natureza de base científico-industrial, sob o pretexto de acabar com a fome no mundo. A Revolução Verde é composta com os pacotes tecnológicos, ou seja, insumos químicos, sementes de laboratório, irrigação, mecanização grandes extensões de terra, conjugado ao difusionismo tecnológico, bem como uma base ideológica de valorização do progresso. (PEREIRA, 2010 p. 687).

Uma grave consequência da Revolução Verde foi a ocupação da paisagem agrícola com monoculturas, isso resultou na multiplicação no número de insetos-praga e de organismos patogênicos, abrindo a frente de inovação em direção aos agrotóxicos. Raquel Rigotto afirma que historicamente agricultores e agricultoras desenvolvem maneiras de lidar com insetos, plantas e outros seres vivos que se difundem nos cultivos (Rigotto, 2010). No entanto, a Revolução Verde disseminou globalmente um novo regime tecnológico baseado na dependência da agricultura em relação à indústria e ao capital financeiro (Petersen, 2012) e com isso muitos agricultores abandonaram suas práticas tradicionais aderindo os pacotes tecnológicos.

Trazendo essa realidade para o contexto da área estudada, observa-se no Sul do Piauí cada vez mais adesão à lógica do capital e a modificação do jeito de fazer agricultura, principalmente com a implantação das monoculturas de soja na região. Uma situação preocupante é que essa lógica não é aderida somente pelos sojicultores. O uso de agrotóxicos se torna cada vez mais frequente, o que pode ser justificado por vários motivos, dentre eles, a lógica do capital que vem tentando adentrar na vida dos agricultores mesmo aqueles que produzem em pequena escala; segundo, porque muitos desconhecem maneiras alternativas de manter sua plantação segura ou porque mesmo conhecendo aderem a esse recurso devido a praticidade (Palma, 2011). Assim, a pesquisa teve por objetivo analisar a percepção dos agricultores de Alvorada do Gurguéia em relação ao controle de pragas e doenças das plantações, bem como os impactos e consequências das formas de controle usadas por esses agricultores. O artigo é resultado do trabalho de conclusão de curso da primeira autora e a motivação pessoal para estudar a problemática quanto ao uso de agrotóxicos e compreender como os agricultores de Alvorada do Gurguéia lidam com o surgimento de pragas e doenças em suas plantações, surgiu a partir de um caso de intoxicação pela utilização de agrotóxicos que levou a óbito um membro familiar.

Do ponto de vista metodológico a pesquisa é qualitativa. Para isso utilizou-se a revisão bibliográfica e trabalho de campo em que foram realizadas nove entrevistas abertas com agricultores e funcionários do DNOCS. As propriedades foram escolhidas aleatoriamente e as entrevistas aconteciam de acordo com a disponibilidade da família para participar. A entrevista buscou respostas sobre o modo de produção, os principais cultivos, o manejo desenvolvido para o combate de pragas e doenças, bem como a percepção dos agricultores em relação aos riscos à saúde em decorrência do contato com os agrotóxicos e aos riscos ambientais.

Alvorada do Gurguéia é um município pequeno do sul piauiense com uma população estimada em 5.419 pessoas para 2019 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2019). Não muito diferente de outros municípios da região, a agricultura é a principal fonte de renda das famílias. A origem do município já se deu em função da agricultura quando ainda pertencia ao território de Cristino Castro e implantou-se um projeto pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) voltado para a agricultura irrigada. O povoado que ganhou o mesmo nome DNOCS nasceu em 1978 e foi elevado à categoria de município após 16 anos com a lei estadual de número 4.680 de 26 de janeiro de 1994. De acordo com o IBGE (2019), 62,2% das famílias residem na zona rural, mas a agricultura é a principal fonte de trabalho mesmo para os sujeitos que residem na cidade, pois se deslocam para o campo diariamente.

2 A ENTRADA DOS AGROTÓXICOS NOS CULTIVOS E AS CONSEQUÊNCIAS GERADAS

Quando pensamos na expansão da utilização de agrotóxicos no Brasil logo associamos a expansão do agronegócio. De acordo com Cara (2009) a partir de 1960, com a implementação da indústria pesada no país [...] tem início o processo de modernização da agricultura, quando são implantadas as fábricas de maquinários e insumos agrícolas, esse processo de fixação dessas indústrias siderúrgicas, de material elétrico, petroquímicas etc. também veio com a intensão de facilitar e formar um novo mercado de consumo para novos produtos industriais.

Tais indústrias precisavam ter quem consumisse seus produtos, e o Estado teve um papel importante nessa história, o de apoiar, incentivar e facilitar as formas para adquirir esses novos recursos de produção originários do novo ramo industrial. Apoio que beneficiou as indústrias nacionais e internacionais que se estabeleceram no país a partir de 1960, levando a uma rápida incorporação de modernas tecnologias na agricultura com o objetivo de aumentar a produção agrícola. (Cara, 2009).

Ainda de acordo com a autora a forma como se deu a modernização da agricultura no país ocasionou “a devastação das florestas, perda da fertilidade e contaminação do solo devido a sucessivas aplicações de herbicidas e fertilizantes químicos, assoreamento dos rios e diminuição da biodiversidade com a implantação da monocultura. (Cara, 2009, p. 128).

Nota-se que além de impactar diretamente o meio ambiente em decorrência das novas tendências de ocupação do solo, a modernização da agricultura acarretou uma série de

mudanças no estilo de vida das comunidades locais, afetando a agricultura camponesa e intensificando o êxodo rural (Rufo, 2013).

No caso do Piauí, o autor afirma que a modernização agrícola teve início na década de 1970 e intensificado na década de 1990 a partir da migração dos sulistas, do Rio Grande do Sul e Paraná, para o sudoeste piauiense. Tal migração foi motivada pelos grandes incentivos governamentais e o clima que favorecia o plantio de grãos, tendo como carro chefe a soja, voltada para a exportação.

Com a migração sulista para outras áreas do país observa-se grande ocupação de porções territoriais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, constituindo-se em 2015 a última fronteira agrícola do Brasil – o MAPITOBA² que teve como objetivo a incorporação de novas áreas no cenário de produção moderna da agricultura visando o aumento da produção do país na área de commodities de grãos, especialmente a soja e milho.

Atualmente, esse processo de modernização como o Matopiba está incluso na tendência internacional e nacional de modernização da produção sendo elas consequências do processo de globalização e do capitalismo para atender às demandas hegemônicas, sobretudo da produção de commodities agrícolas e do controle de terras pelo capital financeiro (Spadotto & Coguetto, 2019, p. 214). Ou seja, não se trata mais de sulistas ocupando áreas do MATOPIBA, mas disputas territoriais de proporções internacionais.

De acordo com Rufo (2013) a agricultura moderna impôs uma série de mudanças e novos contextos na realidade piauiense, dentre elas destaca-se a dinamização econômica do surgimento de novas centralidades urbanas, assim como o desenvolvimento de equipamentos de serviços rurais e urbanos. Entretanto, todo esse processo de modernização se expõe de forma contraditória, ao mesmo tempo que se mostra impulsionar a economia da região, e uma visibilidade nacional e internacional, também impacta negativamente as cidades, o meio ambiente e as comunidades locais.

A realidade do município de Alvorada está totalmente dentro dessa lógica de modernização da agricultura e adesão dos pacotes tecnológicos sem considerar a realidade de cada lugar e da cultura das pessoas. Nesse sentido, questiona-se sobre que modernização é

² MATOPIBA palavra formada com as iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, onde acontece exploração de terras do cerrado para produção de monocultivos em alta escala pelo agronegócio. Segundo Souza e Pereira (2019) o MATOPIBA configura-se como um espaço de grandes expectativas para ganhos com valorização fundiária, onde as corporações podem adquirir as propriedades a baixo custo e rapidamente criar mecanismo de valorização das terras, através de uma produção agrícola altamente tecnificada e capitalizada, visto que os preços das terras no MATOPIBA são em geral ainda mais baixos que os praticados nas regiões agrícolas consolidadas do Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Entre as empresas que atuam na exploração do mercado de terras no MATOPIBA destacamos a Brasil Agro, SLC Agrícola, Radar S/A, Adecoagro, Sollus Capital, entre outras. (SOUZA E PEREIRA, 2019, p. 28).

que não melhora as condições de vida dos agricultores e contribui com diversos impactos ambientais como o desmatamento, a poluição e impactos na saúde, principalmente pelo uso de agrotóxicos? Questiona-se ainda sobre as políticas públicas e a legislação que estão sempre em benefícios de uns em detrimento de outros, a exemplo da legislação para o uso dos agrotóxicos. A lei dos agrotóxicos (Brasil, 1989) definem essas substâncias como:

Os produtos e os agente de processo físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na **proteção** de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, afim **de preservá-las da ação danosa** de seres vivos considerados nocivos. (Brasil, 1989).

A lei trata do termo agrotóxico como algo que vem para proteger e preservar, mas os dados mostram que o uso de agrotóxicos traz muito mais malefícios que benefícios como será apresentado mais adiante.

Sabe-se que o consumo excessivo de agrotóxicos está fortemente ligado ao capital. O dossiê da Abrasco aponta que no período entre o segundo semestre de 2010 e o primeiro semestre de 2011, o mercado nacional de venda de agrotóxicos movimentou 936 mil toneladas de produtos das quais 833 mil foram produzidas no país e 246 mil toneladas importadas (Carneiro, 2015).

O Brasil está dominado pelo capital internacional que encontrou na agricultura formas de se produzir, seja pela concentração de terras ou pela inserção de tecnologias como máquinas, sementes transgênicas e agrotóxicos (Pereira & Sousa, 2016). Exemplo disso é que 92% dos agrotóxicos comercializados no Brasil em 2010 foram produzidos por empresas de capital estrangeiro: Syngenta (Suíça), Dupont (Estados Unidos), Dow Chemical (Estados Unidos) [...] (Bombardi, 2012).

Quando analisa os estados, Bombardi (2017) aponta que o Piauí no ano de 2012 vendeu 11.026 toneladas de agrotóxicos ocupando o décimo primeiro lugar em uma escala de venda desses agrotóxicos e fertilizantes químicos por estado, tendo um aumento de 32,14% entre os anos de 2010 e 2012. Quando analisa o uso de agrotóxicos por estabelecimentos agrícolas por municípios, a autora destaca os 5 primeiros municípios piauienses que mais consumiu agrotóxicos são Joaquim Pires, Caraúbas do Piauí, São José do Divino, Colônia do Gurguéia, São Gonçalo do Gurguéia. A maior parte desse uso é em função da soja. Ainda de acordo com a autora, a soja, atualmente ocupa mais de 30 milhões de hectares do solo brasileiro, ou seja, ocupa sozinha mais da metade (52%) do volume de agrotóxicos comercializados no país. Consequentemente, esse elevado nível de consumo de agrotóxico

fortalece cada vez mais o interesse das empresas estrangeiras no Brasil (Pereira & Sousa, 2016).

Como ressalta Bombardi (2017) os dez ingredientes ativos mais vendidos no Brasil, dois são proibidos na União Europeia. Dados trazidos pela autora evidenciam a quantidade de agrotóxicos que são autorizados em culturas como soja, café e de cítricos. Para o cultivo do café, são autorizados 121 diferentes tipos de agrotóxicos, porém 30 deles são proibidos na União Europeia. No caso da soja 150 agrotóxicos são autorizados para o seu cultivo, destes 35 estão proibidos na União Europeia. Já para os citros existem 116 agrotóxicos em que é permitido o uso para o cultivo, mas, 33 são proibidos na União Europeia.

Se esses dados são alarmantes, vale destacar que em 2019, com a última aprovação (Ato nº 70 de 2 de outubro de 2019) para registros de agrotóxicos o governo federal brasileiro já somava um montante de 382 substâncias aprovadas, tornando-se o governo que mais aprovou a liberação de agrotóxicos no país.

O uso intensivo desses agrotóxicos vem provocando impactos significativos para a produção agrícola, mas também para a saúde do ser humano e do meio ambiente.

Sabe-se que existem inúmeras formas de contaminação com o agrotóxico. Após a aplicação nos cultivos, por exemplo, o solo absorve parte do veneno e acaba por contaminar os lençõs freáticos. A contaminação também pode ocorrer de forma indireta. As crianças pequenas que permanecem no chão ou solo e que colocam as mãos e objetos na boca, podem estar sujeitas a exposição. Os pais expostos de forma ocupacional podem trazer agrotóxicos para casa nas roupas e equipamentos, aumentando o risco de adoecimento dos filhos e o risco aumenta também de acordo com o grau de exposição das mães durante a gravidez (Curvo, Pignati & Pignatti, 2013).

De acordo com dados do Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2015) a exposição ao agrotóxico pode ocorrer através da inalação, durante a aplicação e/ou preparo da substância química, contato com a pele ou oral durante a manipulação. As pessoas que estão dentro de uma probabilidade maior de contaminação são: trabalhadores agrícolas ou pecuaristas, trabalhadores de comércio e transporte de agrotóxicos e empregados de indústrias de composição destes defensivos químicos. A exposição também pode ocorrer através da pulverização de áreas que facilitem que o produto seja disperso pelo meio ambiente, assim contaminando áreas e atingindo a população; pelo consumo de água e alimentos contaminados e o contato com as roupas com as quais os trabalhadores estavam em contato com o agrotóxico.

Do mesmo modo, o dossiê da Abrasco afirma que também é possível ocorrer intoxicação através do leite materno:

Parte dos agrotóxicos utilizados tem a capacidade de dispersar no ambiente, e outra parte pode se acumular no organismo humano, inclusive no leite materno. O consumo do leite contaminado pode provocar agravos à saúde dos recém-nascidos, por sua vulnerabilidade à exposição a agentes químicos presentes no ambiente, por suas características fisiológicas e por se alimentarem quase exclusivamente com o leite materno até os 6 meses de idade. (Carneiro, 2015).

Essa situação é preocupante pois nem as crianças recém-nascidas estão isentas da contaminação do agrotóxico. O que se presume ser a forma mais segura e eficaz para proporcionar todos os nutrientes necessários para a criança e gerar um início de vida saudável – o leite materno, pode estar sendo contaminado e deixando as crianças vulneráveis a adquirir possíveis problemas de saúde.

De acordo com o INCA (2018), os efeitos do contato dessas substâncias químicas com o corpo podem durar segundos ou podem tornar-se crônicos, se a exposição ao agrotóxico acontecer de forma repetida a pequenas quantidades.

Quando se trata de contaminação, vale ressaltar que não somente os agricultores do campo estão sujeitos a contaminação pelo uso de agrotóxico. “As pessoas do meio urbano também se encontram sob risco, devido a contaminação ambiental e dos alimentos.” (Palma, 2011, p. 20).

Sobre isso Carneiro (2015) apresenta que um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros está contaminado pelos agrotóxicos. De acordo com a investigação realizada pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxico (PARA) da Anvisa (2013-2015), 19,7% das amostras apresentavam quantidades de substâncias químicas acima do limite máximo permitido. Dentre os principais alimentos contaminados destacam-se o abacaxi, alface arroz, beterraba, cebola, cenoura, couve, feijão, laranja, maçã, mamão, manga, morango, pepino, pimentão, repolho e tomate. O pimentão foi campeão, 91,8% das amostras estavam contaminadas com níveis insatisfatórios na pesquisa realizada (Anvisa, 2016).

Bombardi (2012, p.1) enfatiza a gravidade do problema “no período de 1999 a 2009 houve 62 mil intoxicações por agrotóxico de uso agrícola no país; isto significa 5.600 intoxicações por ano ou 155,5 por dia ou uma a cada 90 minutos”. Muitas vezes direta ou indiretamente a contaminação da população por agrotóxico está relacionada ao descarte inadequado das embalagens.

Diante do exposto, vale destacar que existe um fórum para tratar do combate ao uso de agrotóxico, o Fórum Nacional de Combate aos Efeitos dos Agrotóxicos na Saúde e no

Meio Ambiente. O fórum foi criado com o intuito de funcionar como uma ferramenta social e reúne membros de organizações governamentais e não governamentais como: sindicatos, universidades, associações profissionais e o Ministério Público do Trabalho (Carneiro, 2015).

Ainda de acordo com a Abrasco, o fórum possibilita promoção de articulação entre sociedade civil e os governos para o confronto aos efeitos nocivos dos agrotóxicos a saúde do consumidor, trabalhador e do meio ambiente. “Por seu intermédio o Ministério do Trabalho realiza, entre outras atividades, audiências públicas e investigações, e firma Termos de Ajustes de conduta (TAC) para a redução e restrição do uso de agrotóxico”. (Carneiro, 2015, p. 189).

Assim percebe-se que vários setores da sociedade estão preocupados com essa problemática. E se antes se questionava os estudos sobre os agrotóxicos, o Dossiê da Abrasco é um importante documento científico interdisciplinar que apresenta os impactos dos agrotóxicos na saúde dos brasileiros. Nesse sentido ressalta-se a importância dessa pauta nas agendas políticas municipais, estaduais e federais para “a adoção de políticas de incentivo à agroecologia articulada com a reforma agrária para que o modelo químico-dependente seja alterado” (Carneiro, 2015, p. 189). O próximo tópico trata dessa alternativa para o controle de pragas e doenças sem o uso de agrotóxico.

3 UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: O CONTROLE AGROECOLÓGICO DE PRAGAS E DOENÇAS NA AGRICULTURA

Como já mencionado a Revolução verde trouxe diversas consequências, dentre elas os monocultivos e conseqüentemente, as pragas e a introdução dos agrotóxicos nos cultivos agrícolas. Essas consequências encadeadas acontecem porque a natureza funciona em ecossistemas. Segundo Primavesi (1994) as interrelações são várias e as interdependências são grandes. Desse modo, não existe fator isolado. O fator econômico, por exemplo, não está dissociado do fator ecológico, bem como o ser humano não está dissociado da natureza. E, justamente por isso, não pode simplesmente nos afastar de suas leis, querendo dominar, modificar e explorar sem pensar que faz parte desse conjunto.

A autora menciona que a agricultura convencional disseminada em diversas partes do mundo aplica princípios que não respeitam os princípios maiores da natureza e por isso resulta em diversas consequências. Sobre isso, Altieri (1999) afirma que os agrônomos da agricultura convencional utilizam os pressupostos dominantes da ciência moderna no “fazer agricultura”. Tais como o **atomismo** ao não considerar por exemplo que um cultivo ou a falta

dele pode interferir em outro. Muitas vezes estudam as propriedades físicas do solo separadamente das propriedades biológicas e da vida que as mantém; o **universalismo** quando trazem por exemplo o processo de aração das terras com os mesmos equipamentos e técnicas norte americanas, não considerando que um país tropical apresenta condições distintas; o **objetivismo** quando supõe que a produção agrícola pode ser entendida objetivamente sem levar em consideração os agricultores e sua maneira de pensar, os sistemas sociais e o agroecossistema ao seu redor como já exemplificamos no item anterior.

Para o autor a agronomia convencional baseada em tais princípios desenvolve de forma isolada tecnologias de nutrição vegetal e manejo de pragas e assumem que estes resultados podem ser transferidos para agricultores(as) na forma de novas tecnologias achando que tais tecnologias se encaixam em qualquer sistema agrícola.

Assim, quando se menciona o termo controle agroecológico de pragas e doenças entende-se que ele é o que Primavesi (1994) chama de manejo integrado ou manejo ecológico. Ou seja, aquele que procura o equilíbrio entre todos os conjuntos ecológicos da natureza. Para que esse manejo integrado aconteça precisamos adotar outros princípios e daí a importância da agroecologia que possui princípios distintos e que superam os da ciência e agricultura convencional.

De acordo com Altieri (1999) as premissas filosóficas da agroecologia contrastam radicalmente com as premissas dominantes, uma vez que atribui legitimidade às formas de aprendizagem e conhecimento dos agricultores. Essas premissas são o **holismo** que entendendo que as partes não podem ser compreendidas separadamente de seu todo e o todo é diferente da soma de suas partes, pois há uma interação permanente e transformadora entre elas, podendo desenvolver novas características ou mesmo surgir outras totalmente novas; o **contextualismo** já que fenômenos dependem de um grande número de determinados fatores, especialmente ligados ao tempo e ao espaço. Fenômenos similares podem ocorrer em tempos e espaços diferentes devido a fatores amplamente diferentes; o **subjetivismo** entendendo que os sistemas sociais e especialmente os naturais não podem ser compreendidos separadamente de nossas atividades, valores, cultura e história, ou seja, toda realidade existe a partir de um sujeito que a compreende (subjetividade). E o **pluralismo**, pois sistemas complexos só podem ser conhecidos através de vários padrões e formas de pensar.

O autor destaca ainda que é preciso superar a concepção de ciência como fonte única do conhecimento válido, pois os conhecimentos produzidos pelos agricultores representam importante alternativa na recuperação e manutenção ambiental ou na construção da sustentabilidade, em suas várias dimensões.

Dialogando com Ana Primavesi e com Miguel Altieri, Gliessman (2002) vai afirmar que durante a segunda metade do século XX a agricultura convencional obteve grande êxito na produção de alimentos. Esse auge se deve aos avanços científicos e tecnológicos que incluem o uso de fertilizantes, desenvolvimento de novas variedades de plantas e uso de agrotóxicos. Mas, tal êxito também provocou a degradação das bases da produtividade: solo, água e diversidade genética. Além disso, tem criado dependência do uso de recursos não renováveis como o petróleo e fomentado um sistema que elimina a responsabilidade dos agricultores e trabalhadores do campo do processo de produzir alimentos.

Assim, esses três autores consideram que a agricultura convencional não é sustentável. A longo prazo não tem potencial para produzir alimento suficiente para a demanda populacional porque no presente está destruindo a base que a sustenta. Todas as práticas de manejo usadas na agricultura convencional tendem a favorecer a alta produtividade a curto prazo comprometendo a produtividade dos cultivos futuros. Logo, o único caminho possível quando se pensa em equilíbrio ecológico e social é através da agroecologia.

Nesse sentido, sabendo que o uso de agrotóxico faz parte dos pacotes tecnológicos da Revolução verde, não se pode pensar somente em eliminar o uso de agrotóxicos, mas mudar todo o sistema produtivo, as práticas que são empregadas e a forma de pensar agricultura. Do mesmo modo, não é possível simplesmente combater pragas e doenças por meio de defensivos naturais. Até porque como diz Primavesi (1992) “o simples combate com um ou outro método normalmente não resolve”. Deve-se pensar em combate integrado e nos conjuntos de ecossistemas. Não adiantaria aplicar métodos naturais de combate às pragas em milhares de hectares de monoculturas, pois se o sistema não está em equilíbrio o problema não é resolvido. Esse é um exemplo dado constantemente pelos agricultores de Alvorada do Gurguéia.

A agroecologia é portadora de métodos naturais e/ou de controle biológico de insetos herbívoros e microorganismos potencialmente patogênicos sempre que eventuais desequilíbrios populacionais dessas espécies coloquem em risco o sucesso das lavouras (Carneiro, 2015, p. 32), mas sempre pensando no conjunto, pois como menciona Ana Primavesi o controle ecológico não procura matar a praga, mas não cria-la.

Nesse sentido, a melhor forma de combater pragas e doenças é manter o sistema em equilíbrio. E equilíbrio quer dizer que nem uma espécie é beneficiada. Todas vivem com as mesmas chances e as mesmas pressões das outras e assim são controladas. Para isso é necessário diversificação produtiva, rotação de culturas, matéria orgânica no solo, proteção da superfície do solo, processo de descompactação e arejamento do solo (Primavesi, 1994).

Em se tratando especificamente das formas de controle das pragas e doenças, Primavesi (1994) afirma que existem diversas formas de fazer um controle respeitando a natureza e as pessoas. A autora destaca quatro modos de combate e dois de prevenção. São eles, combate mecânico, físico, químico, biológico e a prevenção a partir da diversificação e da resistência vegetal por uma nutrição adequada.

Aqui destacam-se o equilíbrio e a diversificação para garantia de vida do solo, como também aumentar a resistência vegetal para uma melhor nutrição. A diversificação que trata a autora é o uso de policultivos ao invés de monoculturas. Quando se tem uma produção diversificada, haverá benefícios para o agroecossistema, pois em muitos casos uma planta serve de proteção para outra, por exemplo em uma horta com cebola ou o coentro deve-se plantar também hortelã, pois o cheiro forte dessa erva incomoda alguns insetos que possivelmente poderia atacar aquele canteiro com cebola e/ou coentro. Essas plantas são uma forma eficiente de combate contra pragas e doenças, já que uma protege a outra.

Não é o foco do trabalho debater as formas de controle de cada uma das pragas e doenças existentes, mas Primavesi traz essas formas na sua obra “manejo ecológico de pragas e doenças” e mostra que existem formas sustentáveis para manter o equilíbrio dos agroecossistemas sem uso de agrotóxicos e considerando as inúmeras interrelações existentes na natureza. Para isso, mais importante que conhecer técnicas alternativas de controle de pragas e doenças é mudar a forma de se fazer agricultura. Fazer uma agricultura que considere os saberes, as culturas dos povos e os princípios da natureza.

4 AGRICULTURA E CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS EM ALVORADA DO GURGUÉIA

Toda a contextualização desde o processo de modernização da agricultura ao uso de agrotóxicos e o manejo agroecológico de pragas e doenças visa refletir sobre a realidade da agricultura em Alvorada do Gurguéia. O município teve sua origem a partir de um projeto de irrigação implantado pelo DNOCS³. Até então os agricultores que formavam o povoado não fazia uso de agrotóxico. Os agricultores relatam que enquanto o DNOCS atuava na área contavam com uma cooperativa local e certa assistência técnica em que aprendiam como usar

³ Segundo dados do site o DNOCS foi criado com o nome de Inspeção de Obras Contra as Secas (IOCS) por meio do Decreto 7.619, de 2 de outubro de 1909, ainda em 1919 por meio do decreto 13.687 recebeu o nome de Inspeção Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) antes de passar a ter o nome com o qual é conhecido hoje Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que dentre os órgãos regionais se torna a Instituição Federal mais antiga completando 110 anos no ano de 2019 (DNOCS, 2013).

os equipamentos, os fertilizantes e os agrotóxicos. No entanto, com a saída do DNOCS a cooperativa deixou de assistir os colonos e foi desativada.

Essa situação leva à reflexão sobre a implementação de políticas que não consideram a cultura e a realidade da população local. No caso, os agricultores não detinham conhecimento teórico e prático sobre cooperativismo, tão pouco tiveram formação suficiente para seguir com a proposta após a saída do DNOCS. O espaço está abandonado há 17 anos e de acordo com os agricultores a cooperativa foi desativada justamente por má administração, pois a diretoria era composta por agricultores colonos, muitas vezes analfabetos e acostumados a administrar somente a produção.

No que se refere a produção agrícola, os agricultores relatam que inicialmente se trabalhava com uma grande produção de arroz, mas essa produção tem reduzido cada vez mais no município. Assim, os cultivos mais produzidos atualmente são: banana, feijão, melancia, mandioca e o milho. As distancias das roças para a sede do município variam entre 2km e 9km o que permite que mesmo morando na cidade muitos agricultores mantenham seus cultivos.

O preparo da terra é realizado com auxílio de trator ou de forma manual. O que os agricultores produzem é direcionado para consumo da família e para venda. Algumas sementes como milho e melancia são compradas em casas agropecuárias e outras como as de feijão são armazenadas e guardadas para serem utilizadas na safra seguinte.

Essa contradição de ter sementes do agronegócio e sementes crioulas no mesmo espaço leva a duas reflexões: a) a revolução verde movida pelo capital consegue chegar em todos os espaços, até mesmo nos agricultores camponeses. Embora, não favoreça esses agricultores que continuam subordinados e dependentes desde a semente que compra até o momento da comercialização dos produtos para o atravessador. Além de muitas vezes comprometer a soberania alimentar da família quando deixa, por exemplo, o policultivo tradicional na esperança de ganhar um pouco mais com o monocultivo de melancia; b) contraditoriamente, a lógica camponesa não foi eliminada, pois ainda se mantém o trabalho familiar, o plantio para consumo, o armazenamento de sementes e, portanto, existe uma esperança de se pensar em alternativas ao modelo produtivo da revolução verde, a exemplo da agroecologia.

Alguns agricultores entrevistados relataram utilizar agrotóxico em suas plantações. Ainda que não concordem com o método de controle, alegam ser a única forma de controle que conhecem. Quando perguntados sobre a forma de aplicação, os agricultores mencionam que algumas vezes aplicam as substâncias, e ocasiões em que pagam para fazer a aplicação,

como foi descrito por um dos entrevistados: “Hoje você vê pessoas pagando cinquenta reais, cem reais para um cara aplicar um dia de veneno na sua área, mas o dono mesmo não vai. O dono está preservando a vida dele e sacrificando a do outro para obter resultado”.

Nesse sentido, a pesquisa evidenciou que muitos agricultores têm consciência dos riscos que a aplicação de agrotóxico oferece. Mas, contraditoriamente, nem todos utilizam equipamentos de proteção individual, e conseqüentemente, ficam mais expostos ao veneno, podendo sofrer uma intoxicação.

Todos os entrevistados relataram casos próximos em que após o contato com o agrotóxico, os agricultores começaram a sentir tontura, dor de barriga, náuseas e atribuem esses sintomas à aplicação do agrotóxico.

Essa situação é preocupante, pois a legislação e as empresas tentam esconder os riscos desses venenos com as noções de uso seguro ou de uso racional dos agrotóxicos. Como aponta Paulo Petersen, no Dossiê da Abrasco de 2015, além de criarem a falsa ideia de que algumas medidas preventivas acabariam com os riscos de intoxicação, o termo agrotóxico ao invés de veneno forma uma blindagem jurídica para as empresas agroquímicas que transferem a responsabilidade pelas intoxicações para as vítimas, sob a alegação de que estas não adotam os procedimentos de segurança recomendados.

O fato é que as empresas que comercializam agrotóxicos na realidade em estudo não cumprem o estabelecido na legislação e não existe uma fiscalização eficiente para garantir o cumprimento da lei. Todos os agricultores entrevistados mencionaram a facilidade para comprar os agrotóxicos. Como relatado por um entrevistado: “Eles entregam um certificado com as instruções de como aplicar e vendem para qualquer um. Até para quem não sabe ler”.

Durante as entrevistas observou-se nas propriedades rurais várias embalagens de agrotóxicos. Os entrevistados relataram que os recipientes de plástico são furados, armazenados e devolvidos para a loja. Entretanto, quando a empresa não manda recolher esses recipientes, os próprios agricultores procuram queimá-los.

Os agricultores mencionam que a situação, em relação as embalagens, era mais grave, pois como não havia conhecimento dos riscos de contaminação, as embalagens de agrotóxicos eram jogadas a céu aberto ou reutilizadas pelos agricultores para colocar água para o consumo.

Eu ainda cheguei a ver gente lavando esses baldes. De primeiro, vinha uns baldes de vinte litros de veneno, cheguei a ver gente lavando com sabão em pó e botando água para consumo dentro desses baldes, porque eles não tinham conhecimento que fazia mal. Era um plástico muito bom, um tamborzão bonito. Naquele tempo era uma carência aí tudo que a gente via aproveitava. De forma errada né. (Entrevistado 1)

Vale salientar que os resíduos presentes em embalagens de agrotóxico além de causar intoxicação nas pessoas, quando abandonados no meio ambiente ou descartados de forma inadequada, contaminam o solo e, sob as ações da chuva, são carregados para águas superficiais e subterrâneas. (Carneiro, 2015).

A Lei 9.974, de 6 de janeiro de 2000, posteriormente atualizada pelo Decreto 4.074, de 4 de janeiro de 2002 diz que é responsabilidade das empresas o destino das embalagens. No seu artigo 6 aponta:

§ 5º As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados, **após a devolução pelos usuários**, e pela dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes. (Brasil, 2000).

A lei é frágil porque aponta a responsabilidade das empresas após a devolução pelos agricultores. No entanto, nem sempre esses agricultores têm formação ou assistência técnica para que faça esse descarte da forma ideal. Ainda no seu capítulo 6 a lei 9.974 de 6 janeiro de 2000 determina:

§2º Os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrante, podendo a devolução ser intermediada por postos ou centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente.

O dossiê da Abrasco traz uma crítica em relação a lei pelo fato de que ainda quando as empresas fazem cartilhas orientando sobre a devolução das embalagens, não apresentam esclarecimentos sobre a toxicidade dos venenos. Do mesmo modo, ainda culpabilizam os agricultores pela poluição ambiental, alegando que os agricultores não estão seguindo a lei. (Carneiro, 2015, p. 148). Outro ponto que vale destacar é que sendo as embalagens lavadas pelos próprios agricultores o risco de contaminação é maior, devido ser mais uma forma de contato com os resíduos de veneno nas embalagens.

Quando se analisa a realidade do Piauí, o dossiê Abrasco (2015) aponta que as embalagens largadas no campo correspondem a 32,2%; as que são queimadas/enterradas 51,8%; as que são reaproveitadas 0,6%; as que são descartadas como lixo comum 3,6%; guardadas no estabelecimento 3,3%; devolvidas ou coletas seletivas 5,5%; outros tipos de descarte 4,6%.

Esses dados são preocupantes porque mostram que no estado mais de 80% das embalagens são descartadas inadequadamente, podendo vir a provocar diversos impactos

ambientais e na saúde das pessoas. Daí nota-se a necessidade de uma legislação que responsabilize mais as empresas; a necessidade de maior fiscalização e sensibilização com acompanhamento dos agricultores para fazer esse descarte de forma correta enquanto não alcançamos a utopia de um campo livre de agrotóxicos.

Durante os trabalhos de campo foi possível encontrar quantidades relevantes de agrotóxicos nas propriedades rurais. Dentre os agrotóxicos encontrados destacam-se o Actara, o Nuprid, o Applaud, e o Engeo pleno S. Essas foram as substâncias mais citadas pelos agricultores para o combate de pragas. O quadro 1 apresenta algumas informações retiradas da bula desses produtos.

Quadro 1 – Informações contidas na bula dos Agrotóxicos

Actara 250 (Fabricante Syngenta)	Composição: TIAMETOXAM 250 g/kg (25 % m/m) Outros ingredientes: 750 g/kg (75% m/m)
Modo de uso	No cultivo de Melancia (combate pulgão e mosca branca): Pulverização foliar: Utilizar pulverizador costal ou tratorizado com volumes de aplicação de 500 L/ha. No cultivo do Feijão (combate de mosca branca, cigarrinha e vaquinha): iniciar as aplicações logo no início da infestação. O número de aplicações depende da pressão da praga. As aplicações poderão ser repetidas até 2 vezes. Evite o plantio de feijão junto a lavouras antigas de feijão ou soja. Nestas condições, quando da colheita destas áreas, haverá uma migração muito grande de mosca branca para a nova cultura, tornando inevitável a transmissão da virose. Para evitar pulverizações excessivas na fase de emergência e desenvolvimento inicial, <u>torna-se imprescindível o tratamento de sementes com um produto efetivo contra a mosca branca.</u> Na ausência de um bom tratamento de sementes ou com sementes tratadas com produtos não específicos para mosca branca, poderá haver introdução da virose. Nessas condições, quando houver 60% de plântulas emergidas, aplicar um produto de contato para eliminar a população adulta migrante. Após a emergência total da cultura, iniciar as aplicações de ACTARA 250 WG, com intervalos de 7 dias.
NUPRID 700 (Fabricante Nufarm)	Composição: Imidacloprido 700 g/kg Outros ingredientes 300 g/kg (30% m/m)
Modo de uso	Feijão (combate de mosca branca e cigarrinha): pulverização foliar usando bico cônico vazio e volume de calda de 200 a 400 L/ha.
APPLAUD 250 (Fabricante Sipcam)	Composição: BUPROFEZINA. 250 g/kg (25% m/m) Outros ingredientes 750 g/kg (75% m/m)

Nichino)	
Modo de uso	No cultivo do Feijão e Melancia (combate de mosca branca): as aplicações devem ser iniciadas quando for constatada a presença das primeiras “ninfas” ou formas jovens das pragas nas culturas indicadas. No controle principalmente da “mosca branca”, a pulverização deve ser feita de modo a atingir as formas jovens, na parte inferior das folhas. É importante observar o índice populacional de “adultos”. Se for alto, recomenda-se aplicar um inseticida que tenha ação sobre os “adultos” e em seguida aplicar Applaud 250
ENGEO PLENO S (Fabricante Syngenta)	Composição: TIAMETOXAM 141 g/L (14,1% m/v) Lambda-Cialotrina 106 g/l Outros Ingredientes 872 g/L (87,2 m/v)
Modo de uso	No cultivo de Feijão (combate de vaquinha e larva alfinete): Utilizar pulverizador costal ou tratorizado com volumes de aplicação ao redor de 200 L/há

Fonte: Dados compilados a partir das bulas dos agrotóxicos encontrados durante a pesquisa de campo, setembro de 2019.

Os dados do quadro dialogam com todas as discussões feitas até aqui em relação ao uso dos agrotóxicos e suas consequências.

Primeiro os dados reforçam o que Larissa Bombardi traz sobre a presença de empresas multinacionais no consumo dos agrotóxicos no Brasil. Dos quatro principais agrotóxicos usados pelos agricultores dois são da Syngenta, uma empresa que teve origem na Suíça, mas que atualmente é uma empresa global presente em mais de 90 países. A Nufarm também é uma empresa global com sede na Austrália, mas que atua na Austrália, Nova Zelândia, Ásia, Europa e Américas. Por fim a Sipcam/nichino é uma fusão da empresa brasileira Sipcam com a japonesa Nichino e atuam no mercado interno brasileiro.

Em segundo lugar, quando analisamos o modo de uso notamos como é explícito a presença dos pacotes tecnológicos, ou seja a dependência que o agricultor tem para poder alcançar um melhor resultado, como no trecho “Para evitar pulverizações excessivas na fase de emergência e desenvolvimento inicial, torna-se imprescindível o tratamento de sementes com um produto efetivo contra a mosca branca.” Ou ainda “É importante observar o índice populacional de ‘adultos’. Se for alto, recomenda-se aplicar um inseticida que tenha ação sobre os ‘adultos’ e em seguida aplicar Applaud 250”.

Ainda sobre essa problemática os agricultores se dizem conscientes dos riscos, mas nem sempre leem as instruções.

Quando questionados em relação às alternativas ao uso de agrotóxicos, observou-se que nem todos os agricultores conhecem tais alternativas. Apenas um entrevistado conhece e faz defensivos com a folha do nim e outro entrevistado afirma não fazer uso de agrotóxico em sua propriedade. O agricultor afirma que cultiva de modo diversificado há, aproximadamente,

15 anos. Realiza manejo manual (as vezes usa trator). Os adubos utilizados são o esterco de animais, palha da carnaúba e barro/lama do rio. Afirma ainda que desconhece os defensivos naturais, pois não existem pragas em suas plantações. Ao apresentar a proposta de manejo agroecológico de pragas e doenças para os entrevistados, todos afirmaram ter interesse em conhecer mais sobre o tema e experimentar.

Nesse sentido, pode-se afirmar que agricultores têm conhecimento dos riscos à saúde que sofrem ao trabalhar com agrotóxicos e estão abertos à novas possibilidades, mas nota-se também que os impactos ambientais não estão claros para esses agricultores, o que exige maior incentivo às práticas agroecológicas e sensibilização em relação ao não uso dos agrotóxicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstra que a Revolução Verde no Sul do Piauí veio acompanhada de uma assistência técnica pública seguindo os motes de tal revolução sem considerar os princípios da natureza nem as culturas locais. Esse aspecto associado a falta de conhecimento sobre o controle agroecológico de pragas e doenças pelos agricultores do município de Alvorada contribuiu para a adesão e o uso de agrotóxicos no município.

Diante desse contexto percebe-se que a revolução verde movida pelo capital chega em todos os espaços e alcança os camponeses. Contudo, a lógica camponesa não foi eliminada, ainda se mantém o trabalho familiar, o plantio para consumo, o armazenamento de sementes e, portanto, uma esperança de se pensar em alternativas ao modelo produtivo da revolução verde. A pesquisa revelou que muitos camponeses fazem uso de agrotóxicos, mas desejam encontrar alternativas para substituir a utilização desses venenos. E nesse sentido, a agroecologia é posta como uma alternativa sustentável não somente para o combate das pragas e doenças, mas para todo o sistema produtivo e social.

Desse modo, pode-se afirmar que existem formas sustentáveis para manter o equilíbrio dos agroecossistemas sem uso de agrotóxicos e considerando as inúmeras interrelações existentes na natureza. Para isso, mais importante que conhecer técnicas alternativas de controle de pragas e doenças é mudar a forma de se fazer agricultura. Fazer uma agricultura que considere os saberes, as culturas dos povos e os princípios da natureza.

REFERÊNCIAS

- Altieri, M (1999). *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Montevideo: Nordan.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2016). *Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015*. Brasília,DF.
- Bombardi, Larissa M. (2017). *Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia*. São Paulo: FFLCH-USP.
- Bombardi, Larissa M. (2012). Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro. Direitos Humanos no Brasil 2012. *Relatório de Rede Social de Justiça e Direitos Humanos*. São Paulo.
- Brasil (1989). *Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- Brasil (2000). *Lei Nº 9.974, de 6 de junho de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- Cara, C. A. (2009). Modernização da agricultura brasileira e impactos ambientais. *Perspectivas Geográficas - Unioeste Geografia*. 1,2(5) 126-135.
- Carneiro, F. F. (2015). *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. EPSJV/Expressão Popular.
- Curvo, H. R. M.; Pignati, W. A.; & Pignatti, M. G. (2013). Morbidade por câncer infanto-juvenil associado ao uso de agrotóxicos no Estado do Mato Grosso, Brasil. *Cad. Saúde Colet.*, Rio de Janeiro, p. 10-17.
- De Souza, G. V. A., & Pereira, M. F. V. (2019). Matopiba: A Inteligência Territorial Estratégica (Ite) E A Regionalização Como Ferramenta/Matopiba: Strategic Territorial Intelligence And Regionalization As A Tool/Matopiba: La Inteligencia Territorial Estratégica Y La Regionalización Como Herramienta. *REVISTA NERA*, (47), 22-45.
- De Andrade Palma, D. C., & Lourencetti, C. (2011). Agrotóxicos em água e alimentos: risco a saúde humana. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 14(2), 7-21.
- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. (2013). *História*. (23 de outubro de 2013). Recuperado em <https://www2.dnocs.gov.br/historia>.
- Gliessman, Stephen R. (2002). *Agroecologia: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, C.R.: CATIE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). *História. Alvorada do Gurguéia*. Recuperado em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/alvorada-do-gurgueia/panorama>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). *Censo Agropecuário 2017*. Recuperado em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/alvorada-do-gurgueia/pesquisa/24/75511>

- Instituto Nacional do Câncer. (2018). *Agrotóxico*. Recuperado em <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>
- Pereira, L. A., & Sousa, R. A. D. (2016). O uso intensivo de agrotóxicos: a nova questão agrária. *OKARA: Geografia em Debate*. 10(1) 185-194.
- Pereira, M. C. B (2012). Revolução Verde. In: Caldart, Roseli Salette; Pereira, Isabel Brasil; Alentejano, Paulo; Frigotto, Gaudêncio. *Dicionário da Educação do Campo*. São Paulo: Expressão Popular. p. 687-691.
- Petersen, P. (2012). Agriculturas Alternativas. In: Caldart, Roseli Salette, Pereira, Isabel Brasil, Alentejano, & Paulo, Frigotto Gaudêncio. *Dicionário da Educação do Campo*. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular.
- Primavesi, A. (1992). *Agricultura sustentável: manual do produtor rural, maior produtividade, maiores lucros, respeito à terra*. São Paulo, Brazil: Nobel.
- Primavesi, A. (1994). Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente. *São Paulo: Nobel*.
- Rigotto, R. (2011). Agrotóxicos, trabalho e saúde: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no baixo Jaguaribe, CE. In *Agrotóxicos, trabalho e saúde: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no baixo Jaguaribe, CE* (pp. 612-612).
- Rufo, T. F. (2013). *Modernização agrícola no sudoeste piauiense: impactos na rede urbana regional, no meio ambiente e nas comunidades*. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Brasília, Instituto de ciências Humanas, Departamento de Geografia. Brasília- DF.
- Spadotto, B. R., & Coguetto, J. V. (2019). Avanço Do Agronegócio Nos Cerrados Do Piauí: Horizontalidades E Verticalidades Na Relação Entre O Ambientalismo Dos Pobres E O Controle De Terras Pelo Capital Financeiro/The Rush Of Agribusiness In The Cerrado Of Piauí: Horizontalities And Verticalities In The Relation Between The Environmentalism Of The Poor And The Global Land Grabbing/El Avance Del Agronegocio En El Cerrado De Piauí: Horizontalidades Y Verticalidades En La Relación Entre El Ambientalismo De Los Pobres Y El Acaparamiento De Tierras. *REVISTA NERA*, (47), 202-229.