



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

DIEGO ALONSO BAUTISTA LEVANO

**RELAÇÕES ECONÔMICA E CLIMÁTICA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO
LESTE DO PARÁ**

BELÉM-PA

2019

DIEGO ALONSO BAUTISTA LEVANO

**RELAÇÕES ECONÔMICA E CLIMÁTICA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO
LESTE DO PARÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental e Museu Paraense Emilio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Orientador: Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha.

BELÉM-PA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B352r Bautista Lévano, Diego Alonso
 Relações econômica e climática na produção agrícola no leste
 do Pará / Diego Alonso Bautista Lévano. — 2019.
 56 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Produtividade agrícola - Pará. 2. Produto interno bruto. 3.
Precipitação (meteorologia). 4. Efeito da temperatura. I.
Título.

CDD 318.115

DIEGO ALONSO BAUTISTA LEVANO

**RELAÇÕES ECONÔMICA E CLIMÁTICA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO
LESTE DO PARÁ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e Dinâmica Sócio-Ambiental na Amazônia.

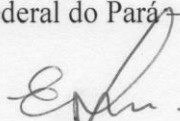
Linha de pesquisa: Interação Clima, Sociedade e Ambiente.

Data de aprovação: 28 / 06 / 2019

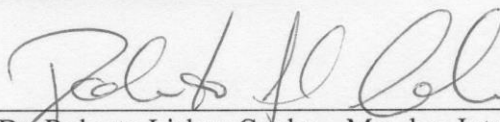
Banca Examinadora:




Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha – Orientador
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará – UFPA



Prof. Dr. Everaldo Barreiros de Souza – Membro Interno
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará – UFPA



Prof. Dr. Roberto Lisboa Cunha – Membro Interno
Doutor em Ciências Agrárias
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA



Prof. Dr. Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza – Membro
Externo
Doutor em Agronomia
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Em 2008 meu coração foi embora com você Felicitas Yance Apolaya, tuas palavras ainda ficam em minha mente “*se un buen hijo*” e prometo cumprir melhor meu rol do filho. Quando lembro a senhora, canto a parte da canção do Diego Torres (“*Tal vez*”):

*[...] Pero hoy, tan solo hoy
Yo me enfrento a la vida curando heridas
Hoy, tan solo hoy
Yo perdí de mi vida, lo mejor que tenía
Y se, me dijo al partir: estoy muy segura que nos volveremos a ver
Y guarde su voz de papel, su olor en mi piel
Tal vez el cielo no sea tan claro
Como no es claro lastimarse así
Quise encontrarme a mi
Y me topé con la razón
Con ganas de sentir que hoy es otro día
Pero hoy, tan solo hoy [...]*

AGRADECIMENTOS

O eterno amor e agradecimento a meus pais Maria e Félix, graças a sua perseverança, sacrifício e humildade. Só tenho palavras de agradecimentos a toda minha família (Bautista, Lévano, Rojas, Vargas, Villanueva, entre outros), meus amigos e amigas pois graças a vocês o trabalho executado tem sentido, também não quisera deixar de agradecer a aquelas pessoas que acreditam em mim (Abelardo, Franco, Chubi, Gustavo, Walter e meu time Salesianos-2002B). Neste episódio da minha vida conheci a você, Patrícia Bautista Callisaya, e tive a oportunidade de conhecer sua amabilidade, amizade, amor, carinho e compreensão, muito obrigado, posto que em este grande desafio de morar e aprender dia a dia, você me ajudou a ter uma melhor visão da vida; estou convencido que as dificuldades vividas por nós, pronto geraram melhores ganancias (juntos ou não).

As seguintes frases me ajudaram no caminhar e culminação do mestrado:

“O homem descobre-se quando é medido com um obstáculo” (Antoine De Saint-Exupéry);

“O mundo riu de suas próprias tragédias, como o único meio de suportaras” (Oscar Wilde);

“É um grande privilegio ter vivido uma vida difícil” (Indira Gandhi.).

Muito obrigado ao programa Organização dos Estados Americanos (OEA) - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela beca para o programa do mestrado, ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), aos diversos professores que compartilharam com nossa educação pela dedicação e ao professor Edson Rocha, Augusto e Josie por suas contribuições e ajuda durante minha estadia desde aquele julho de 2017. Finalmente, gostaria de estender meu agradecimento para todas as pessoas que acreditaram em minha capacidade, com suas amostras de carinho, mensagens e palavras em todo o caminho que morei longe de casa.

RESUMO

A presente pesquisa relaciona os rendimentos médios ou produtividade das oito principais lavouras localizadas em municípios no leste do Pará. Na relação econômica foi trabalhada com a variável dependente Valor agregado bruto agropecuário (VAB.AGR) e a relação climática foi realizada com as variáveis precipitação e temperatura, durante o período 2002-2016. A seleção das oito lavouras foi de acordo a sua representação percentual nas quantidades produzidas durante o período do estudo. Por tal motivo, as lavouras foram divididas em permanentes (LP: banana, coco-da-baía, dendê e laranja) e temporárias (LT: cana-de-açúcar, mandioca, milho e soja). Foram recopilados os dados secundários do VAB.AGR, quantidades produzidas (QP), rendimentos médios (Rm) ou produtividade e valores de produções dos municípios no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Produção Agrícola Mensal (PAM). Respeito à complexidade das variáveis climáticas, foram pesquisadas e coletadas as informações do *Climate Prediction Center MORPHing technique* (CMORPH) para as precipitações e o *European Centre for Medium-Range Weather Forecast* (ECMWF) para os dados da temperatura. As metodologias utilizadas foram os Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para conhecer o nível de associação entre as variáveis tendo como variável dependente o VAB.AGR, assim com o Coeficiente de Pearson para conhecer o grau de relação entre variáveis climáticas e as QP e Rm. Finalmente, dos resultados obtidos podemos acreditar que as oito lavouras selecionadas, pelo menos um tipo de lavoura apresenta significância com o desenvolvimento econômico e climático.

Palavras-chave: Produtividade agrícola - Pará. Produto interno bruto. Precipitação (meteorologia). Efeito da temperatura.

ABSTRACT

The present research related the average yields or productivity of the eight main crops located in municipalities in the east of Para. In the economic relation, it was worked with the dependent variable Gross agricultural value added (VAB.AGR) and the climatic relation was performed with the variables precipitation and temperature during 2002-2016. The selection of the eight crops was according to their percentage representation in the quantities produced during the study period. For this reason, the crops were divided into permanent (CP: banana, coconut palm, palm, and orange) and temporary (CT: sugar cane, cassava, corn, and soybean). The secondary data of the VAB.AGR, quantities produced (QP), average yields (Rm) or productivity and values of municipalities production were compiled in the portal of the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) and Produção Agrícola Mensal (PAM). Regarding the complexity of the climatic variables, the information of the Climate Prediction Center MORPHing technique (CMORPH) for the precipitations and the European Center for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) for the temperature data were researched and collected. The methodologies used were the Ordinary Least Squares (OLS) to know the level of association between the variables having as a dependent variable the GVA.AGR, as well as the Pearson Coefficient to know the degree of relationship between climatic variables and the QP and Rm. Finally, from the results obtained we can believe that the eight selected crops, at least one type of crop, is significant with the economic, and climatic development.

Keywords: Agricultural Productivity - Pará. Gross Domestic Product. Precipitation (weather). Temperature effect.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - PIB e VAB da agricultura do Brasil no mundo.	15
Mapa 1 - Estado do Pará: os municípios selecionados para o presente estudo.	29
Gráfico 2 - Estado do Pará: lavouras permanentes selecionadas.....	31
Gráfico 3 - Lavouras permanentes no Estado do Pará durante 2002-2016: QP e VP.	32
Gráfico 4 - Estado do Pará: lavouras temporárias selecionadas.....	32
Gráfico 5 - Lavouras temporárias no Estado do Pará durante 2002-2016: QP e VP.	33
Gráfico 6 - PIB e VAB: composição para o Estado do Pará e os municípios no estúdio durante 2002-2016.....	36
Gráfico 7 - Lavouras permanentes selecionadas nos municípios selecionados: QP e Rm.	38
Gráfico 8 - Lavouras temporárias selecionadas nos municípios selecionados: QP, VP e Rm.	38
Mapa 2 – Pará e suas regiões homogêneas.....	45
Gráfico 9 - Municípios na zona I: histórico de suas variáveis climáticas.	47
Gráfico 10 - Municípios na zona II: histórico de suas variáveis climáticas.....	48
Gráfico 11 - Municípios na zona III: histórico de suas variáveis climáticas.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução dos territórios no Brasil e no Pará e coordenadas dos municípios paraenses selecionados.	28
Tabela 2 - Descrição dos dados, fontes, software, temporalidade das variáveis.	29
Tabela 3 - Brasil e o Estado do Pará: lavouras permanentes e temporárias.	31
Tabela 4 - Representação percentual dos setores econômicos nos municípios selecionados durante o período 2002-2016.	37
Tabela 5 - Resultados econômicos.	40
Tabela 6 - Resultados das LP (banana, coco-da-baía, dendê e mandioca).	42
Tabela 7 - Resultados das LT (cana-de-açúcar, laranja, milho e soja).	43
Tabela 8 - Municípios selecionados na zona I: variáveis climáticas calculadas e portarias do MAPA.	46
Tabela 9 - Análise de correlação de Pearson para as lavouras selecionadas na zona I. .	47
Tabela 10 - Informações das lavouras e municípios na zona II, em relação a suas variáveis climáticas.	48
Tabela 11 - Análise de correlação de Pearson para as lavouras selecionadas na zona II.	49
Tabela 12 - Informação da lavoura e município na zona III, em relação a sus variáveis climáticas.	50
Tabela 13 - Análise de correlação de Pearson para a lavouras selecionada na zona III. .	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCB	Banco Central do Brasil
BM	Banco Mundial
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CMN	Conselho Monetário Nacional
CMORPH	Climate Prediction Center MORPHing technique
CO ₂	Dióxido de Carbono
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecast
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
GRADS	The Grid Analysis and Display System
IAC	Índice de Anomalia da Chuva
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMP	Impostos
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPMA	Índice de Precipitação Média Anual
LP	Lavoura Permanente
LT	Lavoura Temporária
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCG	Modelos Climáticos Globais
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NEB	Nordeste do Brasil
OEA	Organização dos Estados Americanos
PAM	Produção Agrícola Mensal
PIB	Produto Interno Bruto
PMM	Precipitação Média Mensal
PPGCA	Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais
PROAGRO	Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
QP	Quantidades Produzidas
RH	Regiões Homogêneas
Rm	Rendimentos Médios
RRB	Região Rural da Metrópole de Belém
SEDAP	Secretaria de Desenvolvimento

SRES	The Special Report on Emissions Scenarios
TMA	Total Médio Anual
TMA.P	Total Médio Anual de precipitação
TMJ	Temperatura Média de Julho
TMM	Temperatura Média Mensal
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
VAB	Valor agregado bruto
VAB.ADM	Valor agregado bruto de Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social
VAB.AGR	Valor Agregado Bruto Agrícola
VAB.IND	Valor Agregado Bruto Indústria
VAB.SER	Valor Agregado Bruto Serviços
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical do Atlântico

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Hipóteses	16
1.1.1 Hipótese Alternativa.....	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 Referencial teórico	17
1.3.1 Lavouras: importância econômica a nível global.....	17
1.3.2 Lavouras: importância econômica e fatores climáticos no América do Sul	19
1.3.3 Lavouras: importância econômica e fatores climáticos no Brasil	21
2 MATERIAIS E MÉTODOS	28
2.1 Área de estudo	28
2.2 Dados	29
2.3 Metodologia	33
3 RESULTADOS	36
4 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A	56

1 INTRODUÇÃO

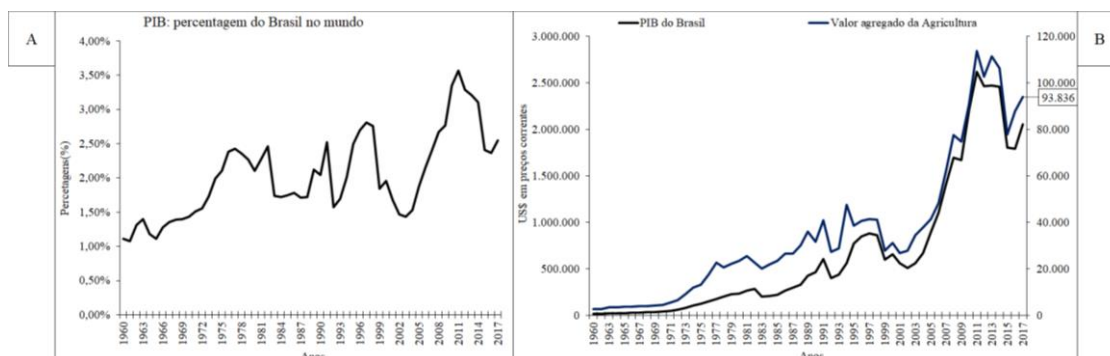
Segundo os dados do Banco Mundial (2019), o Brasil é o país com maior extensão territorial da América do Sul (8.358.140 km²). Da mesma forma, segundo as informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), descrevem o Estado do Pará como o segundo estado mais extenso do Brasil (1.247.950 km²).

As médias obtidas do Produto Interno Bruto (PIB) (*Gross Domestic Product - GDP*) mundial durante o período de 1961-2017, foram de 2% para o Brasil. Conceitualmente, o PIB é a produção líquida (valor final) de um setor depois de somar todos os produtos e diferenças dos insumos intermediários. A definição para o Valor Agregado Bruto (VAB) consiste na produção líquida de um setor depois de somar todos os produtos e restar os insumos intermediários, o cálculo não considera deduções pela depreciação dos bens manufaturados e degradação dos recursos naturais.

Em certos países do mundo, algumas economias apresentam uma alta dependência entre o setor agrícola e seu crescimento econômico, tendo como indicador de medição o PIB, o qual considera a soma do valor agregado bruto de todos os produtores residentes em um país mais os impostos, desconsiderando os subsídios não inclusos no valor dos produtos, ressaltando ainda que em seus cálculos não se consideram as deduções pela depreciação e degradação dos recursos naturais. Por tal motivo, a partir dela similitude territorial, poderia considerar-se uma relação positiva entre suas áreas de cultivo e as produções das lavouras com os seus rendimentos monetários em reais.

No Gráfico 1, pode-se visualizar que o comportamento da economia brasileira, durante 2002-2012 apresentou um efeito de crescimento. Contudo, depois de 2013, o ciclo entra em uma baixa desaceleração em toda sua economia. O gráfico demonstra os valores do PIB do Brasil e sua representação sobre o VAB, considerando as médias durante o período 1960-2017 (US\$ 35.102milhões). Finalmente, considera-se pertinente relacionar os dados da agricultura com o PIB (em percentagens) a partir dos quais, foram obtidas as médias de 9% para o período 1961-2017 e 5% em relação aos anos de 2002-2016.

Gráfico 1 - PIB e VAB da agricultura do Brasil no mundo.



Fonte: Elaborado pelo autor com os dados do Banco Mundial (2019).

Nota: Os valores do PIB e VAB da Agricultura são expressos em milhões do US\$.

Laosuthi e Selover (2007), fizeram uma pesquisa sobre o desenvolvimento de uma correta política econômica para lidar com as flutuações climáticas globais (efeitos do El Niño-Oscilação Sul - ENOS). Os autores tentaram relacionar o crescimento do PIB, a inflação dos preços no consumidor, os preços das *commodities* em vários países com as eventualidades do ENOS. Nessa perspectiva, Laosuthi e Selover (2007) relataram que os efeitos foram constatados nos ciclos econômicos e apresentaram influência nos preços dos produtos em todo o mundo, podendo gerar um impacto negativo em setores relacionados à agricultura, à construção e à pesca. As ferramentas trabalhadas foram: as séries anuais do PIB (1950-2000) e quinze tipos de culturas ou lavouras. Por um lado, o grupo dos países em desenvolvimento foram: Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Índia, Indonésia, Malásia, México, Peru, Filipinas, África do Sul e Tailândia e o grupo de países mais desenvolvidos foram: Alemanha, Austrália, Canadá, Estados Unidos da América, França, Itália Japão e Reino Unido. Por outro lado, os 15 tipos de lavouras utilizadas na sua modelagem econômica foram: açúcar, algodão, arroz, banana, borracha, cacau, café, chá, coco, dendê, milho, pimenta, soja, sorgo e trigo, estudando as correlações e causalidades entre os cultivos e seu nível de inflação de preços durante os cinquenta anos de estudo. Em conclusão, Laosuthi e Selover (2007) descreveram que os rendimentos das lavouras dependeram das interações entre as variáveis climáticas (precipitação e temperatura) e sua localização geográfica, posto que algumas regiões poderiam estar danificadas ou modificadas em relação ao seu espaço destinado para a agricultura.

Os autores Spohr e Freitas (2011), ao gerarem uma análise para o PIB *per capita* agropecuário no Brasil durante 1980-2004, comentam que as diferenças entre países ou regiões de um país são significativas sobre várias dimensões, tendo exemplos como: a

renda *per capita*, a tecnologia, a acumulação do capital, a capacidade de inversão, entre outros. Em termos comparativos das economias existem diferenças entre países: os conhecidos como ricos, os quais apresentam boas estruturas econômicas enquanto os que são conhecidos como pobres apresentam dificuldades em manter suas taxas de crescimento econômico e populacional. No caso do Brasil, em que a tecnologia e as diversas preferências são diferentes entre suas unidades federativas o crescimento econômico retornará até seu próprio nível do estado estacionário (alcançado quando todas as economias tendem a um mesmo nível de crescimento do PIB ao longo do tempo) *per capita* e não para um nível comum, deixando de lado o tema social.

Nos anos 90, segundo Ferreira *et al.* (2012), o Brasil sofreu uma mudança no setor agrícola em decorrência, da alteração da forma de financiamento público pela política de estabilização. Sua pesquisa toma como referência o período compreendido desde o primeiro trimestre de 1990 até o primeiro trimestre de 2005. Algumas políticas foram positivas em face da economia para alguns produtos como foram: açúcar, álcool e trigo. Da mesma forma, ante a ausência governamental, os problemas foram refletidos diretamente nos investimentos, nos volumes de produções e principalmente na estabilização de preços e na renda. Por tal motivo, a partir de 1994, com a implementação do Plano Real o setor agrícola experimentou momentos mais favoráveis, o qual foi seguido dos preços internacionais e suas volatilidades a partir de 2002 até o início de 2006, com uma fase baixa de preços agrícolas no mercado internacional.

1.1 Hipóteses

1.1.1 Hipótese Alternativa

As relações econômicas e climáticas durante os quinze anos do estudo (2002-2016) tiveram efeito positivo no desenvolvimento das principais lavouras nos sete municípios do Pará.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Determinar a influência das precipitações e temperaturas nos rendimentos médios das lavouras nos municípios selecionados do Pará e seus impactos econômicos durante o período 2002-2016.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar através da metodologia MQO, as relações entre os rendimentos médios das lavouras e seus impactos econômicos nos sete municípios no Estado do Pará;
- Analisar através da correlação de Pearson, as relações entre os rendimentos médios das lavouras e suas variáveis climáticas (precipitação-mm e temperatura-°C) nos sete municípios no Estado do Pará.

1.3 Referencial teórico

1.3.1 Lavouras: importância econômica a nível global

Zulfiqar e Chishti (2010), trabalhando com o trigo e Zulfiqar *et al.* (2011) com a cana-de-açúcar, descreveram que as lavouras tiveram uma vital posição na economia agrária do Paquistão, posto que a produção da safra de trigo e cana-de-açúcar são tratados por produtores privados enquanto, seu comércio e marketing são regulados pelo governo, através de políticas de preços de suporte no início de cada safra, sendo o trigo importado enquanto a cana-de-açúcar não é exportada e importada. A discussão da pesquisa de Zulfiqar e Chishti (2010) foi desenvolver funções de oferta e demanda para que os formuladores de políticas pudessem melhorar a eficiência do uso de recursos na produção de trigo, enquanto Zulqifar *et al.* (2011) trabalharam sobre a conservação da água, propondo a aplicação da água de irrigação a sua exigência ideal na cultura de cana-de-açúcar para melhorar a produtividade.

Calzadilla *et al.* (2013) analisaram os impactos potenciais da mudança climática e da fertilização com o dióxido de carbono (CO₂) na agricultura global, tomando como referência as mudanças previstas na magnitude e distribuição da precipitação, a temperatura e o fluxo do rio nos cenários do IPCC SRES (Intergovernmental Panel on Climate Change, The Special Report on Emissions Scenarios) A1B e A2. A proposta dos autores é utilizar como fator explícito o uso da água na produção agrícola. Relataram que a água frequentemente é um produto gratuito ou até subsidiado (variando a depender do país e as políticas adotadas para o manejo da água). Como a água tem muita importância nas atividades agrícolas devido a servir como insumo na produção, a disponibilidade das águas superficiais e fontes subterrâneas, dependem da sazonalidade e variabilidade interanual do fluxo do rio. Assim, Calzadilla *et al.* (2013) consideraram que as futuras alterações climáticas poderiam modificar as dotações regionais de água e umidade do solo, uma vez que os resultados são desfavoráveis tanto em 2020 como em 2050. Do anterior, os autores relataram que existiria uma possível redução na produção mundial e um problema no seu intercâmbio comercial a respeito das lavouras.

Ramlall (2014) apresentou como objetivo de seu trabalho uma análise extensiva das diferentes culturas ou lavouras como abacaxi, amendoim, bananas, berinjelas, feijão, pimentões, repolhos, tomate, trepadeiras e vegetais mistos, ao longo de três décadas (1981-2011) na República de Maurício (África Oriental). O autor trabalha com o modelamento do impacto da mudança climática na produção das culturas, para poder quantificar seu impacto potencial, dado que as mudanças climáticas afetam o desempenho das lavouras locais e a intervenção do governo poderia ser viável gerando políticas favoráveis para os agricultores da República de Maurício. A pesquisa tem como finalidade aumentar a produtividade das lavouras, posto que sua presença no PIB é muito baixa (quase um 10%), além disso Maurício está deixando de ser um país com um único produto (cana-de-açúcar) para seu comércio internacional.

O trabalho feito na Armênia, por Melkonyan (2014), relaciona a influência direta da economia com os diferentes tipos de desastres naturais (inundações, secas e tormentas), os quais tiveram recorrências de acordo com a mudança climática. Por tal motivo, sua abordagem objetiva estimar a vulnerabilidade econômica no setor agrícola, sendo que, dentro do desenvolvimento da economia armênia, ele tem uma representação de 21% na participação do PIB. O objetivo principal foi avaliar os recursos agroclimáticos (referente à eficiência no desenvolvimento do cultivo que depende da

média de radiação solar, as médias das temperaturas e o balance hídrico) e sua influência na produção agrícola, a exemplo do trigo no inverno, posto que se pretende incrementar a eficiência da produção para um país em desenvolvimento como a Armênia, tendo definida uma estrutura econômica específica e o conhecimento de algumas características climáticas no país. Finalmente, das interações entre clima e colheita podem ser desenvolvidos diversos programas de planejamento das lavouras, pretendendo-se diminuir as perdas futuras do PIB.

A pesquisa entre as lavouras e sua relação econômica na China, desenvolvida por Rehman e Jingdong (2017), apresentou que o setor da agricultura é muito importante, uma vez que representa 10% do PIB. Descreveram que as terras agrícolas da China são 36% da área total do mundo. Ressaltam o desempenho da produção agrícola, a produção das lavouras e sua relação com o PIB agrícola, tendo como representantes o algodão, arroz, cana de açúcar, trigo e tubérculos na China durante 1980 até 2015. Sua conclusão foi de que a produção agrícola é descrita como um componente essencial e social no desenvolvimento rural.

Rehman *et al.* (2017), trabalharam com o arroz durante o período 1970-2015, e descreveram a relação entre a área de produção (representação agrícola do PIB do Paquistão) e a disponibilidade de água. O arroz para o Paquistão é a segunda maior cultura de rendimento e os resultados da análise gerada indicam uma relação significativa e positiva entre a área e o PIB agrícola, o caso contrário acontece entre a disponibilidade de água e o PIB agrícola, posto que a produtividade agrícola no Paquistão é muito menor em comparação com outros países desenvolvidos, por uma baixa disponibilidade de água.

1.3.2 Lavouras: importância econômica e fatores climáticos no América do Sul

Labraga *et al.* (2011) concentraram seu trabalho na região Pampeana (Argentina) no período 1997-1998. Nessa região foi concentrado 95% da produção dos grãos da Argentina, e no curso temporal analisado foram detectados períodos de secas e excessos de precipitações, afetando a disposição dos recursos hídricos, os quais impactaram nas diversas atividades humanas como aconteceu com a produtividade dos sistemas agropecuários. Foi feita a utilização dos prognósticos climáticos para as chuvas e sobre como fazer uma melhor condução dos recursos hídricos. Existiram variações na

circulação atmosférica, assim como em um amplo nível de escalas no tempo. Quanto às variações na temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico equatorial, geralmente, elas caracterizam os eventos do El Niño e La Niña. Os eventos evidenciaram a variabilidade na chuva no sudeste de América do Sul. Labraga *et al.* (2011) descreveram a palavra “*downscaling*” ou regionalização do clima, como uma suposição para o clima local que é condicionado pelas interações entre as circulações de grande escala na atmosfera e os oceanos com as características físicas de pequena escala como a cobertura vegetal e o tipo do solo.

Paéz *et al.* (2013) trabalharam com os fluxos de detritos e aluviões na bacia do rio Blanco em Mendoza (Argentina) no período 1942-2001. Depois de um período de chuva excepcional (deixando de lado os valores das precipitações) as tempestades são esperadas na área do estudo. Há tempestades de alta intensidade e curta duração que são misturadas com partículas argilosas (conhecidas como detritos). A finalidade da pesquisa foi determinar o rol das precipitações e aluviões históricos na ocorrência dos fluxos dos detritos para a bacia. Os resultados para o período do estudo foram 17 fluxos de detritos, dos quais 16 ocorreram no verão com as seguintes características: muitas chuvas com aguaceiro de curta duração, as quais foram misturadas com às pendentes pronunciadas da localidade e produziram desastres substanciais nas diversas casas e infraestrutura rodoviária na zona de estudo. Também descreveram que a violência dos fluxos se incrementou nos anos com a influência do fenômeno de El Niño.

Aliaga *et al.* (2015) relataram que, no Peru, se concentrou 78% dos glaciares tropicais e que a redução foi mais de 20% entre 1970-1997, cujo processo foi iniciado no final de 1850. Na pesquisa, os autores descreveram que a perda acelerada dos glaciares foi devido ao aumento da temperatura do ar em toda região da América do Sul. O incremento da temperatura do ar influenciou na transferência do calor para a massa glacial, que incrementou a pressão de vapor da saturação e aumentou a umidade. Aliaga *et al.* (2015) esclarecem que as anomalias negativas foram em decorrência do fenômeno de El Niño e impactaram na diminuição dos glaciares tendo como consequência o resfriamento do sistema, gerando anomalias positivas e um aumento na massa glacial temporal. A diminuição das massas glaciares ocasionou, novas lagoas as quais incrementaram a superfície e o volume das outras lagoas existentes. Deste efeito aumentou-se o número das avalanches, deslizamentos de terra e deslizamentos dos glaciares na zona de acumulação. Em relação as anomalias climáticas, descreveram que

existiram fenômenos que influenciaram nas precipitações, aqueles que foram derivados do ENOS e que, em sua fase quente, ocasionou a deficiência nas precipitações e, na fase fria, gerou o excesso das precipitações.

1.3.3 Lavouras: importância econômica e fatores climáticos no Brasil

As diversas investigações feitas pelos autores Hastenrath (2012), Montenegro e Ragab (2012), Erasmi *et al.* (2014) e Nóbrega *et al.* (2016) descreveram que a região Nordeste do Brasil (NEB) tem o clima semiárido e apresenta variabilidade interanual nas precipitações.

Hastenrath (2012) definiu que durante 1912-1999 o norte da região NEB apresentou um clima semiárido e foi muito propenso as secas. Quando a TSM no Atlântico tropical foi débil e a Zona de Convergência Intertropical do Atlântico (ZCIT) alcança seu extremo sul, a região NEB experimentou uma temporada curta da chuva (março e abril). Por outro lado, quando a TSM no Atlântico tropical é pronunciada e a ZCIT mantém sua posição no extremo norte, as águas do Pacífico equatorial são anormalmente quentes, gerando assim as secas e seus impactos são negativos no âmbito socioeconômico para a região NEB. As conclusões de Hastenrath (2012) foram feitas com os dados das precipitações das estações de Fortaleza e Quixeramobim. Os dados históricos das secas apresentaram anomalias, concluindo que o clima da região é problemático, posto que geraram impactos muito graves para os moradores das localidades estudadas. Por tal motivo, os efeitos das secas ocasionaram a migração dos habitantes locais a localidades distantes do Brasil. Contribuindo, assim, para a força laboral nas minas de Minas Gerais, o centro industrial do São Paulo e alguns dos habitantes foram fundamentais para a abertura da extremidade ocidental da bacia Amazônica.

Montenegro e Ragab (2012) localizaram seu estudo no rio Taparacurá em Pernambuco na região NEB. Os dados trabalhados foram precipitações diárias, fluxos das correntes (*stream flow*) e dados meteorológicos em 1970, 2000 e 2004-2007. A região norte e nordeste contém o 68% e 3% do volume total de água do Brasil, respectivamente. As regiões semiáridas apresentam anos com precipitações abaixo das médias e secas severas. As anomalias climáticas fazem com que as precipitações sejam infrequentes, ocasionando períodos de escassez da água. No Brasil, tenta-se relacionar a

hidrologia com o clima atual para gerar, futuramente, uma gestão e planejamento dos recursos hídricos, posto que ante o incremento da escassez de água, pode-se gerar efeitos negativos no desenvolvimento econômico, na sustentabilidade, nos meios de vida e na qualidade do meio ambiente. Os resultados mostraram um desempenho razoável no modelo da simulação para na bacia do rio, embora apresente chuvas pouco frequentes e um alto grau de variabilidade durante o ano.

Erasmi *et al.* (2014) trabalharam com o Índice da Vegetação de Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index - NDVI*) e reportaram uma variabilidade significativa da cor verde da vegetação na região NEB semiárida do Brasil durante 1982-2010. O uso do índice proporciona uma medida geral da produtividade da vegetação em relação às composições das espécies e seus ciclos estacionais. Nas regiões semiáridas, a coloração verde da vegetação está relacionada com as ocorrências e variação temporal das precipitações. Erasmi *et al.* (2014) afirmam que a região se encontra no risco de desertificação e perda da biodiversidade, visto que as terras estão sendo convertidas para ao pastoreio e a produção agrícola. Devido às dinâmicas das precipitações e as projeções do clima, geram-se uma grande incerteza sobre a distribuição futura do bioma, ainda que a variação da produção pudesse ser influenciada pela anomalia.

Nóbrega *et al.* (2016) definiram que as regiões semiáridas são caracterizadas, por temperaturas elevadas nas médias anuais e uma alta variabilidade temporal da precipitação (o volume anual é relativamente elevado em comparação com outras regiões semiáridas) como é a região NEB, sendo selecionados quatro municípios do Estado de Pernambuco (Caruaru, Palmares, Recife e Serra Talhada) durante 1950-2010. O clima da região NEB é marcado por variabilidade temporal da precipitação e o predomínio das atividades agrícolas (práticas de cultivo e pecuária), que dependem dos aportes hídricos e disponibilidade de solos. Foi utilizado o Índice de Anomalia da Chuva (IAC), trabalhando-se com o total de 27 índices (16 para temperatura e 11 para a precipitação). As anomalias de TSM apresentaram uma tendência positiva aos incrementos de temperatura, as maiores foram registradas em 1982 e 1997, suas ocorrências coincidiram com El Niño forte.

Haddad *et al.* (2012) relataram que quando acontece a mudança no clima em um longo prazo tem o potencial para fazer modificações nas terras e influenciam diretamente os agricultores e seus cultivos agrícolas. Uma das principais causas das

perdas do setor agrícola é a variabilidade climática, visto que seus efeitos têm relação direta com a redução dos rendimentos da produção e a influência negativa a demanda dos produtos. As projeções demonstraram mudanças significativas nos extremos das chuvas (na América do Sul), intensidade das precipitações (na Amazônia Ocidental) e períodos de secas (nordeste do Brasil e na Amazônia Oriental). A relevância da investigação foi apresentar a análise da produção das diversas lavouras que são afetadas pelas variáveis climáticas, tomando como modelo a função de benefício (*Profit Function Model*), a qual foi aplicada por autores como Lau (1978) e, Mas-Collel, Whinston e Green (2006). O modelo permite a medição (uso da terra, mão de obra, fertilizantes e energia) das variações de produções das lavouras permanentes e temporárias. A decisão é baseada em um problema de maximização de benefícios em mercados competitivos. As variáveis climáticas são consideradas fatores exógenos à função da ganância, em que a informação a longo prazo é estacional e a variabilidade a curto prazo são dados específicos para o ano de estudo.

Teixeira *et al.* (2013) realizaram um estudo no Sul do Brasil investigando as estiagens na última década (intensidade e frequência superior à normalidade) e como afetam a produção agrícola e conseqüentemente a econômica do município de Bagé (Região: Campanha, Estado: Rio Grande do Sul). Os autores relacionaram os números de dias sem chuva e a produção de soja (redução considerável na produtividade média), visto que a ocorrência de dias sem chuva diminui a quantidade de água disponível, afetando o desenvolvimento de atividades que dependem deste elemento. A análise dos dados de dias sem chuva e o índice de precipitação normal (em porcentagem) foram capazes de detectar os eventos de secas extremas e severas, o que contribuiu para a diminuição do rendimento da soja no município de Bagé.

A investigação feita em Mato Grosso durante 2002-2010 pelos autores Richards *et al.* (2015) descreveu como a soja teve impactos positivos no emprego, maiores utilidades e uma considerável melhoria no PIB. O crescimento econômico regional é muito relevante na região e para o país, visto que a produção tem como prioridade ser exportada para o mercado internacional, além disso, objetiva que o desenvolvimento regional seja maior. Finalmente, relataram que as condições institucionais facilitaram o desenvolvimento da agricultura da soja na região e que os diferentes atores políticos poderiam replicar a estratégia adotada em diferentes regiões do Brasil.

A pesquisa dos autores Silveira *et al.* (2014) foi desenvolvida no Município de Cruz Alta, pertencente ao Estado do Rio Grande do Sul no período 2013-2014. O objetivo de sua pesquisa foi analisar e descrever aqueles desastres naturais que afetaram seu desenvolvimento socioeconômico, tendo maior ênfase nas ondas de calor ocorridas no verão de 2013-2014. A relação das análises foi feita entre causas e efeitos dos fenômenos meteorológicos que tiveram incidência sobre os produtos agrícolas. Os autores relataram que quase 80% da variabilidade na produtividade depende das condições meteorológicas durante sua estação de cultivo. Nas atividades agrícolas sempre ficou evidenciado que as produções de inverno e verão foram bem definidas, posto que o clima foi um fator preponderante na agricultura local. A geada, o granizo, a inundação, a seca, o vento, entre outros, são os fatores climáticos que originam danos à produção agrícola no Estado do Rio Grande do Sul.

Kayano *et al.* (2016) alegam que as regiões com economia baseada na produção agrícola são muito vulneráveis, posto que dependem muito das chuvas, e a produção agropecuária, como aconteceu na região NEB, sofre com impactos socioeconômicos negativos na população local. A responsabilidade da chuva na região NEB é por conta da ZCIT que é controlada pela a TSM. As variações e intensidade da ZCIT, são moduladas pela variabilidade de clima do oceano Atlântico tropical. Com respeito a seus dados, os autores trabalharam com a série temporal mensal da precipitação nas regiões norte e nordeste durante 1901-2006.

Ribeiro *et al.* (2016) relataram que para uma estimativa efetiva sobre espécies em perigo, se tem que tomar em conta os efeitos da mudança climática, embora no mundo geral são muito variáveis as precipitações e temperaturas de acordo com a sua localização. Descreveram que a Amazônia brasileira é um ótimo caso de estudo, dado que as vulnerabilidades das espécies poderiam ser explicadas por duas razões. A primeira razão é por ser a maior floresta no mundo geral (ocupando o 61% do território brasileiro) e a segunda razão é pela composição de espécies que ela alberga como as plantas, pássaros e mamíferos (representando 57% do total de 701 espécies na área da Amazônia). Ribeiro *et al.* (2016) expõem que para as sobrevivências das espécies, o clima é o principal impulsor, posto que as variações das sazonalidades e os extremos climáticos poderiam afetar-lhes de forma direta ou indireta. Além disso, manifestaram que a exposição não significa vulnerabilidade, pois depende da sensibilidade e adaptabilidade das espécies para as novas condições climáticas. Ribeiro *et al.* (2016)

trabalharam com a base de dados compreendidos entre 1950-2000 usando algumas variáveis como a temperatura média anual, sazonalidade das temperaturas e precipitações, as quais irão gerar futuras interações para os anos 2050 e 2070. Finalmente, seus resultados obtidos demonstraram que as maiores espécies expostas criticamente às anomalias das temperaturas foram concentradas no oeste e o norte da Amazônia, aquelas espécies que foram expostas as anomalias das chuvas foram concentradas na parte norte do bioma, e por fim, as anomalias das precipitações geraram pouca exposição das espécies na área de estudo.

Liesenfeld *et al.* (2016) fizeram uma revisão sobre os impactos do fogo na vegetação da Amazônia, manifestaram que até o século passado a relação era impossível entre o impacto do fogo e as florestas úmidas, devido ao tipo úmido de solo. As alterações das anomalias e mudanças climáticas acontecem com mais frequência no mundo todo, por tal motivo a investigação descreveu o impacto do fogo na Amazônia, dado que durante o período 2001-2006, 40% de incêndios ocorreram na vegetação terrestre (florestas úmidas tropicais e desertos). Em relação ao comportamento negativo do fogo, pode-se atribuir a modificação das propriedades do solo, eliminação ou subsistência das plantas, enquanto de forma positiva gera adaptações evolutivas resistentes ao fogo. Tejadas *et al.* (2016), utilizaram as projeções das precipitações para o sistema hidrológico do Taim na lagoa Magueira, a qual está localizado entre o oceano Atlântico e a lagoa Mirim, ao sul do Estado do Rio Grande do Sul. Seus períodos futuros são centrados em 2030 e 2070, visto que são baseados em projeções de precipitação de vinte Modelos Climáticos Globais (MCG). Para poder realizar as projeções anômalas das precipitações foram utilizados os dados observados de forma diária entre 01/01/1960 a 31/12/1990. Tejadas *et al.* (2016) demonstraram que os cenários futuros dos primeiros seis meses do ano têm um incremento nas precipitações e os meses restantes apresentam anomalias negativas reduzindo-se das precipitações. Quando a análise foi feita de forma mensal a tendência dos MCG manteve a mesma condição. De outro modo, as projeções das vazões são dependentes do prognóstico do MGC. A conclusão final dos autores foi que as anomalias das precipitações para a lagoa poderiam apresentar muita dispersão, posto que as projeções são de aumento ou diminuição nos períodos futuros.

Souza *et al.* (2017) trabalharam com a mandioca (lavoura temporária) no Estado do Pará com algumas informações agrícolas (área colhida, quantidade produzida e

rendimento médio) e os impactos do clima regional na agricultura da Amazônia oriental no período de 1990-2014. Os autores estudaram na relação entre o regime pluviométrico anual e o rendimento médio da mandioca nos municípios da Região Rural da Metrópole de Belém (RRB). Com respeito a suas análises, foram retirados os municípios com mais de cinco anos de falhas ou ausência de dados. Concluíram que a influência do aumento ou diminuição no total da precipitação no rendimento médio da mandioca não apresenta um padrão único ao longo da RRB.

Nascimento *et al.* (2017) consideraram importante detectar e precisar as anomalias de chuva no Estado do Maranhão durante 1987-2015. Trabalharam com a análise multivariada para quantificar os eventos extremos chuvosos e secos, visto que a região está localizada numa zona de transição entre o semiárido nordestino e a Amazônia quente e úmida do Brasil central. O Estado do Maranhão apresentava condições climáticas bem definidas, com inverno seco e com chuvas predominantes no verão e outono. Os resultados descreveram que as maiores incidências de eventos de secas ocorreram no sul da região e a parte norte apresentou maiores chuvas.

Salimon e Anderson (2018) investigaram as influências das chuvas e a dinâmica da vegetação no semiárido brasileiro (nordeste) no Estado do Paraíba durante 2001-2012. A precipitação é um fator importante na dinâmica e produtividade dos ecossistemas, por tal motivo trabalharam na área da Caatinga abordando duas anomalias: a tendência de aumento de aridez e a redução da chuva no futuro. A sua vegetação está impulsionada pelas baixas chuvas, que redundaram em uma diminuição na produtividade e biomassa. Salimon e Anderson (2018) apontam que os estudos da modelagem para os ecossistemas da Caatinga indicam que retornam quase 75% de precipitação anual para a atmosfera, no ano 2012 a seca influenciou negativamente, reduzindo a troca líquida anual de ecossistemas na área. Finalmente, relataram que é importante compreender como as anomalias climáticas influenciam na variabilidade e vulnerabilidade do clima no bioma da Caatinga, posto que os cenários futuros demonstram uma redução em 60% para a precipitação até o fim do século 21.

Lentsck e Raifur (2018) realizaram um trabalho tomando como amostra de estudo os produtores rurais de soja na microrregião de Pitanga que conta com os municípios de Boa Ventura de São Roque, Laranjal, Mato Rico, Palmital, Santa Maria do Oeste e Pitanga (Mesorregião: Centro-sul do Paraná, Estado: Paraná). Usaram dados do Banco Central do Brasil (BCB) para obter informações de 1.780 produtores de

lavouras de oleaginosas, em que, utilizando um intervalo de confiança de 95%, foi necessário que trabalhassem com 317 produtores, quando julgavam necessário trabalhar com 321 questionários por município.

Com relação à exposição dos riscos de mercado envolvidos nas atividades agrícolas, Lentsck e Raifur (2018) afirmam que a mitigação pode ocorrer com o uso de algum tipo de seguro e Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018) disponibiliza o Proagro, tendo como fim atender aos pequenos e médios produtores, garantindo a exoneração de obrigações financeiras relativas à operação de crédito rural de custeio, cuja liquidação seja dificultada pela ocorrência de fenômenos naturais, pragas e doenças, que atinjam rebanhos e plantações, na forma estabelecida pelo Conselho Monetário Nacional (CMN).

Os resultados obtidos por Lentsck e Raifur (2018) mostraram que os agricultores adquirem suas terras de acordo com o solo e o tipo de clima (80%), e relatam sempre as expectativas climáticas para uma gestão eficiente das condições climáticas (63%). Com relação à fonte de risco da produção e comercialização de soja na microrregião, os fatores mais importantes neste estudo são o clima e o preço da soja. Concluíram que o risco da atividade agrícola é muito importante em face da exposição e tolerância a fatores climáticos, econômicos e sociais, enfatizando o clima e tendo expectativas em relação às produções dos Estados Unidos da América e da Argentina, uma vez que podem influenciar os preços do produto globalmente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

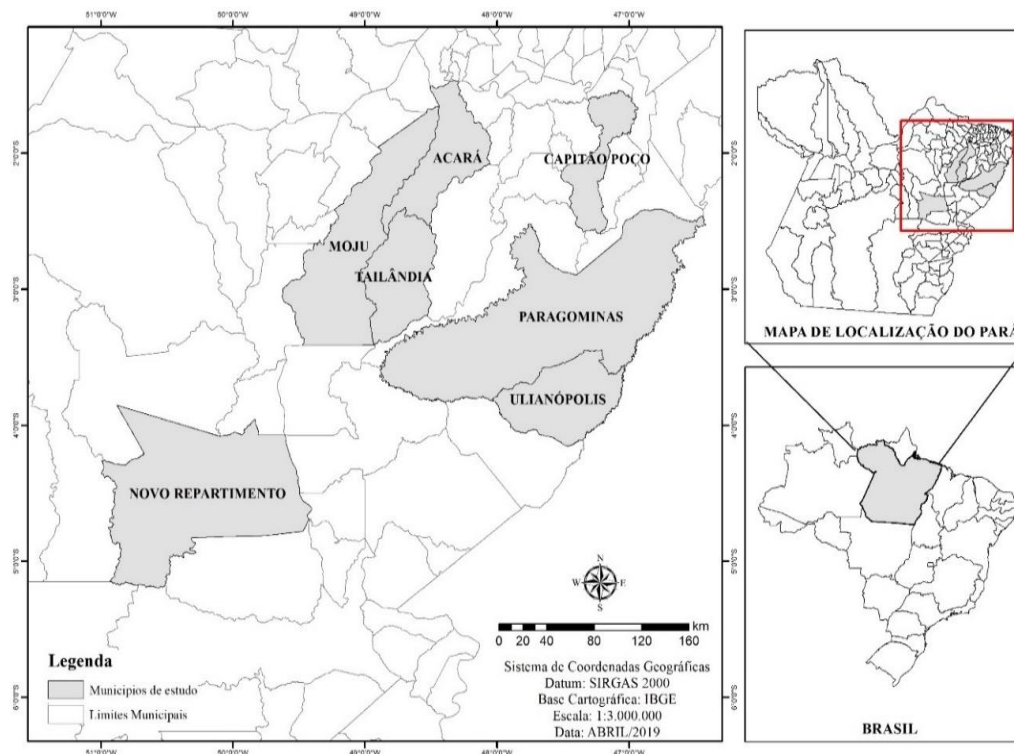
Conforme os dados do Censo Demográfico de 2010, feito pelo IBGE (2010), a região Norte do Brasil está constituída por sete estados: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, sendo a que detém maior extensão territorial, ocupando 45,32% do Brasil (3.853.576 km²). Os municípios paraenses selecionados foram: Acará, Capitão Poço, Moju, Novo Repartimento, Paragominas, Tailândia e Ulianópolis, os quais representam o 5% do território total do Pará, sendo apresentados na Tabela 1 e no Mapa 1.

Tabela 1 - Evolução dos territórios no Brasil e no Pará e coordenadas dos municípios paraenses selecionados.

Quilômetros cuadrados							
	1991	1995	1998	2000	2010		
BRASIL	8.531.508	8.389.062	8.531.508	8.498.332	8.502.366		
Região Centro-oeste	1.612.077	1.593.172	1.612.077	1.606.446	1.606.368		
Região Norte	3.869.638	3.757.485	3.869.638	3.852.968	3.853.576		
Região Nordeste	1.558.200	1.552.552	1.558.200	1.550.940	1.554.024		
Região Sul	564.306	562.459	564.306	563.404	563.801		
Região Sudeste	927.286	923.394	927.286	924.574	924.596		
MUNICÍPIOS DO PARÁ	1.253.165	1.252.020	1.253.165	1.247.703	1.247.950		
Outros	1.203.901	1.190.769	1.191.911	1.186.720	1.187.353	Latitude	Longitude
Acará	4.364	4.363	4.364	4.344	4.344	1°57'48.4"S	48°12'01.6"W
Capitão Poço	2.727	2.727	2.727	2.715	2.900	1°44'46.3"S	47°03'46.2"W
Moju	13.198	9.724	9.724	9.681	9.094	1°53'09.2"S	48°46'01.9"W
Novo Repartimento		15.464	15.464	15.396	15.399	4°14'53.3"S	49°56'55.1"W
Paragominas	24.499	19.395	19.396	19.310	19.342	2°59'39.1"S	47°21'25.1"W
Tailândia	4.476	4.475	4.476	4.456	4.430	2°56'13.5"S	48°57'04.6"W
Ulianópolis		5.103	5.104	5.081	5.088	3°45'25.9"S	47°30'11.3"W

Fonte: Elaborado pelo autor.

Mapa 1 - Estado do Pará: os municípios selecionados para o presente estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 Dados

Os dados secundários utilizados foram das instituições públicas como o IBGE e o portal da PAM. Para as variáveis climáticas foi necessário criar uma base de dados (1998-2016) com as informações coletadas do CMORPH para os dados das precipitações e o ECMWF para os dados de temperatura, as quais foram trabalhadas no *The Grid Analysis and Display System (GrADS)*, com as latitudes e longitudes dos sete municípios para o presente estudo. Na tabela 2 apresenta-se o resumo dos dados e suas variáveis a trabalhar.

Tabela 2 - Descrição dos dados, fontes, software, temporalidade das variáveis.

Dados	Fontes	Software	Temporalidade	Variáveis		
				Climáticas	Econômicas	Produção
Lavouras em quantidades produzidas (QP), valores de produção (VP), rendimento médio (Rm=QP/hectares). Produto interno bruto (PIB). Valor agregado bruto (VAB).	IBGE e PAM	Excel e R (versão 3.5.0)	2002-2016 (dados anuais)		PIB (VAB agrícola em R\$). VP (em R\$)	QP (em toneladas). Rm por cada tipo da lavoura
Resoluções espaciais de precipitação de 0,25x0,25 (28 km) para CMORPH e temperatura de 0,75x0,75 (83 km) para ECMWF, na banda intertropical.	CMORPH e ECMWF	GrADS, Excel e R (versão 3.5.0)	2002-2016 (dados mensais)	Precipitação (mm). Fonte: CMORPH. Temperatura (°C). Fonte: ECMWF.		

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.1 Lavouras

Sobre as pesquisas agropecuárias o IBGE em sua terceira edição em 2018 apresenta algumas diferenças em relação a sua edição anterior (2002), por exemplo: a partir do ano 2001, alguns produtos (abacate, banana, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, melancia, melão, pera, pêssego e tangerina) passam a ser expressas em toneladas; outros produtos como o amendoim, batata-inglesa, feijão e milho passaram a ser divulgadas a partir de 2002, o girassol e triticale a partir do 2005 passaram a ser investigados. Além disso, em 2002 as lavouras temporárias (29 produtos) e permanentes (33 produtos) foram 62 produtos agrícolas; os quais variaram em 2018 a 76 produtos agrícolas (41 em lavouras temporárias e 35 em lavouras permanentes).

As diferenças apresentadas são favoráveis para o presente trabalho em questão da série temporal a trabalhar (2002-2016). Das diversas pesquisas e relatórios que produziu o IBGE, o documento vai levar em consideração a pesquisa chamada PAM, a qual investiga anualmente os principais produtos das lavouras (permanentes e temporárias) no Brasil. Sua característica é de grande importância econômica, em razão de que serve como pauta nas exportações; relevância social, por conhecer quais são os componentes da cesta básica de todo brasileiro.

- Cultura permanente ou lavoura permanente (LP): ciclo vegetativo longo, não necessita um novo plantio permitindo colheitas sucessivas.
- Cultura temporária ou lavoura temporária (LT): geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, necessita de novo plantio para produzir.

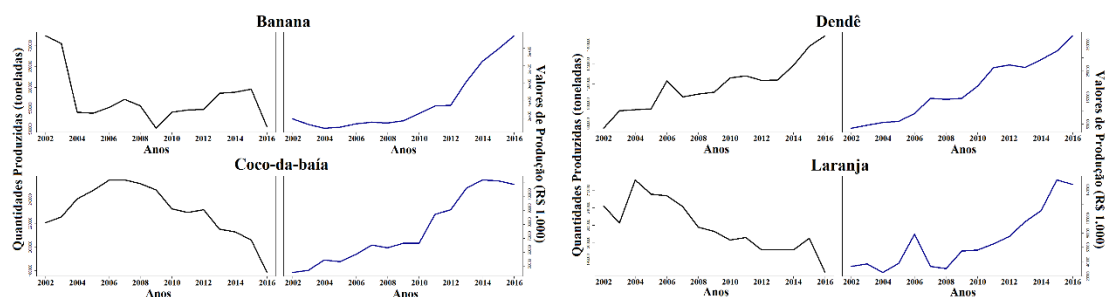
A tabela 3, contém informação das lavouras (LP e LT) para o Brasil e aquelas lavouras com cor cinza são para o Estado do Pará. Os Gráficos 2 e 4 são a representação gráfica de aquelas lavouras selecionadas para o presente estudo. Sua relevância é justificada por apresentar maiores valores nas QP e VP durante 2002-2016. Da mesma forma, os Gráficos 3 e 5, apresentam graficamente o processo evolutivo das LP e LT durante os quinze anos do estudo. Finalmente, as linhas de cor preta foram para as QP expressadas em toneladas, enquanto que as linhas de cor azul foram os VP expressados em R\$ 1.000.

Tabela 3 - Brasil e o Estado do Pará: lavouras permanentes e temporárias.

Lavouras permanentes (LP)	Lavouras temporárias (LT)
Abacate	Abacaxi
Algodão arbóreo (em caroço)	Algodão herbáceo (em caroço)
Azeitona	Alho
Banana (cacho)	Amendoim (em casca)
Borracha (látex coagulado)	Arroz (em casca)
Cacau (em amêndoa)	Aveia (em grão)
Café (em grão)	Batata-doce
Caqui	Batata-inglesa
Castanha-de-caju	Cana-de-açúcar
Chá-da-índia (folha verde)	Cebola
Coco-da-baía	Centeio (em grão)
Dendê (cacho de coco)	Cevada (em grão)
Erva-mate (folha verde)	Ervilha (em grão)
Figo	Fava (em grão)
Goiaba	Feijão (em grão)
Guaraná (semente)	Fumo (em folha)
Laranja	Girassol (em grão)
Limão	Juta (fibra)
Maçã	Linho (semente)
Mamão	Malva (fibra)
Manga	Mamona (baga)
Maracujá	Mandioca
Marmelo	Melancia
Noz (fruto seco)	Melão
Palmito	Milho (em grão)
Pera	Rami (fibra)
Pêssego	Soja (em grão)
Pimenta-do-reino	Sorgo granífero (em grão)
Sisal ou Agave (fibra)	Tomate
Tangerina	Trigo (em grão)
Tungue (fruto seco)	Triticale (em grão)
Urucum (semente)	
Uva	

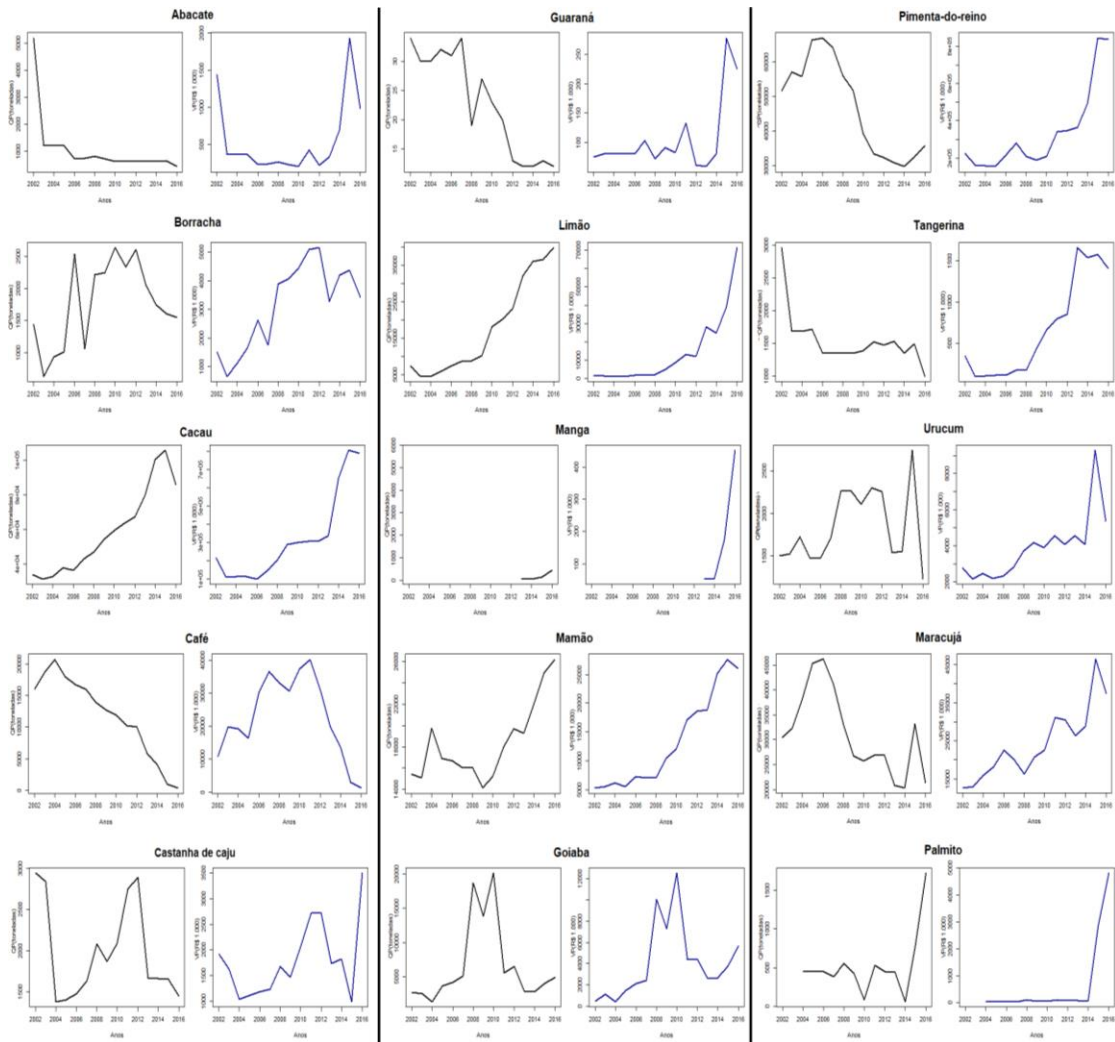
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 2 - Estado do Pará: lavouras permanentes selecionadas.



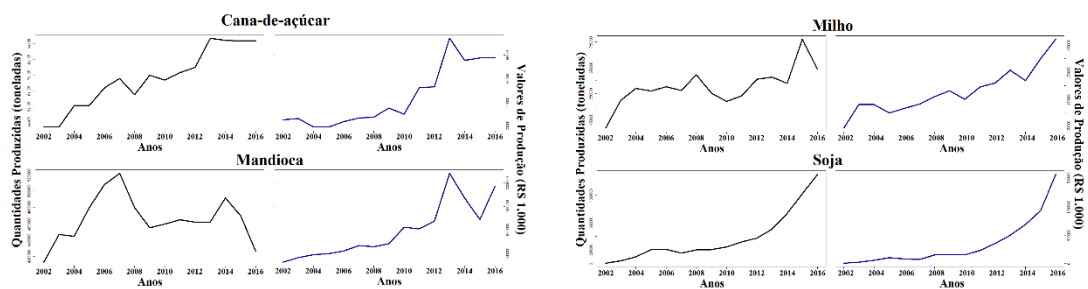
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 - Lavouras permanentes no Estado do Pará durante 2002-2016: QP e VP.



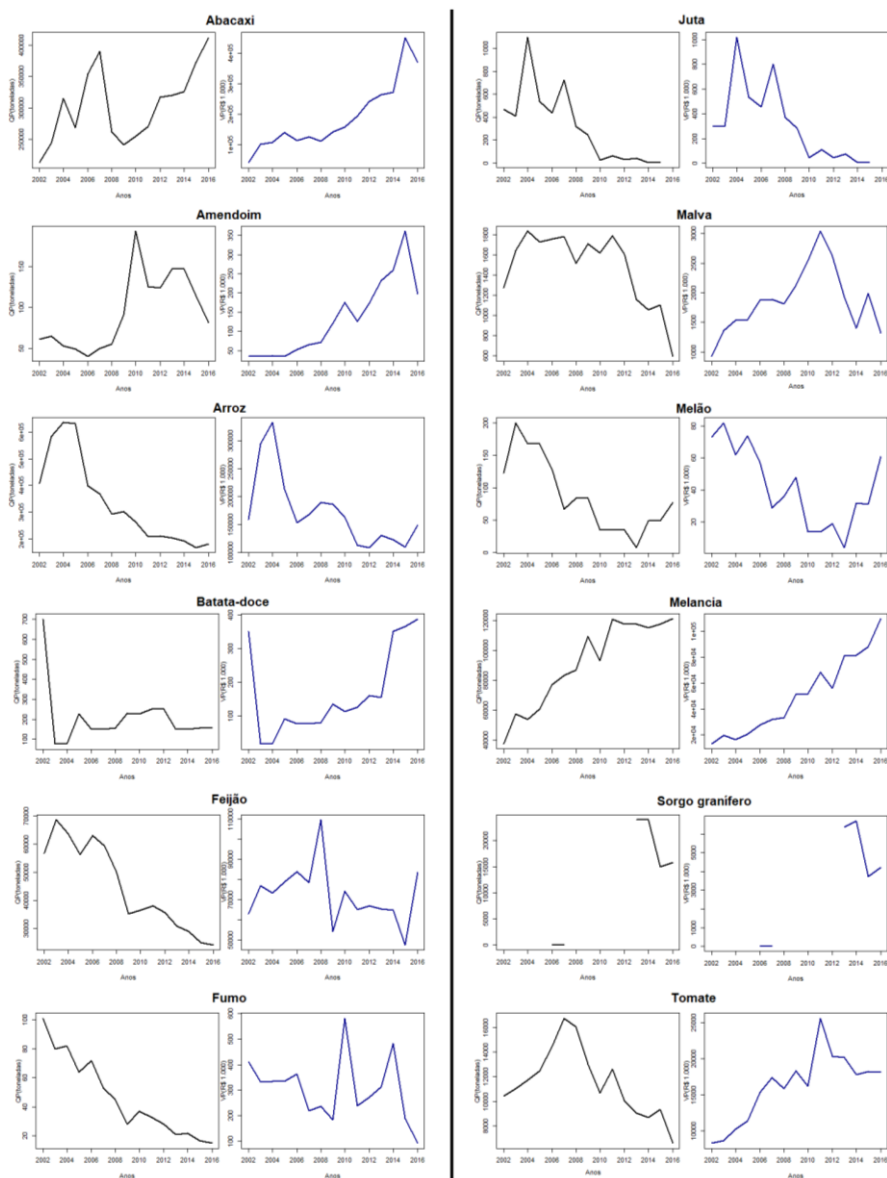
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 - Estado do Pará: lavouras temporárias selecionadas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 5 - Lavouras temporárias no Estado do Pará durante 2002-2016: QP e VP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 Metodologia

Para a presente pesquisa foi adotada duas metodologias: os MQO e o coeficiente da correlação de Pearson. Segundo o Gujarati e Porter (2010), embora a análise de regressão tenha a ver com a dependência de uma variável em outras variáveis, isso não implica necessariamente causalidade. Alguns autores como Rehman e Jingdong (2017) e Rehman *et al.* (2017) trabalharam com a metodologia para suas respectivas pesquisas. Por tal motivo, os resultados do modelo MQO indicam a capacidade preditiva em curto

prazo, posto que é um modelo muito intuitivo e matematicamente mais fácil de trabalhar. Os estimadores do MQO são expressos em termos das quantidades (amostras do X e Y), seu cálculo não é muito complicado e são estimadores pontuais. Nossa contribuição é trabalhar com os crescimentos contínuos das lavouras e, por tal motivo, os números foram modificados com o logaritmo natural.

$$Y = AX_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} X_5^{\beta_5} X_6^{\beta_6} X_7^{\beta_7} X_8^{\beta_8} \quad (1)$$

Da equação (1) vamos a transformara-lo utilizando o logaritmo natural obtendo o:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \beta_6 \ln X_6 + \beta_7 \ln X_7 + \beta_8 \ln X_8 + \mu \quad (2)$$

Ou pode-se reescrever da seguinte maneira (2):

$$\ln(AVPIB) = \beta_0 + \beta_1(\text{PCANA}) + \beta_2(\text{PMANDIOCA}) + \beta_3(\text{PMILHO}) + \beta_4(\text{PSOJA}) + \beta_5(\text{PBANANA}) + \beta_6(\text{PCOCO}) + \beta_7(\text{PDENDÊ}) + \beta_8(\text{PLARANJA}) + \mu \quad (3)$$

Hipótese: H_0 = as lavouras tem relação com o valor da produção agrícola no PIB.

De acordo com a pesquisas desenvolvida por Restrepo e González (2007), relatou-se que a análise de correlação de Pearson é uma técnica fundamental, posto que mede o grau da relação ou associação geralmente entre duas variáveis aleatórias. O objetivo é conhecer a força ou grau de associação entre duas variáveis aleatórias, cujo coeficiente está definido por: $-1 \leq \rho \leq 1$.

- ρ depende só dos valores dos dados e não de qualquer relação hipotética entre eles.
- ρ não tem dependência dos erros nas quantidades medidas.

Onde:

$$\rho = \frac{\text{cov}(x,y)}{\sigma_x \sigma_y}, \text{ cov} = \text{covariância}, \sigma_{x,y} = \text{desvio padrão}$$

$\rho = \text{positivo}$, a relação é direta entre as variáveis
 $\rho = \text{negativo}$, a relação é inversa entre as variáveis
 $\rho = 0$ são independentes

Teste de hipóteses

$$H_0: \rho = 0$$

Contraste das hipóteses

$H_0: \rho = \rho_0$ hipóteses nula $H_1: \rho \neq \rho_0$ hipóteses alternativa

Quando aceite-se H_0 , falamos que as variáveis são independentes.

3 RESULTADOS

3.1 PIB e VAB: Estado do Pará e os municípios selecionados

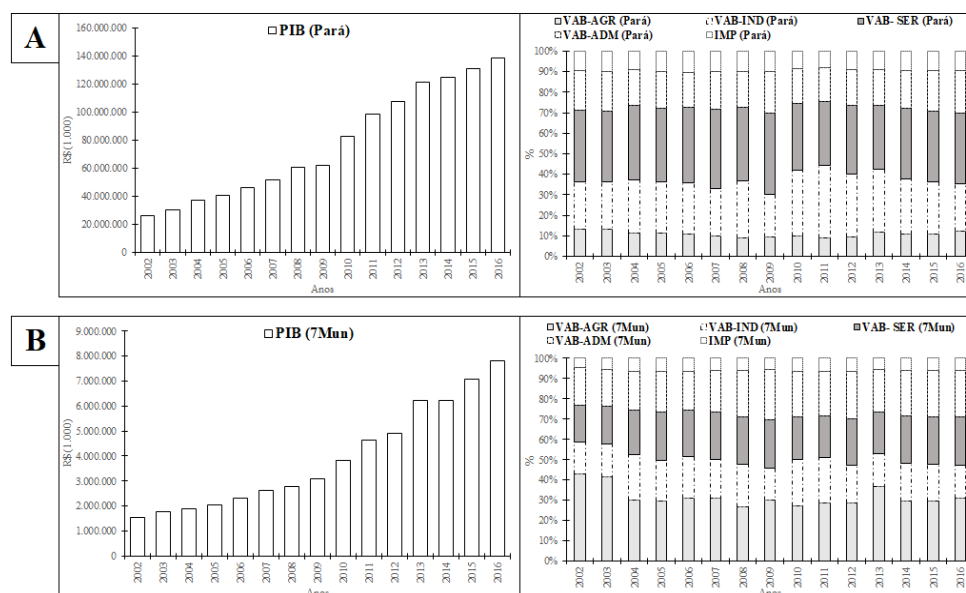
Segundo o IBGE (2010), a composição do PIB está dada por os valores adicionados brutos de forma independente dos setores produtivos: agropecuária (VAB.AGR), indústria (VAB.IND), serviços (VAB.SER), administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social (VAB.ADM) e impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos (IMP), onde as fórmulas (4) e (5) faz o resumo.

$$\text{VAB.T} = \text{VAB.AGR} + \text{VAB.IND} + \text{VAB.SER} + \text{VAB.ADM} \quad (4)$$

$$\text{PIB(a preços correntes)} = \text{VAB.T} + \text{IMP} \quad (5)$$

As médias do período para o Estado do Pará foram 35% para o VAB.SER, 26% para o VAB.IND, 18% para o VAB.ADM, 11% para o VAB.AGR e 9% para IMP. Além disso, as médias para os municípios selecionados foram de 32% para o VAB.AGR, 22% para VAB.SER, 21% para o VAB.ADM, 19% para o VAB.IND e 6% para IMP. No Gráfico 6, pode-se descrever como foi o processo evolutivo do PIB e VAB do Pará (A) e os sete municípios (B); onde o crescimento significou um bom sinal da economia paraense no Brasil.

Gráfico 6 - PIB e VAB: composição para o Estado do Pará e os municípios no estúdio durante 2002-2016.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dos municípios selecionados, aqueles que apresentaram maiores valores respeito do total do PIB foram Acará (56%) e Ulianópolis (58%) no VAB.AGR, enquanto que, os municípios do Capitão Poço (37%), Moju (33%), Novo Repartimento (34%) e Tailândia (30%) obtiveram resultados elevados para o VAB.ADM, os demais setores podem ser evidenciados na Tabela 4.

Tabela 4 - Representação percentual dos setores econômicos nos municípios selecionados durante o período 2002-2016.

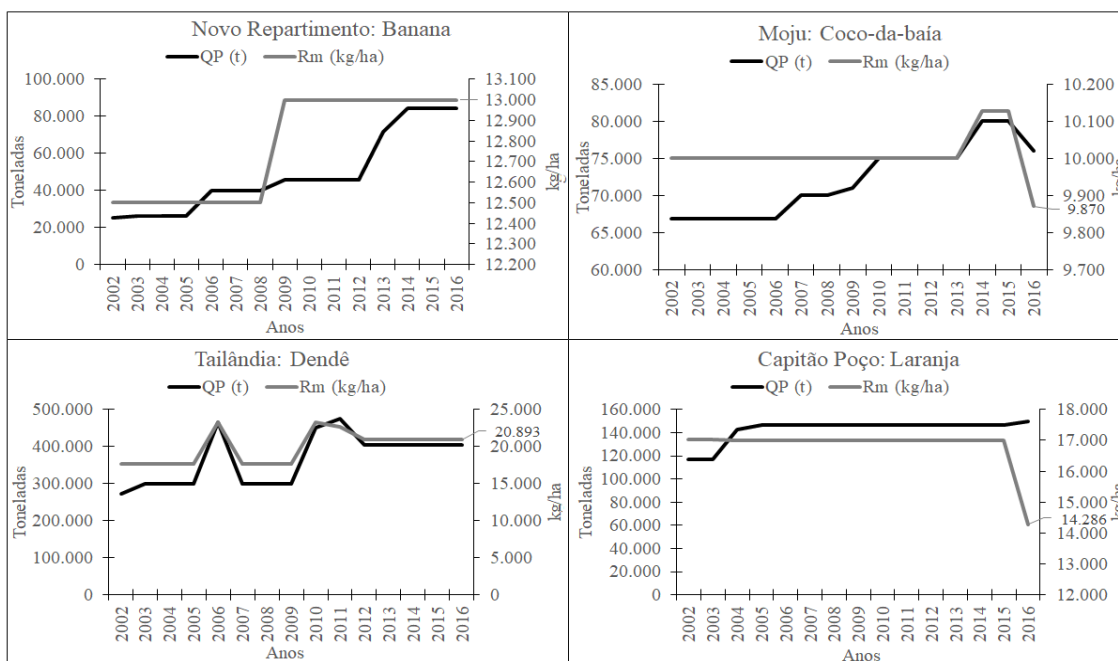
Municípios	VAB-AGR	VAB-IND	VAB- SER	VAB-ADM	IMP
Acará	56%	7%	12%	23%	2%
Capitão Poço	28%	5%	26%	37%	4%
Moju	30%	13%	19%	33%	6%
Novo Repartimento	31%	9%	21%	34%	5%
Paragominas	15%	31%	30%	15%	8%
Tailândia	10%	22%	27%	30%	11%
Ulianópolis	58%	17%	12%	10%	3%

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Municípios selecionados: lavouras

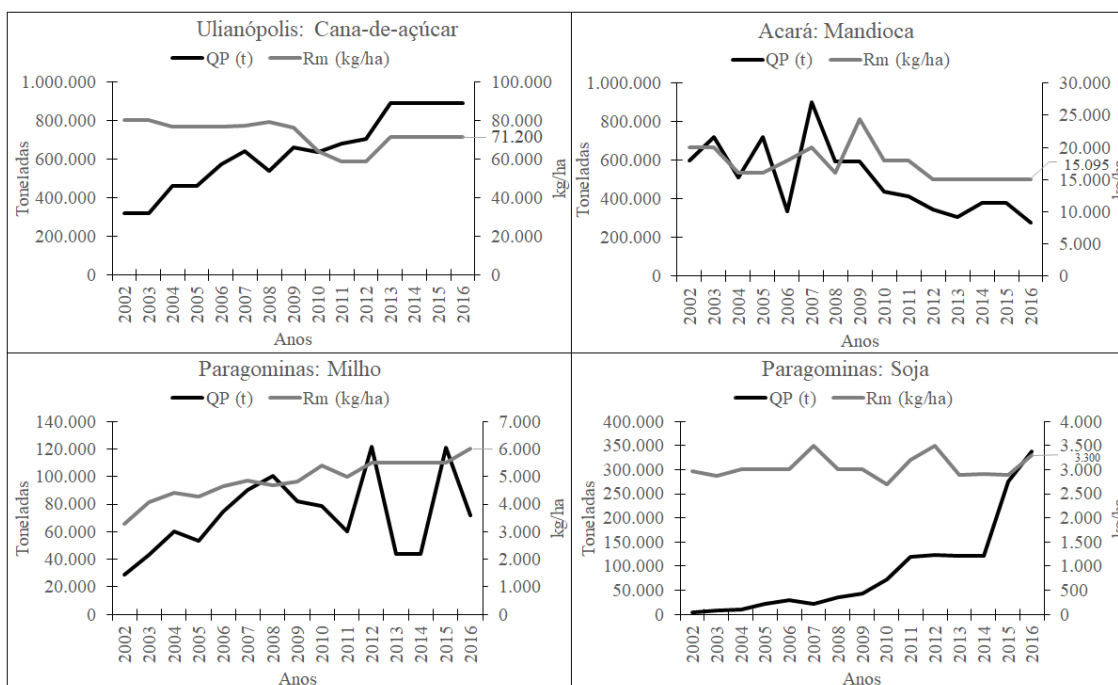
O Estado do Pará conta com 144 municípios. Por tal motivo, as seleções das lavouras foram baseadas em sua representatividade percentual como média durante o período do estudo. O IBGE registra para o Estado do Pará 36 tipos das lavouras (19 LP e 17 LT). Por tal motivo, a divisão ficou em dois grupos com quatro tipos de lavouras, como pode apreciar-se nos Gráficos 7 e 8, as quais representaram os valores das quantidades produzidas (expressadas em toneladas) que são as setas de cor preto e os rendimentos médios ou produtividades (kg/ha) são as setas de cor cinza. Os municípios para o grupo das LP foram: Banana (Novo Repartimento), Coco-da-baía (Moju), Dendê (Tailândia) e Laranja (Capitão Poço) e para o grupo das LT foram: Cana-de-açúcar (Ulianópolis), Mandioca (Acará), Soja e Milho (Paragominas). Finalmente, o 75% dos municípios das LP ficaram na mesorregião Nordeste Paraense e 75% dos municípios das LT ficaram mesorregião Sudeste Paraense.

Gráfico 7 - Lavouras permanentes selecionadas nos municípios selecionados: QP e Rm.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 8 - Lavouras temporárias selecionadas nos municípios selecionados: QP, VP e Rm.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Lavouras: resultados econômicos

A metodologia trabalhada foi feita com o MQO, tendo como variável dependente é o VAB.AGR dos municípios selecionados. Cabe lembrar que a composição do VAB.AGR junta os valores agrícolas e pecuárias. A intenção da modelagem é justamente testar os valores das QP, VP e Rm das lavouras selecionadas e como foram os resultados da interação segundo a metodologia MQO. Finalmente, da equação 2 pode-se gerar os seguintes modelos:

Modelo 1 (M1): VAB.AGR e QP

$$\ln VAB.AGR = \beta_0 + \beta_1 \ln QPCana + \beta_2 \ln QPMandioca + \beta_3 QPMilho + \beta_4 QPSoja + \beta_5 \ln QPBanana + \beta_6 QPCoco + \beta_7 QPDende + \beta_8 QPLaranja + \mu \quad (6)$$

Modelo 2 (M2): VAB.AGR e VP

$$\ln VAB.AGR = \beta_0 + \beta_1 \ln VPCana + \beta_2 \ln VPMandioca + \beta_3 VPMilho + \beta_4 VPSoja + \beta_5 \ln VPBanana + \beta_6 VPCoco + \beta_7 VPDende + \beta_8 VPLaranja + \mu \quad (7)$$

Modelo 3 (M3): VAB.AGR e Rm

$$\ln VAB.AGR = \beta_0 + \beta_1 \ln RmCana + \beta_2 \ln RmMandioca + \beta_3 RmMilho + \beta_4 RmSoja + \beta_5 \ln RmBanana + \beta_6 RmCoco + \beta_7 RmDende + \beta_8 RmLaranja + \mu \quad (8)$$

Os resultados obtidos respaldam nossa seleção das lavouras, posto que a proposta dos 3 modelos apresentaram resultados robustos, devido a que seus p-valor (*p-value*), resultaram inferiores do 5% (*p-value* < 0,05) e apresentaram elevados Coeficientes de Determinação (R^2), na Tabela 5 apresenta informação detalhada dos modelos propostos. No M1, as LP (Dendê e Laranja) e LT (Cana-de-açúcar, Milho e Soja) apresentaram valores significativos, devido a que são diferenças individuais no coletivo do modelo. No M2, as LP (Banana e Laranja) e LT (Cana-de-açúcar e Mandioca) apresentaram valores significativos e no M3 as LP (Mandioca) e LT (Banana) apresentaram valores significativos. Finalmente, nos 3 modelos pelo menos uma lavoura de nossa seleção tem significância.

Tabela 5 - Resultados econômicos.

Variável dependente: ln (VAB.AGR)						
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	
C	59,4069	13,9971	4,2440	0,0054	**	
QPCana	1,5250	0,3898	3,9120	0,0079	**	
QPMandioca	-0,1727	0,1139	-1,5160	0,1803		
QPMilho	-0,1712	0,0689	-2,4840	0,0476	*	
QPSoja	0,3085	0,0597	5,1720	0,0021	**	
QPBanana	-0,2920	0,2289	-1,2760	0,2493		
QPCoco	-0,3036	0,9243	-0,3280	0,7537		
QPDende	-0,4563	0,1976	-2,3090	0,0603	.	
QPLaranja	-4,4357	0,8212	-5,4020	0,0017	**	
R2	0,9911					
R2 ajustado	0,9793					
F-estatística	83,9 em 8 e 6 DF					
Significância:	0 '****'	0,001 '***'	0,01 '**'	0,05 '.'	0,1 ' '	1
p-valor	0,01363					

Variável dependente: ln (VAB.AGR)						
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	
C	5,2765	1,3326	3,9590	0,0075	**	
VPCana	0,3247	0,1458	2,2270	0,0675	.	
VPMandioca	0,2022	0,0852	2,3720	0,0553	.	
VPMilho	0,0249	0,0837	0,2970	0,7766		
VPSoja	0,0576	0,0507	1,1350	0,2995		
VPBanana	0,1397	0,0550	2,5390	0,0441	*	
VPCoco	-0,0436	0,1987	-0,2200	0,8335		
VPDende	-0,0174	0,1235	-0,1410	0,8928		
VPLaranja	0,1229	0,0611	2,0100	0,0912	.	
R2	0,9913					
R2 ajustado	0,9798					
F-estatística	85,9 em 8 e 6 DF					
Significância:	0 '****'	0,001 '***'	0,01 '**'	0,05 '.'	0,1 ' '	1
p-valor	0,01272					

Variável dependente: ln (VAB.AGR)						
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	
C	-328,0502	136,3049	-2,4070	0,0528	.	
RmCana	3,0249	1,6267	1,8600	0,1123		
RmMandioca	-1,2192	0,6120	-1,9920	0,0935	.	
RmMilho	-0,3488	0,8265	-0,4220	0,6877		
RmSoja	2,1196	1,2734	1,6640	0,1471		
RmBanana	27,4274	8,4126	3,2600	0,0172	*	
RmCoco	4,1082	19,7166	0,2080	0,8418		
RmDende	1,3124	0,9503	1,3810	0,2165		
RmLaranja	-0,4296	3,0189	-0,1420	0,8915		
R2	0,9218					
R2 ajustado	0,8175					
F-estatística	8,837 em 8 e 6 DF					
Significância:	0 '****'	0,001 '***'	0,01 '**'	0,05 '.'	0,1 ' '	1
p-valor	0,00799					

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Lavouras: resultados dos rendimentos médios com variáveis climáticas

Nas Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados obtidos tendo como variável dependente o rendimento médio de cada lavoura selecionada. Segundo a equação 2, foi gerado um modelo que conta com duas variáveis climáticas (precipitação e temperatura). Também foi realizada um teste de ANOVA, tendo como hipóteses que as medias de duas ou mais populações são iguais. A hipótese nula estabelece que todas as medias da população são iguais, a hipóteses alternativa que pelo menos uma é diferente. O teste da ANOVA descreve a influência e significâncias das variáveis climáticas descritas.

$$\ln Rm(lavoura) = \beta_0 + \beta_1 \text{Município}(em\ mm) + \beta_2 \text{Município}(em\ ^\circ C) + \mu \quad (9)$$

Em relação as variáveis climáticas, os dados foram baixados dos portais CMPORH, ECMWF para cada município e foram calculadas as médias mensais e logo foram trabalhadas em médias anuais, para poder uniformizar na mesma escala (anual) com a variável rendimento médio ou produtividade. Além disso, de acordo ao tipo de lavoura (permanente ou temporária) e município, as variáveis podem ser trocadas no modelo (9).

3.4.1 Grupo das LP

A única lavoura que apresenta um p-valor menor ao 5% foi a banana (0,0333), as outras três lavouras apresentaram elevados p-valor. Tanto no modelo como no teste de ANOVA, a significância da temperatura foi para a banana e o dendê, enquanto a significância da precipitação foi para o coco-da-baía. Finalmente, a mandioca apresentou significância na precipitação, como pode-se apreciar na Tabela 6.

3.4.2 Grupo das LT

A única lavoura que apresenta um p-valor menor ao 5% foi o milho (0,0340), as outras três lavouras apresentaram elevados p-valor. Tanto no modelo como no teste de ANOVA, a significância da temperatura foi para a laranja e o milho, enquanto as

significâncias das duas variáveis climáticas foram para o milho, como pode-se apreciar na Tabela 7.

Tabela 6 - Resultados das LP (banana, coco-da-baía, dendê e mandioca).

Variável dependente: ln (RmBanana)						ANOVA				
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	Variável explicativa	Df	Valor F	Pr(> t)	Sig.
C	6,7955	1,0975	6,192	0,0000	***	NRmm	1	2,586	0,1338	
NRmm	-0,0179	0,0190	-0,945	0,3631		NRtmp	1	6,567	0,0249	*
NRtmp	0,8439	0,3293	2,563	0,0249	*	Residuais	12			
R2	0,4327									
R2 ajustado	0,3382									
F-estatística	4,576 em 2 e 12 DF									
Significância	0 ****	0,001 ***	0,01 **	0,05 ‘.	0,1 ‘.	1				
p-valor	0,0333									
Variável dependente: ln (RmCoco-da-baía)						ANOVA				
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	Variável explicativa	Df	Valor F	Pr(> t)	Sig.
C	9,7015	0,3172	30,586	0,6382		Mmm	1	5,233	0,0411	*
Mmm	-0,0186	0,0071	-2,600	0,0232	*	Mtmp	1	1,688	0,2183	
Mtmp	-0,1210	0,0931	-1,299	0,2183		Residuais	12			
R2	0,3658									
R2 ajustado	0,2601									
F-estatística	3,461 em 2 e 12 DF									
Significância	0 ****	0,001 ***	0,01 **	0,05 ‘.	0,1 ‘.	1				
p-valor	0,0651									
Variável dependente: ln (RmDendê)						ANOVA				
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	Variável explicativa	Df	Valor F	Pr(> t)	Sig.
C	-5,7335	6,1937	-0,926	0,3728		Tmm	1	0,432	0,5233	
Tmm	0,0146	0,1377	0,106	0,9174		Ttmp	1	6,821	0,0227	*
Ttmp	4,7822	1,8311	2,612	0,0227	*	Residuais	12			
R2	0,3767									
R2 ajustado	0,2728									
F-estatística	3,627 em 2 e 12 DF									
Significância	0 ****	0,001 ***	0,01 **	0,05 ‘.	0,1 ‘.	1				
p-valor	0,0586									
Variável dependente: ln (RmMandioca)						ANOVA				
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	Variável explicativa	Df	Valor F	Pr(> t)	Sig.
C	12,0004	9,1172	1,316	0,2130		Mmm	1	3,4251	0,0890	.
Mmm	0,4120	0,2454	1,678	0,1190		Mtmp	1	0,2653	0,6159	
Mtmp	-1,3843	2,6875	-0,515	0,6160		Residuais	12			
R2	0,2352									
R2 ajustado	0,1077									
F-estatística	1,845 em 2 e 12 DF									
Significância	0 ****	0,001 ***	0,01 **	0,05 ‘.	0,1 ‘.	1				
p-valor	0,2001									

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7 - Resultados das LT (cana-de-açúcar, laranja, milho e soja).

Variável dependente: ln (RmCana-de-açúcar)						ANOVA				
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	Variável explicativa	Df	Valor F	Pr(> t)	Sig.
C	16,0349	6,7618	2,371	0,0353	*	Umm	1	0,546	0,4743	
Umm	0,0680	0,1041	0,653	0,5261		Uttmp	1	0,598	0,4542	
Uttmp	-1,5876	2,0526	-0,773	0,4542		Residuais	12			
R2	0,0870									
R2 ajustado	-0,0651									
F-estatística	0,5719 em 2 e 12 DF									
Significância	0 ****	0,001 ***	0,01 **	0,05 ‘.	0,1 ‘.	1				
p-valor	0,5791									
Variável dependente: ln (RmLaranja)						ANOVA				
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	Variável explicativa	Df	Valor F	Pr(> t)	Sig.
C	16,3890	3,1691	5,172	0,0002	***	CPmm	1	0,113	0,7423	
CPmm	-0,0568	0,0536	-1,060	0,3099		CPtmp	1	4,330	0,0595	.
CPtmp	-1,9632	0,9434	-2,081	0,0595	.	Residuais	12			
R2	0,2702									
R2 ajustado	0,1486									
F-estatística	2,222 em 2 e 12 DF									
Significância	0 ****	0,001 ***	0,01 **	0,05 ‘.	0,1 ‘.	1				
p-valor	0,1510									
Variável dependente: ln (RmMilho)						ANOVA				
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	Variável explicativa	Df	Valor F	Pr(> t)	Sig.
C	-7,0793	8,3554	-0,847	0,4130		Pmm	1	5,026	0,0447	*
Pmm	-0,2062	0,1162	-1,775	0,1010		Ptmp	1	4,056	0,0670	.
Ptmp	5,1045	2,5347	2,014	0,0670	.	Residuais	12			
R2	0,4308									
R2 ajustado	0,3359									
F-estatística	4,541 em 2 e 12 DF									
Significância	0 ****	0,001 ***	0,01 **	0,05 ‘.	0,1 ‘.	1				
p-valor	0,0340									
Variável dependente: ln (RmSoja)						ANOVA				
Variável explicativa	Estimado	Erro padrão	Valor t	Pr(> t)	Sig.	Variável explicativa	Df	Valor F	Pr(> t)	Sig.
C	8,1704	5,1855	1,576	0,1410		Pmm	1	0,2907	0,5997	
Pmm	0,0371	0,0721	0,514	0,6170		Ptmp	1	0,0041	0,9498	
Ptmp	-0,1011	1,5731	-0,064	0,9500		Residuais	12			
R2	0,0240									
R2 ajustado	-0,1387									
F-estatística	0,1474 em 2 e 12 DF									
Significância	0 ****	0,001 ***	0,01 **	0,05 ‘.	0,1 ‘.	1				
p-valor	0,8645									

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.3 Municípios selecionados: análises de precipitação e temperatura

Segundo a gestão dos riscos agropecuários disponibilizados nas portarias do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o Estado do Pará, apresentam informações do risco climático (tendo a variáveis precipitação e temperatura) para as seguintes lavouras: abacaxi, açaí, arroz, banana¹, cacau, citros, coco*, dendê*, feijão, gergelim, girassol, mamão, mamona,

mandioca*, maracujá, milho*, pimenta-do-reino, pupunha e soja, tendo dados desde 2015 até 2018. Foram coletados e calculados dados do CMORPH (precipitação) e ECMWF (temperatura), posto que no Brasil não apresenta base de dados para os municípios selecionados. Finalmente, os resultados obtidos permitiram a verificação dos dados propostos nas portarias para as lavouras a trabalhar.

Amanjás e Braga (2012), trabalharam com quatro regiões homogêneas (RH) em precipitações, posto que analisaram 128 postos pluviômetros de maneira mensal durante 1980-2009, para os Estados do Amapá e Pará na Amazônia Oriental. Uma particularidade foi que nas 4RH, constatou-se o mês de março como o mais chuvoso. Na RH1, o total médio anual de precipitação (TMA.P) bordeou os 3.400 mm, o trimestre mais chuvoso foi entre fevereiro até abril. Na RH2, o TMA.P bordeou os 2.376 mm. O trimestre mais chuvoso foi registrado desde março até maio. Para RH1 e RH2 outubro foi o mês mais seco e o menos chuvoso foi de setembro até novembro. Na RH3 o TMA.P bordeou os 2.100 mm, setembro foi o mês mais seco. O trimestre mais chuvoso foi registrado desde fevereiro até abril e o menos chuvoso foi de agosto até outubro. Finalmente, na RH4 o TMA.P bordeou os 2.000 mm (apresentando o menor volume pluviométrico nas RH), onde julho foi o mês mais seco. O trimestre mais chuvoso foi registrado desde janeiro até março e o menos chuvoso foi de junho até agosto.

Foi pertinente utilizar os dados do Amanjás e Braga (2012), posto que a pesquisa trabalha com a variável precipitação. Justamente, os municípios selecionados encontram-se localizados na seção azul do RH3 do mapa feito por Amanjás e Braga (2012), sendo subdivididos em três zonas, como pode apreciar-se no Mapa 2.

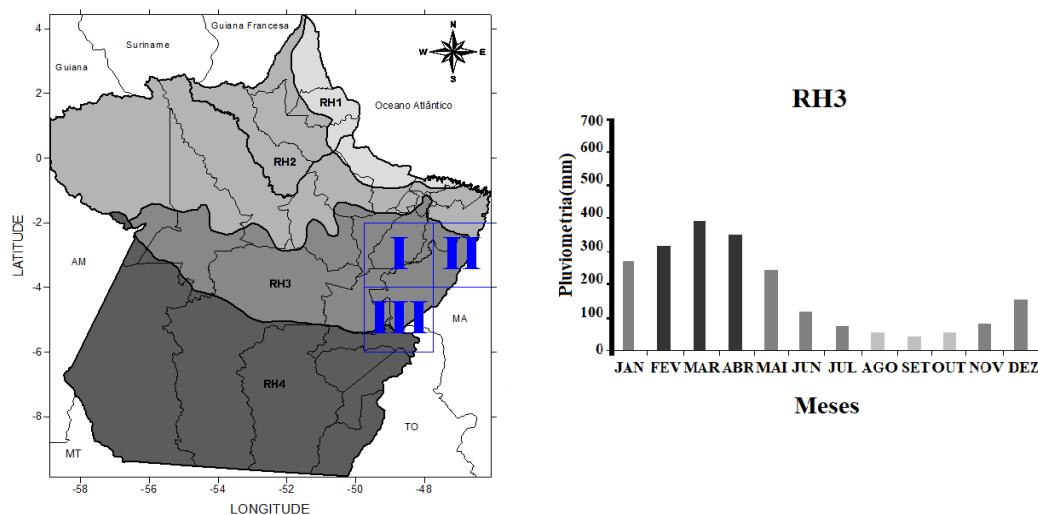
Zona I: Acará (Mandioca, LT), Moju (Coco-da-baía, LP) e Tailândia (Dendê, LP).

Zona II: Capitão Poço (Laranja, LP), Paragominas (Milho, LT e Soja, LT) e Ulianópolis (Cana-de-açúcar, LT).

Zona III: Novo Repartimento (Banana, LP).

¹ Das oito lavouras selecionadas, 5 apresentaram portarias (LP: banana, coco, dendê e mandioca. LT: milho).

Mapa 2 - Pará e suas regiões homogêneas.



Fonte: Elaborado pelo autor sendo adaptado da pesquisa de Amanajás e Braga (2012).

3.4.3.1 Zona I

A mandioca (LT) no município do Acará, segundo a Portaria 137/2011 MAPA, BINAGRI-SISLEGIS (BRASIL, 2011):

Encontra melhor condição de desenvolvimento em climas quentes e úmidos, não suportando baixas temperaturas. Por tal motivo, as temperaturas abaixo de 15 °C retardam a brotação das gemas e diminuem, ou mesmo, paralisam sua atividade vegetativa, induzindo a uma fase de repouso. A mandioca requer alta luminosidade, entretanto, um fotoperíodo maior que 12 horas afeta a formação das raízes.

Os resultados obtidos apresentaram o baixo risco em relação a sua temperatura, devido aos valores que foram superiores a 19°C, de acordo com a temperatura média mensal (TMM) proposta pela portaria da mandioca. Finalmente, o período de plantio vai primeiro de outubro até 31 de dezembro.

O coco-da-baía (LP) no município do Moju, segundo a Portaria 281/2009 MAPA, BINAGRI-SISLEGIS (BRASIL, 2009):

A cultura, para seu bom desenvolvimento, necessita de condições climáticas adequadas, tanto em termos hídricos como térmicos. O regime pluvial ideal para o cultivo do coco é caracterizado por uma precipitação anual de 1.500 mm, com totais mensais superiores a 130 mm. Precipitações mensais abaixo de 50 mm, por um período consecutivo de 3 meses, é prejudicial à planta. Quanto à temperatura média do ar, esta deve estar em torno de 27° C, com oscilações de amplitudes térmicas diárias entre 5° C e 7° C. Temperaturas mínimas diárias inferiores a 15°C podem provocar desordens fisiológicas levando ao abortamento de flores.

Por tal motivo, os resultados obtidos e comparados com os valores da portaria evidenciaram baixo risco em relação a sua temperatura de acordo com a temperatura média anual (TMA) e baixo risco sequeiro para os valores médios 2.434 mm e 4.628 mm para os valores máximos, o baixo risco irrigado foi de 1.022mm de acordo com o índice de precipitação média anual (IPMA). O período de plantio para a lavoura é no todo ano.

O dendê (LP) no município do Tailândia, segundo a portaria 83/2011 MAPA, BINAGRI-SISLEGIS (BRASIL, 2011):

Os elementos climáticos que mais afetam a produção do dendezeiro são a temperatura do ar, a insolação e a precipitação pluvial. Deficiência hídrica elevada, baixas temperaturas e má distribuição das chuvas são prejudiciais ao desenvolvimento e a produtividade da cultura.

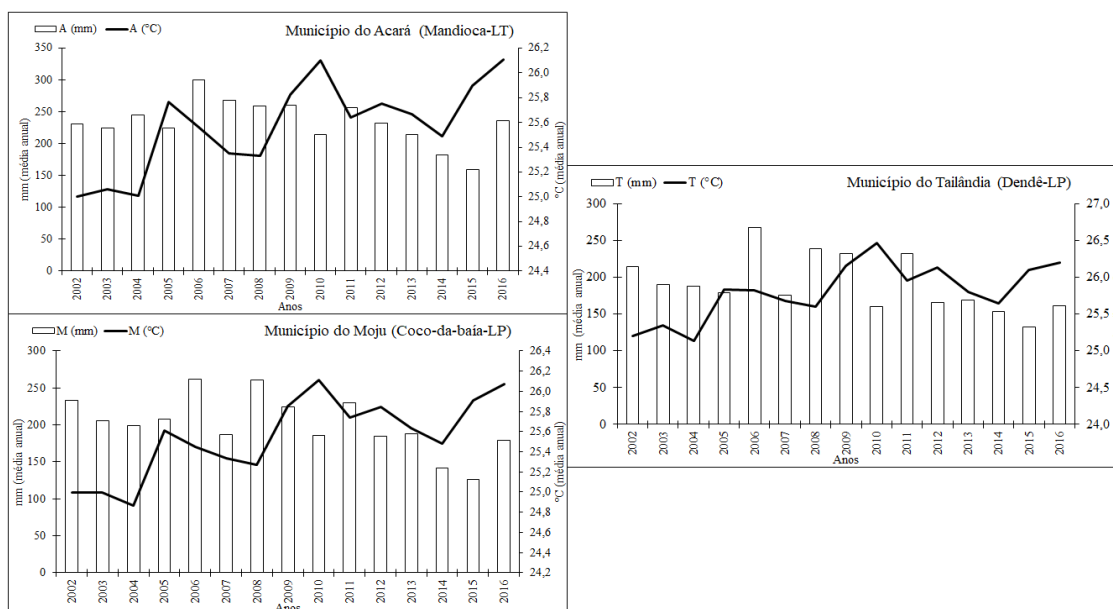
Dos resultados obtidos comparados com os resultados da portaria, foram considerados de baixo risco em relação a sua TMA, posto que os valores foram 25°C (mínimos), 26°C (médio) e 27°C (máximos), respectivamente. De acordo com a precipitação média mensal (PMM), foram de baixo risco para os valores máximos em 11 meses (excluindo o mês do agosto) e alto risco em relação a seus valores mínimos em 8 meses (não é considerado desde janeiro até abril). O período de plantio vai desde primeiro de outubro até 31 de dezembro. A Tabela 8 e o Gráfico 9 apresentam as informações dos municípios na zona I.

Tabela 8 - Municípios selecionados na zona I: variáveis climáticas calculadas e portarias do MAPA.

ACARÁ (MANDIOCA) - I														
Precipitação (mm)			Temperatura (°C)			Precipitação (mm)			Temperatura (°C)					
Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.			
JAN	110	337	541	24	25	27	JUL	63	148	251	24	25	26	MANDIOCA TMM ≥ 19°C Baixo risco TMM < 19°C Alto risco
FEV	250	393	552	24	25	26	AGO	22	121	223	25	26	26	
MAR	222	402	568	24	25	26	SET	26	88	265	25	26	27	
ABR	246	401	560	24	25	26	OUT	32	108	253	26	27	28	
MAI	188	303	405	24	25	26	NOV	40	118	309	26	27	29	
JUN	75	178	320	24	25	26	DEZ	113	242	402	25	26	28	
MOJU (COCO-DA-BAÍÁ) - I														
Precipitação (mm)			Temperatura (°C)			Precipitação (mm)			Temperatura (°C)					
Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.			
JAN	141	312	610	24	25	27	JUL	19	72	185	24	25	26	COCO-DA-BAÍÁ 22°C < TMA < 30°C Baixo risco TMA < 22°C Alto risco TMA > 30°C Alto risco IPMA > 1500 mm/ano Baixo risco Sequeiro IPMA < 1500 mm/ano Baixo risco Irrigado
FEV	163	377	654	23	25	26	AGO	7	66	186	25	26	27	
MAR	278	449	683	24	25	26	SET	15	56	192	25	26	27	
ABR	177	374	649	24	25	26	OUT	5	64	169	26	27	28	
MAI	164	271	418	24	25	26	NOV	6	70	161	26	27	29	
JUN	25	108	235	24	25	26	DEZ	22	216	486	25	26	28	
TAILÂNDIA (DENDÊ) - I														
Precipitação (mm)			Temperatura (°C)			Precipitação (mm)			Temperatura (°C)					
Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.			
JAN	116	303	620	24	25	28	JUL	5	56	126	25	26	26	PALMA DE ÓLEO (DENDÊ) 25°C < TMA < 28°C Baixo risco TMA < 25°C e TMA > 28°C Alto risco 28°C < TMaxM < 34°C Baixo risco TMaxM < 28°C e TMaxM > 34°C Alto risco 21°C < TMinM < 23°C Baixo risco TMinM < 21°C e TMinM > 23°C Alto risco PMM > 100 mm Baixo risco PMM < 100 mm Alto risco
FEV	171	362	626	24	25	26	AGO	0	40	87	25	26	27	
MAR	313	433	599	24	25	26	SET	6	33	101	25	27	28	
ABR	189	343	683	24	25	26	OUT	15	49	114	26	27	29	
MAI	81	218	421	24	25	26	NOV	8	78	304	26	27	29	
JUN	14	97	211	25	25	26	DEZ	54	197	429	25	26	28	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 9 - Municípios na zona I: histórico de suas variáveis climáticas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A metodologia da correlação de Pearson mede o grau da relação ou associação geralmente entre duas variáveis aleatórias. Por tal motivo, foram selecionadas as seguintes variáveis: QP, Rm, precipitação (mm) e temperatura do ar (temp) das lavouras selecionadas. Tanto as QP e os Rm, apresentaram correlações positivas ou negativas entre o tipo de lavoura e as variáveis climáticas (mm e temp).

Em relação à significância nas relações da temperatura e QP foram para a mandioca (Acará) e o dendê (Tailândia), o coco-da-baía (Moju) apresentou significância para as duas variáveis climáticas. Por outro lado, a significância nas relações do Rm com a precipitação foi com o coco-da-baía (Moju) e temperatura foi com o dendê (Tailândia), na Tabela 9 apresenta as informações.

Tabela 9 - Análise de correlação de Pearson para as lavouras selecionadas na zona I.

ZONA I			
	p-valor	Correlação de Pearson	
QPMandioca - Amm	0,39	0,2	cor. positiva débil
QPMandioca - Atmp	0,046	-0,5	cor. negativa média
QPCoco - Mmm	0,00	-0,7	cor. negativa considerável
QPCoco - Mtmp	0,00	0,7	cor. positiva considerável
QPDendê - Tmm	0,52	-0,2	cor. negativa débil
QPDendê - Ttmp	0,01	0,6	cor. positiva considerável
	p-valor	Correlação de Pearson	
RmMandioca - Amm	0,08	0,5	cor. positiva média
RmMandioca - Atmp	0,40	-0,2	cor. negativa débil
RmCoco - Mmm	0,04	-0,5	cor. negativa média
RmCoco - Mtmp	0,74	-0,1	cor. negativa débil
RmDendê - Tmm	0,59	-0,1	cor. negativa débil
RmDendê - Ttmp	0,02	0,6	cor. positiva considerável

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.3.2 Zona II

O milho (LT) no município do Paragominas, segundo a Portaria 154/2015 MAPA, BINAGRI-SISLEGIS (BRASIL, 2015):

Para a obtenção de boas produtividades a cultura do milho necessita de precipitação pluvial acima de 500 mm durante o ciclo; temperatura média diária acima de 19°C e temperatura média noturna acima de 12,8°C e abaixo de 25°C; temperaturas, no período, próximo e durante o florescimento, entre 15°C a 30°C e ausência de déficit hídrico.

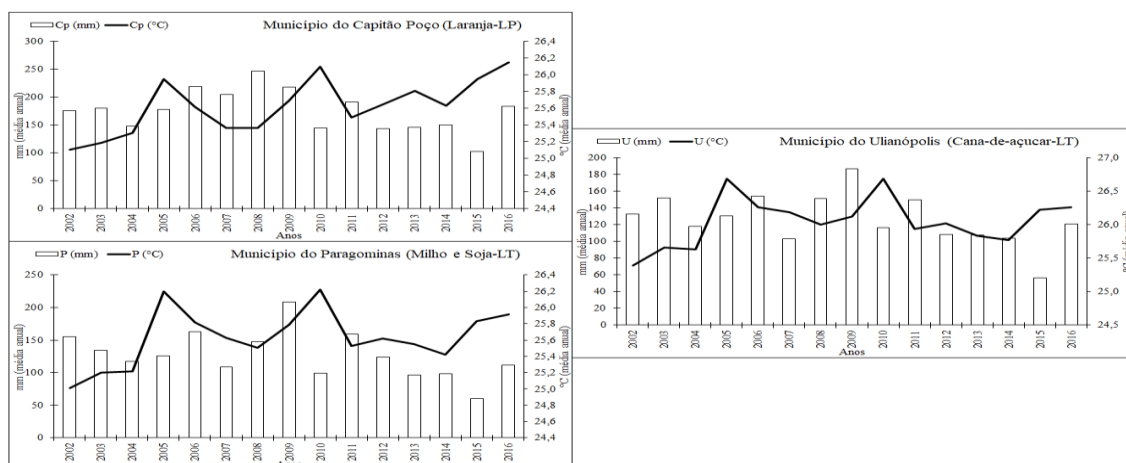
Segundo os valores da portaria, nossos resultados obtidos são considerados como ótimos porque a temperatura média de julho (TMJ) e de baixo risco por apresentar valores superiores de 15°C. Da mesma forma, as precipitações calculadas respeito as medias foram 49 mm (valores mínimos), 134 mm (valores médios) e 263 mm (valores máximos). O período de plantio vai desde outubro até dezembro, as informações são apresentadas na Tabela 10 e Gráfico 10.

Tabela 10 - Informações das lavouras e municípios na zona II, em relação a suas variáveis climáticas.

PARAGOMINAS (MILHO) - II													MILHO		
Precipitação (mm)			Temperatura (°C)			Precipitação (mm)			Temperatura (°C)						
	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.		Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	15,5°C ≤ TM ≤ 33,0°C	Baixo risco
JAN	41	195	390	24	25	27	JUL	1	17	48	25	26	27	TM < 15,5°C	Alto risco
FEV	111	263	451	24	25	26	AGO	0	14	37	25	26	27	TM ≥ 33,0°C	Alto risco
MAR	137	332	564	24	25	26	SET	0	12	48	25	26	27		
ABR	102	292	565	24	25	26	OUT	0	33	103	26	27	28		
MAI	61	162	646	24	25	26	NOV	0	50	156	26	27	28		
JUN	6	41	86	25	25	26	DEZ	6	118	295	25	26	27		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 10 - Municípios na zona II: histórico de suas variáveis climáticas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de correlação de Pearson para a laranja (Capitão Poço) e soja (Paragominas) apresentaram significâncias para a temperatura respeito a suas QP. Respeito ao Rm do milho (Paragominas) apresentou significância para a temperatura. Os resultados são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Análise de correlação de Pearson para as lavouras selecionadas na zona II.

ZONA II			
	p-valor	Correlação de Pearson	
QPCana - Umm	0,07	-0,5	cor. negativa média
QPCana - Utmp	0,21	0,3	cor. positiva débil
QPLaranja - CPmm	0,88	-0,04	cor. negativa muito débil
QPLaranja - CPtmp	0,01	0,66	cor. positiva considerável
QPMilho - Pmm	0,46	-0,2	cor. negativa débil
QPMilho - Ptmp	0,06	0,5	cor. positiva média
QPSoja - Pmm	0,08	-0,5	cor. negativa média
QPSoja - Ptmp	0,049	0,5	cor. positiva média

	p-valor	Correlação de Pearson	
RmCana - Umm	0,47	0,2	cor. positiva débil
RmCana - Utmp	0,40	-0,2	cor. negativa débil
RmLaranja - CPmm	0,77	-0,08	cor. negativa débil
RmLaranja - CPtmp	0,09	-0,4	cor. negativa débil
RmMilho - Pmm	0,06	-0,5	cor. negativa média
RmMilho - Ptmp	0,04	0,5	cor. positiva média
RmSoja - Pmm	0,58	0,2	cor. positiva débil
RmSoja - Ptmp	0,86	0,0	cor. negativa muito débil

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.3.3 Zona III

A banana (LP) no município do Novo Repartimento, segundo a Portaria 264/2009 MAPA, BINAGRI-SISLEGIS (BRASIL, 2009):

A bananeira planta tipicamente tropical, exige calor constante, precipitações bem distribuídas ao longo do ano e elevada umidade para o seu bom desenvolvimento e produção. A temperatura influi diretamente nos processos respiratório e fotossintético da planta. Para obtenção de altos rendimentos e melhor qualidade, a bananeira requer uma grande e permanente disponibilidade de umidade no solo. As maiores produções estão associadas a uma boa distribuição de umidade durante todo o ciclo da cultura.

Segundo os valores da portaria, nossos resultados obtidos são considerados como ótimos porque a TMJ e de baixo risco por apresentar valores superiores de 15°C. Da mesma forma, as precipitações calculadas respeito as medias foram 49 mm (valores mínimos), 134 mm (valores médios) e 263 mm (valores máximos). O período de plantio

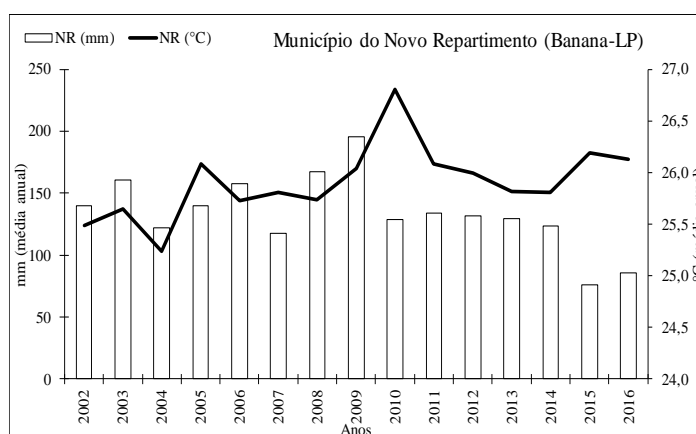
vai desde primeiro de novembro até 31 de janeiro, na Tabela 12 e o Gráfico 11 são apresentados os resultados obtidos.

Tabela 12 - Informação da lavoura e município na zona III, em relação a sus variáveis climáticas.

NOVO REPARTIMENTO (BANANA) - III															
Precipitação (mm)			Temperatura (°C)			Precipitação (mm)			Temperatura (°C)			BANANA			
Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.				
JAN	98	256	467	24	25	26	JUL	1	22	104	25	27	28	TM e TMJ = 18°C	Valor mínimo
FEV	92	272	434	24	25	26	AGO	0	20	111	26	27	29		
MAR	171	306	497	24	25	27	SET	1	28	85	26	27	28	TM e TMJ = 34°C	Valor máximo
ABR	108	227	485	24	25	26	OUT	8	54	95	26	27	28		
MAI	69	180	395	25	26	27	NOV	9	68	138	25	26	27	TMJ < 15°C	Alto risco
JUN	1	44	85	25	26	27	DEZ	32	132	255	25	26	27		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 11 - Municípios na zona III: histórico de suas variáveis climáticas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de correlação de Pearson para a banana no município do Novo Repartimento apresentou significância para as QP (precipitação) e Rm (temperatura). Finalmente, na Tabela 13 apresenta os resultados do município.

Tabela 13 - Análise de correlação de Pearson para a lavouras selecionada na zona III.

ZONA III								
	p-valor	Correlação de Pearson				p-valor	Correlação de Pearson	
QPBanana - NRmm	0,03	-0,6	cor. negativa considerável		RmBanana - NRmm	0,20	-0,3	cor. negativa débil
QPBanana - NRtmp	0,11	0,4	cor. positiva débil		RmBanana - NRtmp	0,01	0,6	cor. positiva considerável

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 CONCLUSÃO

Considerando que o setor agrícola contribuiu, em média 9% com o PIB da economia brasileira (1960-2017) a pesquisa foi focalizada em considerar o comportamento dos rendimentos médios ou produtividade de aquelas lavouras que percentualmente sejam representativas. Por tal motivo, foram selecionadas oito lavouras e sendo divididos em dois grupos (LP e LT), com quatro lavouras em cada grupo.

Justamente, a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (SEDAP) no Pará tem publicado recentemente o Panorama Agrícola do Pará 2010-2017. As informações disponibilizadas das LP foram coincidentes com nossa seleção, por exemplo: a banana (Novo Repartimento), a laranja (Capitão Poço) e o dendê (Tailândia). O coco-da-baía segundo o SEDAP tem maior desenvolvimento no município do Acará. Da mesma forma, as informações para as LT foram coincidentes com nossa seleção, por exemplo: a cana-de-açúcar (Ulianópolis), a mandioca (Acará) e a soja (Paragominas). Finalmente, o milho segundo o SEDAP tem maior desenvolvimento no município do Santana do Araguaia

No sentido econômico, os resultados obtidos nos modelos apresentaram relevância em pelo menos alguma lavoura das oito selecionadas, tendo como variável dependente o VAB.AGR. As quantidades produzidas tiveram significância em 2 LP (dendê e laranja) e 3 LT (cana-de-açúcar, milho e soja). Finalmente, os rendimentos médios ou produtividades das lavouras foram significativas em 1LP (mandioca) e 1LT (banana).

Foi criada uma base de dados para a precipitação (baseados nas informações do CMPORH) e temperatura (baseados nas informações do ECMWF), devido a que no Brasil não tem informação dos municípios selecionados.

O teste do ANOVA foi um complementar no desenvolvimento dos resultados obtidos para as LP, posto que o 75% apresentaram significância com a temperatura (banana e dendê) e a precipitação (coco-da-baía), a mandioca foi a única lavoura que não apresentou alguma significância. No grupo das LT, apresentaram significância na temperatura a laranja e o milho, enquanto que com o teste do ANOVA o milho apresentou significância com a precipitação e a temperatura.

A isto é adicionado um trabalho feito pelo Amanjás e Braga (2012), posto que sua subdivisão das regiões homogêneas, posso ser possível fazer o contraste de nossos resultados na RH3 (localização dos municípios trabalhados), as portarias do MAPA

para 5 das 8 lavouras ajudaram em conhecer o manejo dos riscos agrícolas pelas informações já feitas. Das 3 zonas subdivididas na RH3, a zona I apresentou 3 tipos de lavouras (2LP: coco-da-baía, dendê, 1LT: mandioca), e as outras zonas II e III apresentaram 1LT: milho e LP: banana, respectivamente. O 60% foi representado por as LP do total dos 5 tipos das lavouras.

Por último, a correlação do Pearson foi trabalhada com as seguintes variáveis dependentes QP, Rm ou produtividade relacionadas com a precipitação e temperatura. Na zona I, as QP de: coco-da-baía, dendê e a mandioca (75% das lavouras do grupo) apresentaram significância com a temperatura e o coco-da-baía foi o único que apresentou significância com as duas variáveis climáticas. Respeito aos Rm do coco-da-baía com a precipitação e dendê com a temperatura apresentaram significância. Na zona II as QP de: laranja e soja (50% das lavouras do grupo) tiveram significância com a temperatura, do mesmo jeito aconteceu com o Rm do milho (25% das lavouras do grupo). Na zona III a QP da banana apresentou significância na precipitação e o Rm apresentou significância para a temperatura.

Em conclusão, de nossa seleção das lavouras pelo menos algum tipo de lavoura (LP ou LT) obter resultado significativo, gerando assim relevância da lavoura sobre o grupo das 8 lavouras. Justamente a contribuição acadêmica da pesquisa foi fazer um estudo no Estado do Pará, tendo em consideração a descentralização municipal e como variável econômica os valores de renda agropecuária, como variável climática os valores de precipitação e temperatura que foram constatados com as portarias do MAPA.

REFERÊNCIAS

- AMANAJAS Jonathan Castro; BRAGA, Célia Campos. Padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia Oriental utilizando análise multivariada. **Ver. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 423–434, 2012.
- ARROYO ALIAGA, Jacinto; GURMENDI PÁRRAGA, Pedro; MACHUCA MANRIQUE, Elizabeth. Efectos de las anomalías climáticas en la cobertura de nieve de los glaciares centrales del Perú. **Apuntes de Ciencia & Sociedad**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 146–156, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Proagro**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuário/proagro>. Acesso em: 5 fev. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portarias Pará**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuário/portarias/safra-vigente/para>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- BRASIL. Secretaria de desenvolvimento agropecuário e da pesca. **Panorama Agrícola do Pará 2010-2017, [2019]**. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/dados-agropecuários/agropecuária>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- CALZADILLA, A. *et al.* Climate change impacts on global agriculture. **Climatic Change**. [S. l.], n. 120, p. 357–374, 2013.
- ERASMI, Stefan *et al.* Vegetation greenness in northeastern Brazil and its relation to ENSO warm events. **Remote Sensing**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 3041–3058, 2014.
- ESPINOSA TEJADAS, Bruno *et al.* Projeções de Vazão Afluente à Lagoa Mangueira com Base em Cenários de Mudanças Climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 262–272, 2016.
- FERREIRA, Roberto Tatiwa; OLIVEIRA JÚNIOR, José Nilo de; CASTELAR, Ivan. Modelos de índice de difusão para prever a taxa de crescimento do PIB agrícola brasileiro. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 117–139, 2012.
- GUJARATI, Damodar; PORTER, Dawn. **Econometria**. [México, D.F.]: The McGraw-Hill, p.19–23, 2009.
- HADDAD, Eduardo Amaral; PORSSE, Alexandre Alves; PEREDA, Paula Carvalho. Territorial Economic Impacts of Climate Anomalies in Brazil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos - RBERU**, [s. l.], v. 07, n. 2, p. 19–33, 2012.
- HASTENRATH, Stefan. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: A review. **Climatic Change**, [s. l.], v. 112, n. 2, p. 243–251, 2012.
- IBGE. **Pará, síntese das informações**, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- IBGE. **Pesquisas agropecuárias**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2002. (Serie relatórios metodológicos, v. 6).

IBGE. **Pesquisas agropecuárias**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2018. (Serie relatórios metodológicos, v. 6).

IBGE. **Produção Agrícola Municipal - PAM**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=downloads>. Acesso em: 10 jan. 2019.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnormais_informacoes_territoriais/informacoes_territoriais_tab_xls.shtm. Acesso em: 10 jan. 2019

IPEA. **IPEADATA para data regional**, 2018. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 10 jan. 2019.

KAYANO, Mary *et al.* A further analysis of the tropical Atlantic SST modes and their relations to north-eastern Brazil rainfall during different phases of Atlantic Multidecadal Oscillation. **International Journal of Climatology**, [s. l.], v. 36, n. 12, p. 4006–4018, 2016.

LABRAGA, Juan C.; BRANDIZI, Laura D.; LÓPEZ, Mónica A. Avances En el pronóstico climático de las anomalías de lluvia en la región pampeana. **Meteorologica**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 59–71, 2011.

LAOSUTHI, Thanarak; SELOVER, David. Does El Niño affect Business Cycles?. **EASTERN ECONOMIC JOURNAL**, [s.l.], p.21–42, 2007.

LAU, Lawrence J. Application of profit functions. Em: FUSS, Melvyn; McFADDEN, Daniel. **Contributions to economic analysis**. North Holland, Amsterdam.: North Holland Publishing Company, p.133–215, 1978

LENTSCK, Daniele; RAIFUR, Léo. Nível de exposição e estratégias de proteção a riscos de Mercado nas atividades agrícolas. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)**. Guarapuava v. 16 (2), pp. 5–21, 2018.

LIESENFELD, Marcus Vinicius Athaydes; VIEIRA, Gil; MIRANDA, Ires Paula de Andrade. Ecologia do fogo e o impacto na vegetação da Amazônia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s. l.], v. 36, n. 88, p. 505–518, 2016.

MELKONYAN, Ani. Environmental and socio-economic vulnerability of agricultural sector in Armenia. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 488–489, n. 1, p. 333–342, 2014.

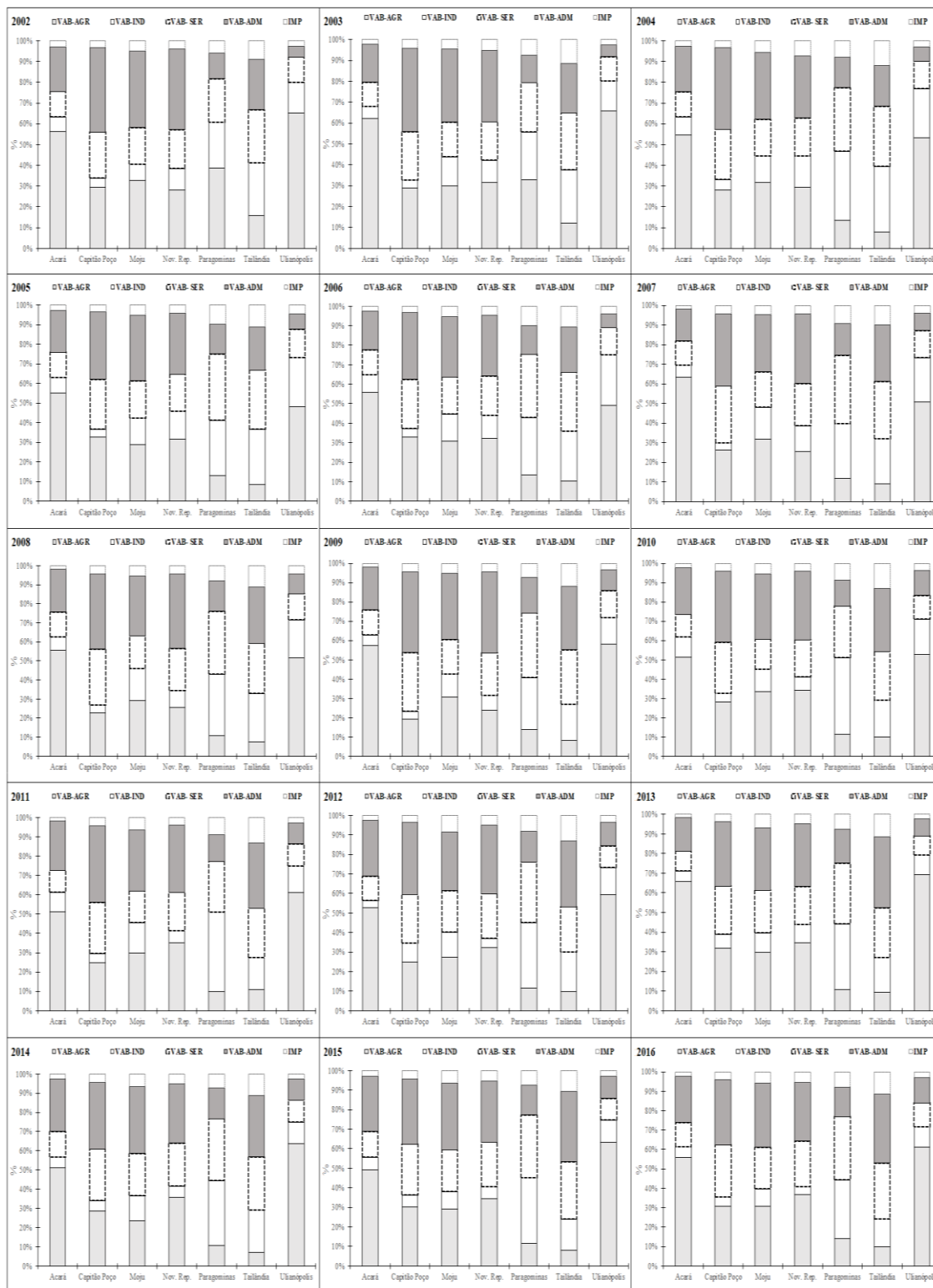
MONTENEGRO, Suzana; RAGAB, Ragab. Impact of possible climate and land use changes in the semi arid regions: A case study from North Eastern Brazil. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 434–435, p. 55–68, 2012.

NASCIMENTO, Francisco das Chagas Araújo do; BRAGA, Célia Campos; ARAÚJO, Chagas. Análise Estatística dos Eventos Secos e Chuvosos de Precipitação do Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 375–386, 2017.

NÓBREGA, Ranyére Silva; SANTIAGO, Gabriela Ayane Chagas Felipe; SOARES, Deivide Benicio. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [s. l.], v. 18, p. 276–292, 2016.

- PAÉZ, María *et al.* Flujos de detritos y aluviones históricos en la cuenca del río Blanco (32°55'-33°10' y 69°10'-69°25'). **Revista de la Asociación Geológica Argentina**. [s. l.], v. 70, n. 4, p. 488–498, 2013.
- RAMLALL, Indranarain. Gauging the impact of climate change on food crops production in Mauritius: An econometric approach. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 332–355, 2014.
- REHMAN, Abdul *et al.* Economic outlook of rice crops in Pakistan: a time series analysis (1970–2015). **Financial Innovation**, [s. l.], v. 3, n. 1, p.1–9, 2017.
- REHMAN, Abdul.; JINGDONG, Luan. An econometric analysis of major Chinese food crops: An empirical study. **Cogent Economics and Finance**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1–23, 2017.
- RESTREPO, Luis F.; GONZÁLEZ, Julián. De Pearson a Spearman. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, Medellín, v. 20, n. 2, p. 183–192, 2007.
- RIBEIRO, Bruno *et al.* Assessing mammal exposure to climate change in the Brazilian Amazon. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 11, n. 11, p. 1–14, 2016.
- RICHARDS, Peter *et al.* Soybean development the impact of a decade of agricultural change on urban and economic growth in Mato Grosso, Brazil. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 1–18, 2015.
- SALIMON, Cleber; ANDERSON, Liana. How strong is the relationship between rainfall variability and caatinga productivity? A case study under a changing climate. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s. l.], v. 90, n. 2, p. 2121–2127, 2018.
- SILVEIRA, Diógenes Cecchin; BONETTI, Luiz Pedro; ROSSLER, Gabriela Pereira. Efeito das ondas de calor na agricultura – safra 2013/2014. **Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto - GEDECON**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 116–132, 2014.
- SOUZA, Paulo Fernando de Souza *et al.* Impactos dos anos climaticos extremos no rendimento da lavoura temporária de mandioca na regio rural da metrópole de Belém-Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**. v.13, n.21, p. 94–112, 2017.
- SPOHR, Gabriela; FREITAS, Clailton Ataídes de. Teste da convergência do PIB per capita da agropecuária no Brasil entre 1980 e 2004. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 341–368, 2011.
- TEIXEIRA, Claudia *et al.* Intensidade da seca utilizando índices de precipitação. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**. Taubaté, v. 8, n. 3, p. 203–213, 2013.
- THE WORLD BANK. **Country profile**, 2019. Disponível em: <https://data.worldbank.org/country/brazil?view=chart>. Acesso em: 5 fev. 2019.
- ZULFIQAR, M.; CHISHTI, A. Development of supply and demand functions of Pakistan's wheat crop. **The Lahore Journal of Economics**, Lahore, v. 15, n. 1, p. 285–290, 2010.
- ZULFIQAR, M. *et al.* Development of supply and demand functions of Pakistan's sugarcane crop. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v. 27, n. 2, p. 285–290, 2011.

**APÊNDICE A – COMPOSIÇÃO DO VAB PARA OS MUNICÍPIOS SELECIONADOS
DURANTE 2002-2016.**



Fonte: Elaborado pelo autor.