



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO CEDETEG  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS – SEAA/G  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGG**



**RELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A PRODUTIVIDADE  
DE BATATA EM GUARAPUAVA - PARANÁ**

**GUARAPUAVA/PR, 2016**

**JULIANE BEREZE**

**RELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A PRODUTIVIDADE  
DE BATATA EM GUARAPUAVA - PARANÁ**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geografia área de concentração Dinâmica da Paisagem, Geomorfologia e Análise Ambiental da Universidade Estadual do Centro Oeste UNICENTRO, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Aparecido Ribeiro de Andrade.

**GUARAPUAVA/PR, 2016**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO CEDETEG  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS – SEAA/G  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG



### TERMO DE APROVAÇÃO

**JULIANE BEREZE**

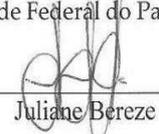
RELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A PRODUTIVIDADE DE  
BATATA EM GUARAPUAVA-PR

Dissertação **APROVADA** em 09/03/2016 como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Geografia, na área de concentração Dinâmica da Paisagem e dos Espaços Rurais e Urbanos, da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), pela seguinte banca examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Aparecido Ribeiro de Andrade  
Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Edivaldo Lopes Thomaz  
Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wilson Flávio Feltrin Roseghini  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

  
\_\_\_\_\_  
Juliane Berezze

Guarapuava (PR), 09 de março de 2016.

Catálogo na Publicação

Biblioteca Central da Unicentro, Campus Cedeteg

Bereze, Juliane

B492r

Relação entre a variabilidade climática e a produtividade de batata em Guarapuava - Paraná / Juliane Bereze. -- Guarapuava, 2016.

xi, 78 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração em Dinâmica da Paisagem, Geomorfologia e Análise Ambiental, 2016

Orientador: Aparecido Ribeiro de Andrade

Banca examinadora: Aparecido Ribeiro de Andrade, Edivaldo Lopes Thomaz, Wilson Flávio Feltrin Roseghini.

Bibliografia

1. Geografia. 2. Cultivo de batata. 3. Precipitação. 4. ENOS. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

CDD 635.2

### **Dedico...**

A minha filha, Maria Eduarda Bereze, pois você sempre será meu raio de sol, iluminando minha vida, a chuva que alimenta meu viver e o frescor de uma brisa que alegra meus dias.

## **Epígrafe**

“Se fracassar, ao menos que fracasse ousando grandes feitos, de modo que a sua postura não seja nunca a dessas almas frias e tímidas que não conhecem nem a vitória nem a derrota.” (Theodore Roosevelt)

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a **Deus** por ter me presenteado e me dado forças para alcançar mais essa vitória em minha vida.

Aos meus pais **Aroldo** e **Ivonete**, pelo exemplo de dignidade, caráter e por sempre me incentivarem ao estudo não só com ajuda financeira, mas com orações. Por terem me dado a formação que tenho hoje e em todos os momentos de minha vida estarem ao meu lado, me dando forças para sempre buscar meus objetivos, independente das dificuldades.

A minha filha **Maria Eduarda**, minha princesa e principal incentivadora, minha inspiração. Mesmo estando distante durante esses dois anos, sempre foi minha principal motivação para realizar essas conquistas.

Ao meu irmão **Lucas**, por ser amigo e sempre acreditar no meu potencial e a todos os meus familiares presentes, pelo apoio dedicado, e aos ausentes, que estariam felizes pela minha conquista.

Ao meu professor orientador **Dr. Aparecido Ribeiro de Andrade**, pela orientação, ensinamentos transmitidos e incentivos na carreira de pesquisa. Agradeço a ele por todos os conhecimentos e ensinamentos que me foram passados durante o mestrado. Pela dedicação, paciência, compreensão, conselhos e acima de tudo pela amizade, a quem sem sombra de dúvidas posso considerar como um Pai.

Aos professores do corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Geografia e a Secretaria do PPGG, que muito me ajudaram, explicando e disponibilizando o que era de minha necessidade em documentação. Em especial ao **Alceu** que além da amizade, me ajudou na escolha da área de estudos.

Aos amigos e companheiros de turma do mestrado 2014, que compartilharam comigo a busca por um ideal, em especial aos meus amigos do laboratório de climatologia: **Claudiane, Jessica, Edivaldo e Rosana**. Agradeço a todos pela ajuda nos trabalhos realizados e pelo companheirismo em horas difíceis, pois sem vocês a caminhada seria muito difícil e ao **João Anésio**, que me auxiliou nos campos e foi um irmão nas horas de dificuldade.

Aos que se tornaram mais que amigos, irmãos, durante a caminhada de vida, a **Desiree, Rozelene, Jessica, Sandra e Mirian** pela cumplicidade, amizade, companheirismo, pelo apoio e por acreditarem que seria possível chegar aqui.

Aos amigos que trabalham no campus CEDETEG, nas pessoas da **Cleide**, que estava comigo nas horas de rizo e também nos momentos mais difíceis, dando força e conselhos.

Aos professores do Departamento de geografia da Universidade Estadual do Centro–Oeste (Unicentro) que contribuíram em minha formação acadêmica, em especial aos professores: **Leandro Redin Vestena, Gisele Pietrobelli, Clayton Luiz da Silva, Luiz Gilberto Bertotti, Marcia Cristina da Cunha, Marcia Silva, Edivaldo Lopes Thomaz, Glauco Negrão**. Vocês foram os exemplos que me conduziram até aqui, carregando comigo seus ensinamentos, os momentos de amizade e o companheirismo. Saibam que no percurso de construção de conhecimento vocês foram meus alicerces.

A todos os órgãos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial: ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, ao INMET, a NOAA e a CAPES.

Agradeço ao **Eduardo Galeski**, pela disponibilidade da área de estudos e por disponibilizar as análises de solos da propriedade e ao professor **Jakson Kawakami** pela ajuda agronômica.

RESUMO  
Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geografia  
**RELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A PRODUTIVIDADE  
DE BATATA EM GUARAPUAVA - PARANÁ**

Autor: Juliane Bereze  
Orientador: Aparecido Ribeiro de Andrade.  
Local e data da defesa, Guarapuava 09 de março de 2016.

A variabilidade da precipitação determina estações secas e chuvosas que influenciam a agricultura em diferentes regiões do País. Um dos principais causadores da variabilidade climática interanual é o fenômeno chamado El Niño - Oscilação Sul (ENOS), o qual provoca anomalias na circulação atmosférica em escala global. Essas anomalias climáticas extremas estão relacionadas com as fases quente (El Niño) e fria (La Niña) do ENOS. Este trabalho apresenta um estudo das relações entre clima e a produtividade agrícola de batata no município de Guarapuava – PR, utilizando séries temporais de precipitação e índice de oscilação sul (IOS) no período de 1990 a 2013. Teve como objetivo estudar o comportamento da cultura da batata, além da influência da precipitação sobre ela. Foram calculadas correlações simples entre a precipitação e a produtividade agrícola, tendo sido verificado que a precipitação influenciou diretamente a produtividade da batata. Além disso, foi analisada a relação do ENOS sobre a precipitação e dessa sobre a produtividade da batata. Durante o estudo ficou evidente que nos 24 anos analisados, seis eventos apresentaram correlação com a precipitação de Guarapuava. Na análise realizada nos períodos de safra da batata, ficou evidente a correlação entre a TSM e a precipitação para o período estudado.

**Palavras Chaves:** Cultivo da batata, pluviometria, El Niño, Guarapuava-PR.

## **ABSTRACT**

Master thesis

Graduate program in geography

### **RELATIONSHIP BETWEEN CLIMATIC VARIABILITY AND PRODUCTIVITY OF POTATO IN GUARAPUAVA-PARANÁ**

Author: Juliane Bereze

Advisor: Aparecido Ribeiro de Andrade.

Place and date of the defense, Guarapuava 09 March 2016.

The variability of rainfall determines dry and rainy seasons that influence agriculture in different regions of the country, as well as on a local scale. The main known source of interannual climate variability is the phenomenon called El Niño - Southern Oscillation (ENOS), which causes anomalies in atmospheric circulation on a global scale, and extreme weather anomalies are related to the phases: warm (El Niño) and cold (La Niña) ENOS. This paper presents a study of the relationship between climate and potato agricultural productivity in Guarapuava-PR, using time series for the period 1990-2013 precipitation and Southern Oscillation Index (IOS) and aims to study the culture of behavior potato, as well as influence of precipitation on them. We calculated simple correlations between rainfall and agricultural productivity has been found that the precipitation directly affected the potato yield. In addition, the impacts were analyzed caused by ENOS on rainfall and crop productivity during the study it became clear that 24, 6 events correlated with precipitation of Guarapuava. In the analysis carried out in the potato harvest periods is clear correlation between TSM and precipitation for the period studied, totaling more than 58% of events related to precipitation.

**Key words:** Potato Farming, precipitation, ENOS

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Morfologia da Solanum uberosum .....	18
FIGURA 2: Desenvolvimento da batata durante os estádios .....	19
FIGURA 3: Cultivar Ágata: aparência externa e polpa dos tubérculos .....	20
FIGURA 4: Fases do fenômeno ENOS, El Niño (fase quente) e La Niña (fase fria) .....	25
FIGURA 5: Regiões do Oceano Pacífico onde são realizados monitoramento da temperatura da superfície do mar (TSM) .....	28
FIGURA 6: Climograma Anual de Guarapuava 1976-2013.....	32
FIGURA 7: localização do município de Guarapuava-PR .....	33
FIGURA 8: Fluxograma do método seguido durante a pesquisa .....	36
FIGURA 9: Montagem dos Pluviômetros .....	39
FIGURA 10: montagem do abrigo e datalogger utilizado.....	40
FIGURA 11: localização da área de estudo e dos pontos de coleta .....	41
FIGURA 12: registro de imagens de coleta de dados e dos equipamentos em campo .....	42
FIGURA 13 : Relação precipitação TSM na safra de 1990 -1997 .....	60
FIGURA 14: Relação precipitação TSM na safra de 1998 – 2005 .....	62
FIGURA 15: Relação precipitação TSM na safra de 2006- 2013.....	64
FIGURA 16: distribuição do acumulado de precipitação dentro da área de estudo .....	67
FIGURA 17: acumulo de precipitação por estágio fenológico da batata .....	68
FIGURA 18: Distribuição da média de temperatura dentro da área de estudo .....	70
FIGURA 19: Distribuição da produtividade na área de estudo .....	71

## **Lista de gráficos:**

GRAFICO 1: Relação entre precipitação e TSM em 1990 .....	47
GRÁFICO 2: Relação entre precipitação e TSM em 1994 .....	48
GRÁFICO 3: Relação entre precipitação e TSM em 1997 .....	49
GRÁFICO 4: Relação entre precipitação e TSM em 2001 .....	51
GRÁFICO 5: Relação entre precipitação e TSM em 2003 .....	51
GRÁFICO 6: Relação entre precipitação e TSM em 2009 .....	53
GRÁFICO 7: Relação entre precipitação e produtividade da batata safra de 1990 a 2013 .....	56
GRÁFICO 8: Relação entre precipitação e temperatura na área de estudo ....	70

## **Lista de quadros e tabelas**

Quadro 1: ocorrência de eventos El Niño e La Niña e suas respectivas intensidades .....	26
Quadro 2- critérios para classificar a intensidade do fenômeno El Niño usado no estudo.....	37
QUADRO 3: Anomalias do ENOS.....	46
TABELA 1. Lista dos indicadores químicos analisados presentes nos laudos, com seus respectivos métodos de extração e determinação nos laboratórios do Paraná* .....	43
Tabela 2 : Análise química do solo .....	73

## Sumário

INTRODUÇÃO .....	12
CAPÍTULO I.....	17
1. CULTURA DA BATATA, PRECIPITAÇÃO E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA .....	17
1.1 Caracterização da Cultura da batata .....	17
1.2 Importância comercial da batata .....	21
1.3 Variabilidade climática e a produtividade agrícola .....	22
1.4 Aspectos geográficos e climáticos de Guarapuava .....	31
CAPÍTULO II .....	35
2. METODOLOGIA.....	35
2.1 Coleta de dados secundários .....	36
2.2 Monitoramento das variáveis atmosféricas .....	38
2.3 Análise de solo .....	42
2.4 Processamento dos dados primários e secundários .....	43
CAPÍTULO III .....	46
3. ANÁLISE DOS DADOS.....	46
3.1 Relação entre TSM e precipitação em Guarapuava entre 1990-2013.....	46
3.1 RELAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO E A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA BATATA DE 1990-2013 .....	54
3.2 RELAÇÃO ENTRE PRODUTIVIDADE DE BATATA E AS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS PARA SAFRA DE 2014/2015. ....	66
Considerações Finais .....	74
Bibliografia .....	76

## INTRODUÇÃO

A existência da humanidade no planeta é determinada por vários fatores, sendo um deles o clima, pois os seres humanos possuem seu modo de vida influenciado pelas condições climáticas do local em que vive.

A sociedade, por meio das práticas agrícolas, é capaz de garantir a produção de alimentos, mantendo, assim, sua sobrevivência. Por sua vez, a agricultura é dependente do clima. Como as condições de tempo não podem ser totalmente previstas, a agricultura é uma atividade de risco em virtude de secas prolongadas, veranicos (períodos secos dentro de uma estação chuvosa) e chuvas excessivas.

Esta reflexão pode ser confirmada ao recorrermos a Santos (2000) quando afirma:

“A atmosfera é o principal meio através do qual a atividade humana atua para formar as condições de que depende o futuro da vida de nosso planeta. Assim, o conhecimento do comportamento das características climáticas em nível regional e local permite melhorar o conhecimento sobre o recurso natural climático, (...), visando a sustentabilidade tanto do ponto de vista setorial-agrícola como, de forma geral, a vida no planeta”.

A sociedade carece de informações que possam vir a auxiliar no desenvolvimento e sustentabilidade da produção de alimentos, essa inconstância da atmosfera, faz com que a agricultura seja instável em relação ao clima.

Os estudos de anomalias atmosféricas que podem influenciar na distribuição das chuvas são de extrema necessidade, exemplo disso são os realizados sobre a influência do El Niño Oscilação Sul - ENOS na precipitação em diferentes locais do planeta.

Trenberth (1997) e Cunha (1999) afirmam que o El Niño Oscilação Sul (ENOS) é constituído de dois componentes, um oceânico e outro atmosférico. O componente oceânico é caracterizado por anomalias da temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial junto à costa Oeste da América do Sul e é atualmente monitorado através da Temperatura da Superfície do Mar (TSM). O componente atmosférico do ENOS, também

conhecido de Oscilação Sul (OS), expressa a correlação inversa existente entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste do Oceano Pacífico, quando a pressão é alta a leste usualmente é baixa a oeste e vice e versa.

O melhor entendimento dos possíveis efeitos que esses eventos (El Niño e La Niña) trazem nas diferentes regiões brasileiras torna-se imprescindível, principalmente a estimativa, a influência e a intensidade dos mesmos em escalas menores, buscando explicação para eventuais repercussões na disponibilidade de recursos hídricos e o desenvolvimento das atividades econômicas, enfatizando aquelas ligadas à agropecuária.

Diante da possível relação do ENOS com a variabilidade climática e dessa com a produção agrícola, o presente trabalho buscou relacionar a variabilidade climática com a produtividade de batata na região centro-sul do Paraná. Para isso realizou-se a análise sobre o ENOS, sua influência na pluviometria e sua relação com a produtividade de batata na região do município de Guarapuava – PR.

O estudo sobre a variabilidade climática é necessário para se obter êxito nas atividades agrícolas e não somente o domínio de técnicas adequadas de cultivo, pois a maior ou menor ação de elementos climáticos pode inviabilizar o cultivo agrícola local e regional.

Esta afirmação é defendida por Monteiro (1981) e Marengo e Soares (2003), os quais fazem uma relação da ação das condições adversas de tempo interferindo na produtividade agrícola. Essas obras enfatizam que as oscilações climáticas ocorrem de maneira mais ou menos constante e que os efeitos adversos na agricultura prejudicam toda a cadeia produtiva.

Assim como os processos de organização agrícola implica de modo negativo o quadro ecológico, eventos climáticos fora dos padrões habituais são capazes de desencadear uma relação que não só afeta a produção, mas também o ambiente como um todo.

As condições climáticas são importantes para o desenvolvimento da agricultura, principalmente ser partimos da hipótese de que mudanças no clima afetam o zoneamento agrícola, as técnicas de manejo e em

consequência disso a produtividade. Dessa forma, tais alterações poderão modificar o atual cenário da agricultura brasileira em várias regiões, trazendo consequências econômicas, sociais e ambientais para a população dependente da agricultura para sua sobrevivência (HULME et al., 1999).

A batata é um dos produtos agrícolas mais comum na dieta brasileira, portanto, sua produção é importante, tanto como insumo agrícola, como sobrevivência alimentar.

A batata é classificada como uma cultura típica de clima temperado, porém com bom desenvolvimento em regiões tropicais com altitude elevada. As maiores taxas de produtividade são alcançadas em locais que a duração do dia são de 13 a 17 horas, com uma combinação de temperatura média entre 15 e 18°C ,em período de tuberização (HAEDER; BERINGER,1986)

A *Solanum tuberosum* (batata) tem exigências climáticas particulares e precisas, ressaltando que a temperatura elevada é um fator limitante ao desenvolvimento da planta, principalmente a noturna, pois se esta se mantiver acima de 20°C durante 60 noites ou mais, haverá prejuízos na tuberização. Ocorrendo isso o tubérculo não ganha massa perdendo propriedades nutritivas e conseqüentemente seu valor comercial (EWING, 1997; FILGUEIRA, 2013).

Com temperaturas frias no período noturno, a planta reduz sua respiração, acumulando mais reservas no tubérculo, sendo assimilados durante o período matutino. Sendo assim, elementos climáticos como temperatura, luminosidade e dias curtos, aceleram o processo de tuberização e o crescimento das hastes sofre interrupção com isso à duração do ciclo diminuída (LOVATO, 1993).

Fatores como a latitude e a altitude, dependendo do período de plantio, determinam as condições edafoclimáticas, que prevaleceram durante o ciclo do tubérculo, mas isso se diferencia de região para região (FILGUEIRA, 2003). No caso de Guarapuava, por se tratar de uma região com altitude acima dos 1000m e estar localizada justamente na área de transição do intertropical para o subtropical, esses dois fatores climáticos acabam influenciando de forma sistemática a viabilidade do plantio de batata.

Outra influência bastante significativa, principalmente para a região de estudo, é a umidade do solo, pois está intimamente ligada ao desenvolvimento da planta. Caso a batata sofra um estresse hídrico, pode vir a limitar seu desenvolvimento. Sendo assim, as condições hídricas são fundamentais durante todo o ciclo e decisiva para alta produtividade e boa qualidade do produto, principalmente durante a tuberização e o desenvolvimento dos tubérculos, melhorando sua aparência comercial.

Rosa (2003) aponta que em condições favoráveis de umidade, além de contribuir para maior produtividade, aumenta o teor de amido, melhora a qualidade culinária e a conservação do tubérculo. O contrário ocorre com o excesso de água no solo, que ainda contribui para podridão dos tubérculos e desenvolvimento de lenticelose.

Outro fator negativo salientando por Rosa (2003), é o exagero do crescimento vegetativo, que dificulta os tratos culturais e facilita o desenvolvimento de doenças, devido ao microclima formado nesse ambiente, fazendo-se necessário um maior número de pulverizações com defensivos. Essa situação define a inexistência ou diminuição de atividades fotossintéticas, devido às sobras ocasionadas pelas folhas, o que pode desencadear uma redução de massa seca nos tubérculos, influenciando de forma negativa a produtividade.

Não restam dúvidas de que a produtividade agrícola está fortemente vinculada a variabilidade climática. O embasamento teórico preliminar analisado nesse trabalho comprova essa relação, principalmente com a pluviometria. Essa relação é mais significativa ainda no Estado do Paraná, que tem uma vinculação expressiva de suas atividades agropecuárias com o PIB estadual.

Dessa forma, esse trabalho buscou analisar e correlacionar dados históricos anuais de precipitação e da Temperatura do Superfície do Mar - TSM. Essas correlações foram estabelecidas para anuais de safra da batata durante 1990 a 2013, possibilitando identificar os anos em que o resultado foi positivo.

Outro aspecto essencial ao desenvolvimento do presente estudo, foi o acompanhamento *in loco* das etapas de plantio, desenvolvimento e colheita da batata em uma propriedade da região de Guarapuava. Nesse procedimento foram coletados dados de precipitação, temperatura e também da produtividade da batata, em sete pontos distintos, localizados na fazenda Norikum.

Ao final, foi possível identificar a existência da relação entre os elementos climáticos e a produtividade da batata no município de Guarapuava. Entretanto, essa relação não foi uniforme, ela depende de outras variáveis, principalmente o manejo utilizado e a intensidade da chuva do decorrer dos estádios da cultura.

## CAPÍTULO I

### 1. CULTURA DA BATATA, PRECIPITAÇÃO E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

#### 1.1 Caracterização da Cultura da batata

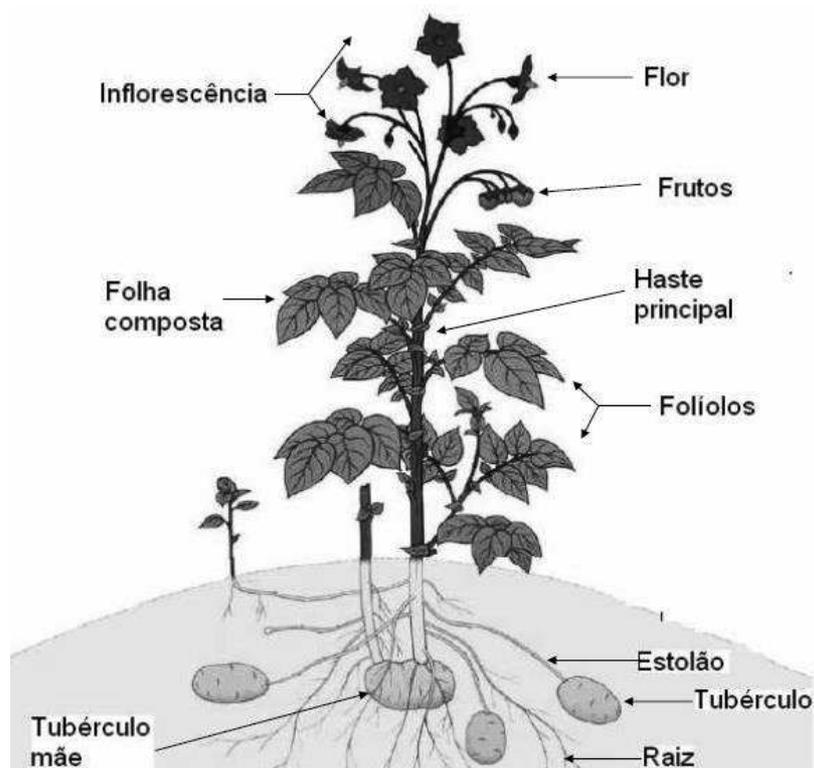
A batata (*Solanum tuberosum*) é originária da Cordilheira dos Andes, mais precisamente entre o Peru e a Bolívia e em terras baixas do sul do Chile, normalmente adaptada ao clima frio dessas regiões. Passou a ser introduzida na Europa no século XVI, e a partir daí foi disseminada para a América do Sul, a África e a Austrália, chegando ao Brasil no fim do século XIX (HAWKES 1993).

No Brasil, a cultura da batata foi trazida pelos colonizadores portugueses. Seu cultivo inicial se deu em pequena escala, em hortas familiares, sendo denominada de batatinha. Posteriormente, com a construção das ferrovias ganhou o nome de batatinha inglesa, por ser uma exigência durante as refeições dos técnicos vindos da Inglaterra (ABBA, 2013).

A batata é pertencente à família *Solanaceae*, do gênero *Solanum*, possui cerca de 2.000 espécies, dentre as quais apenas 7,5% (150 espécies) tem a capacidade de produção de tubérculos e podem ser destinadas ao consumo. Deste grupo, a mais utilizada é a *S. tuberosum*, espécie tetraplóide, que possui como característica ser uma planta herbácea, com altura média entre 50 e 70 cm. Além disso, essa espécie possui um ciclo variável, sendo precoce (<90 dias), médio (90-110 dias) e longo (>110 dias), podendo variar de acordo com as características de cada cultivar (ABBA, 2012).

A morfologia da planta da batata pode ser dividida em duas partes, sendo elas: aéreas e subterrâneas. Na parte subterrânea da planta são encontrados os tubérculos, as raízes absorventes e os estolões. Já na parte aérea, está localizado o caule, as hastes, as folhas e os frutos, como pode ser observado na figura 1.

Figura 1: Morfologia da *Solanum tuberosum*.



Fonte: CIP (2014) adaptado por BEREZE (2016).

De acordo com Struik (2007) é na parte final dos estolões que se formam os tubérculos, os quais apresentam uma camada externa comumente denominada de pele. Essa parte possui a função de proteção contra danos físicos, possíveis ataques de insetos, perda de gases e de água para o meio externo.

O tubérculo ainda apresenta em sua superfície “olhos” com uma ou mais gemas e lenticelas. Logo acima da superfície apresentam-se o caule da planta que em sua parte mais alta em relação ao solo é oco, podendo haver ou não a ramificação das hastes, as folhas são compostas e as flores se apresentam em inflorescências. A figura 1 possibilita identificar exatamente a localização dessas partes constituintes do tubérculo.

A planta da batateira possui um ciclo anual específico. Do período de plantio até a senescência natural da planta esse ciclo é dividido em quatro estádios de desenvolvimento: 1) emergência; 2) iniciação de tubérculos; 3) enchimento de tubérculos; e 4) senescência. A duração destes estádios está

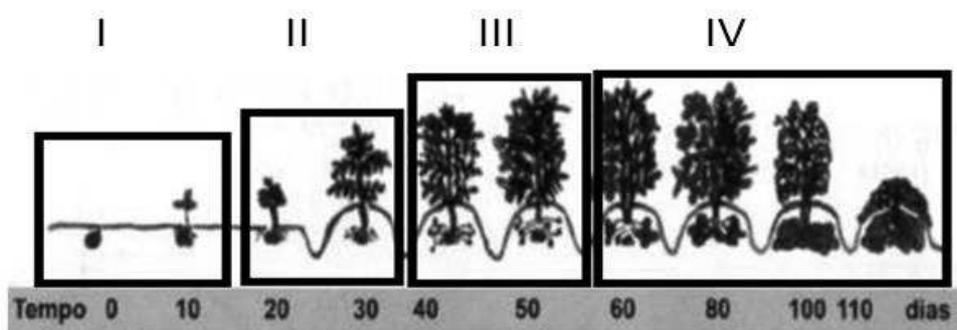
relacionada com o genótipo, porém é fortemente condicionada pelo ambiente de cultivo e pela incidência de pragas e doenças, condições edafoclimáticas e manejo da cultura. Normalmente o produtor tem interesse por uma cultivar de ciclo precoce, por demandar menor tempo em campo e em consequência disso estar sujeita a menores riscos climáticos e bióticos (STRECK *et al.*, 2007).

De acordo com ABBA(2002); Tavares(2002); Bohl e Johnson (2010), as principais características de cada estágio do desenvolvimento da batata são as seguintes:

**Estádio I:** é o mais curto do plantio até a emergência das hastes, duração de 1 a 2 semanas; **Estádio II:** da emergência ao início da tuberação (4ª ou 5ª semana após o plantio), adubação de cobertura - seguida da amontoa, que aumenta a exigência de água; **Estádio III:** do início da tuberação até a planta atingir o máximo desenvolvimento vegetativo (8ª a 10ª semana após o plantio), máxima absorção de nutrientes, máxima exigência de água, pode ocorrer ou não o florescimento, desenvolvimento acelerado da parte aérea e acúmulo de fotoassimilados nos tubérculos; **Estádio IV:** é o mais longo, do pico da vegetação até a senescência da planta, grande incremento de peso dos tubérculos. Amarelecimento: início -12ª ou 14ª semana após o plantio; término: planta seca e tubérculos maduros. Ciclo: 14 a 16 semanas.

Durante estes estádios a planta passa por mudanças, as quais podem ser exemplificadas na figura 2.

FIGURA 2: Desenvolvimento da batata durante os estádios.



FONTE: TAVARES, 2002.

Org: Bereze, 2016

Uma das cultivares mais usuais no país é a Ágata, de origem holandesa e atualmente compõe 90% da produção nacional (FILGUEIRA, 2003; MELO *et al.*, 2003).

Essa cultivar apresenta características específicas, tais como: hastes moderadamente finas, coloração verde bem pronunciada e boa capacidade de espalhamento com folhas moderadamente grandes com inflorescência de flores brancas. Sua maturação vai de precoce a muito precoce e com grande potencial produtivo (ABBA, 2012).

Os tubérculos dessa cultivar apresentam um formato oval com coloração de casca amarela e hegemonicamente lisa e sua poupa tem coloração amarelo-claro (Figura 3). Nos trabalhos realizados por Melo *et al.* (2003) é possível constatar que a Ágata possui uma tuberização precoce, tendo seu início em média aos 35 Dias Após Plantio (DAP). Tal momento também é marcado pela estabilização do número de tubérculos por planta, o que define uma maior ou menor produtividade.

Uma das características marcantes desta cultivar é o breve período para definição do número de tubérculos por planta, que tem uma variação de 20 dias. A Ágata também se destaca pelo fato de produzir tubérculos de tamanhos uniformes e cujo enchimento ocorre de maneira rápida, alcançando produção expressiva de cerca de 60 t/ha em 85 DAP (FILGUEIRA, 2003).

Figura 3: Cultivar Ágata: aparência externa e polpa dos tubérculos.



Fonte: BEREZE, 2016.

## 1.2 Importância comercial da batata

O Estado do Rio Grande do Sul, até a década de 1940, era o maior produtor nacional do tubérculo, tal produção se destacava na região de Pelotas e abastecia o restante do país, o transporte da batata era realizado através do Porto de Rio Grande. Passado este período, alguns fatores estimularam seu cultivo fora desse estado, passando então a ser produzida também, principalmente no período da Segunda Guerra Mundial, nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais. Isso ocorreu devido à falta de transporte por mar e terra e conseqüentemente a falta de batata no centro do país (PEREIRA & DANIELS, 2003).

De acordo com a FAO (2013) a batata é caracterizada como a quarta cultura em ordem de importância mundial, superada apenas por trigo, milho e arroz. A produção mundial de batata em 2011 atingiu 374,4 milhões de toneladas, em aproximadamente 19,2 milhões de hectares de área plantada. Nesse cálculo o Brasil representa pouco mais de 1% da produção mundial, com 3,91 milhões de toneladas, sendo que a produtividade nacional em 2011 foi em torno de 26 t/há. Um valor bem baixo, ao se comparar com as lavouras americanas e europeias, que produzem acima de 40 t/ha.

A batata é um dos alimentos mais nutritivos para o ser humano, pois possui proteínas de boa qualidade e índice de valor biológico alto. Devido a relação entre proteínas e calorias disponíveis, esse tubérculo poderá ser uma das melhores alternativas alimentares para os povos dos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, além de ser uma das culturas que apresenta maior produção de energia e proteína por hectare por dia (ABBA, 2008).

No Brasil, existem dois tipos de mercados que escoam a produção de batata. O primeiro é aquele que representa a maior parte dos tubérculos destinados ao mercado fresco, também denominado de “batata de mesa”, o qual represente cerca de 90% do volume produzido. O segundo compreende a

batata utilizada pela indústria, que é processada nos mais diversos seguimentos, tais como: chips, batata palito, amido e fécula (REIS, 2008).

Bandinelli (2009) afirma que diferente do hemisfério norte, aonde se consome em média mais de 100 kg por ano per capita, no Brasil o consumo per capita varia de 10 a 15 kg por ano. O cultivo da batata brasileira é realizado em aproximadamente 149 mil hectares, sendo produzida principalmente em: Minas Gerais (28%), Paraná (21%), São Paulo (19%), Rio Grande do Sul (15%), Bahia (6%) e Goiás (5%) (IBGE, 2013).

No estado do Paraná, os municípios de Araucária, Contenda, Lapa e São Mateus do Sul ganham destaque na produção de batata de mesa, em seguida está a região de Ponta Grossa, com a produção de batata para indústria, com a variedade Atlantic (IBGE, 2013).

De acordo com o IBGE (2013) a região de Guarapuava, com uma área de plantio de 4.272 ha, alcançou uma safra recorde em 2011, maior que a média nacional. Esta região se caracteriza pelo alto nível tecnológico e o predomínio da cultivar Ágata.

### **1.3 Variabilidade climática e a produtividade agrícola**

A existência da espécie em nosso planeta é determinada por fatores limitantes, tais como: disponibilidade de água, fertilidade do solo, disponibilidade de alimento e o clima. Outro fator é que a sociedade produz, através de práticas agrícolas, alimentos que garantem sua sobrevivência. Sendo estas dependentes das condições atmosféricas, como: as condições do tempo atmosférico, as quais não podem ser previstas com muita antecedência e confiabilidade. A agricultura é uma atividade de risco em virtude de possíveis variações climáticas ao longo do seu estágio fenológico.

Em virtude dessas condições estudos sobre a variabilidade climática se tornam importantes, podendo definir o êxito nas atividades agrícolas. Nesse sentido, o conhecimento de técnicas adequadas de cultivo podem ser eficientes, mas as condições climáticas locais podem sobrepor a utilização das técnicas e, portanto, definir o sucesso ou não da colheita.

No mesmo contexto Ribeiro (1993) defende que na organização agrícola o clima é um dos agentes que condicionam a produtividade, ou seja, as características ecológicas das culturas, que anteriormente eram determinadas pelo valor econômico, no cenário agrícola atual devem ser ajustadas com o tipo climático, que é variável no tempo e no espaço.

Isso significa que é possível salientar não só a dependência da agricultura em relação às condições climáticas, mas também o efeito do valor econômico do produto final no mercado, condicionando a produção das culturas mesmo em período climáticos favoráveis ao desenvolvimento.

A agricultura é uma das atividades que compõe o setor econômico, que pode ser muito influenciada pelas variações climáticas, ou seja, a incerteza atmosférica oferece grande impacto sobre a produtividade de algumas culturas. A dificuldade em se prever a variabilidade climática pode ser considerada a maior fonte de riscos para as atividades humanas ligadas a agricultura (HARDAKER et al., 1997).

A maior parte das deficiências enfrentadas pelas safras brasileiras se deve a causas climáticas: secas, chuvas fortes e geadas. Dentre as safras que mais são afetadas, podemos citar as culturas de verão (arroz, feijão, milho, soja, mandioca e outras plantadas de setembro em diante no período de chuvas) em que as perdas relacionadas ao excesso hídrico ou a secas prolongadas podem chegar a 32% e 60%, respectivamente (ROSSETTI, 2002).

O ENOS é a principal fonte de variabilidade climática interanual, com influência em todo globo terrestre, responsável por provocar anomalias no escoamento em escala mundial (KOUSKY e CAVALCANTI, 1984).

O ENOS) é caracterizado como sendo um fenômeno de grande escala. Tal ocorrência se dá no oceano pacífico tropical, entre as costas da América do Sul e Equador, esse fenômeno é marcado pela interação oceano atmosfera, podendo assim se afirmar um vínculo entre esses dois componentes.

Ropelewsky e Jones(1987); Ropelewsky e Halpert(1987-1989); Trenberth (1991); Trenberth (1997); NOAA/NCEP (1999) e CEPTEC/INPE (2015), afirmam que o ENOS conta com dois componentes, sendo eles o

oceânico, que recebe o nome de El Niño. Denominação proposta pelos marinheiros da região, pois o fenômeno acontecia próximo a data de natal. Tal fenômeno representa uma corrente marítima quente, que segue para o sul do Pacífico, ao longo da costa peruana e do Equador. Posteriormente tal fenômeno foi associado a TSM (Temperatura da Superfície do Mar), tendo um caráter mais intenso e abrangente, atualmente a TSM é monitorada ao longo do Pacífico.

O componente atmosférico por sua vez, denomina-se Índice de Oscilação Sul (IOS), este apresenta a correlação inversa entre pressão atmosférica nos extremos leste e oeste do Oceano Pacífico. tal fenômeno também é conhecido como “Gangorra Barométrica”, baseado na literatura acima citada, usualmente quando a pressão é alta a oeste, normalmente é baixa a leste e respectivamente contrária no sentido inverso.

O ENOS possui duas fases, a quente (El Niño) e a fria (La Niña). Essas duas fases como ponto de início o Oceano Pacífico Tropical. Nessa região os ventos alísios sopram de forma predominante de Sudeste do Hemisfério Sul. Existe um padrão para a circulação oceânica, tal que, na costa da América do Sul, as águas normalmente são frias (ressurgência de águas profundas), enquanto no oposto, na região da Indonésia e Austrália, (Costa Norte), as águas são normalmente quentes (TRENBERTH, 1991).

Conforme Fisch (1999) “[...] a dinâmica da atmosfera global apresenta comportamento distinto de um ano para outro, resultando em diferenças interanuais significativas nos totais de precipitação”. Essa afirmação comprova a influência do El Niño no padrão de variabilidade climática, principalmente na precipitação pluviométrica no continente sul americano.

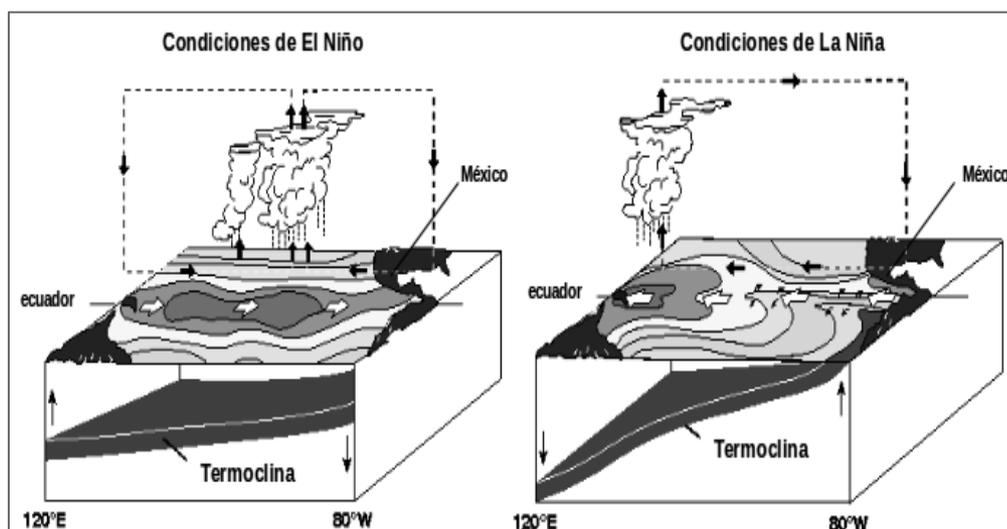
Podemos dizer que este comportamento atmosférico irregular da distribuição das chuvas é resultado da variabilidade climática natural, de combinações de efeitos dos sistemas meteorológicos em determinada região. Esse fato pode ser exemplificado pela ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña, originários no pacífico tropical, mas que trazem efeitos marcantes no clima de diferentes regiões brasileiras, assim como em outras partes do globo.

A fase negativa do El Niño, também conhecida como La Niña, é caracterizada pela intensificação dos ventos alísios e a diminuição da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Tropical Leste.

Essa combinação resulta no resfriamento das águas que chegam à costa oeste da América do Sul, devido ao movimento de ressurgência.

Nessas circunstâncias o aquecimento acima do normal das águas superficiais no Oceano Pacífico, podem afetar o equilíbrio climático regional e global, trazendo consequências nos regimes de precipitação, em regiões tropicais e de latitudes médias (MARENGO e OLIVEIRA, 1998; DIAZ et al.,1998; BERLATO; FONTANA, 2003).

Figura 4: Fases do fenômeno ENOS: El Niño (fase quente) e La Niña (fase fria)



Fonte: NOAA (2010)

No quadro 1 é possível observar os anos de ocorrência de eventos El Niño e La Niña, bem como sua intensidade, baseada no padrão e magnitude das anomalias da TSM do Pacífico Tropical.

Os fenômenos do ENOS ocorrem há muitos anos e provocam anomalias no clima global. Tornou-se necessário conhecer sua influência no Brasil, que devido a suas dimensões continentais e características climáticas heterogêneas sofre efeitos diversos.

Quadro 1: Ocorrência de eventos El Niño e La Niña e suas respectivas intensidades

ANO	EPISÓDIO	INTENSIDADE
<b>1988-1989</b>	La Niña	FORTE
<b>1991-1992</b>	El Niño	FORTE
<b>1994-1995</b>	El Niño	FRACO
<b>1995-1996</b>	La Niña	MODERADO
<b>1997-1998</b>	El Niño	FORTE
<b>1998-2001</b>	La Niña	FORTE
<b>2002-2003</b>	El Niño	MODERADO
<b>2004-2005</b>	El Niño	FRACO
<b>2007-2008</b>	La Niña	FORTE
<b>2009-2010</b>	El Niño	FORTE
<b>2010-2011</b>	La Niña	FORTE
<b>2011-2012</b>	La Niña	FRACO

FONTE: CPC/NCEP/NOAA. Disponível em [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitor](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitor).

Acesso em: 21/09/2014

Organizado e adaptado: BEREZE, 2016.

Segundo Berlato e Fontana (2003) e CEPTEC/INPE (2014) os efeitos do El Niño no Brasil são variados, podendo ser descritos por região:

- **Norte** há ocorrência de secas acentuadas devido à diminuição das precipitações;
- **Nordeste** secas severas, prejudiciais para o desenvolvimento econômico não só do Sertão, mas também do Agreste, Zona da Mata e Litoral;
- **Centro-Oeste** não apresenta efeitos evidentes de mudanças no padrão das chuvas, podendo acontecer uma leve tendência do aumento destas no sul de Mato Grosso do Sul;
- **Sudeste** há aumento sutil das temperaturas médias, mas não há um padrão característico de mudanças na distribuição e intensidade de chuvas;
- **Sul** tem-se excesso de chuvas, mas não durante todo o período de atuação dos eventos, além de que as temperaturas também mudam e é observado um inverno mais ameno que diminui significativamente a incidência de geadas.

Por sua vez, a La Niña, também influencia na dinâmica climática brasileira, porém de forma contrária a apresentada anteriormente. Observa-se na região norte uma tendência ao aumento de precipitação no norte e leste da Amazônia. Já o Sudeste possui ocorrência de temperaturas próximas da média e em alguns casos ligeiramente abaixo, durante o inverno. No Sul a precipitação fica abaixo do normal, porém, podem ocorrer chuvas acima da média histórica no leste do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em contrapartida, no Centro-Oeste não existem modificações marcantes (BERLATO e FONTANA, 2003).

Ferreira (2005) em estudos realizados na região Sul do Brasil, aponta que nos anos de 1972, 1983, 1990 e 1997 os três estados, apresentam precipitação acima da média. As precipitações apresentaram-se próximas ou superiores a 200mm, chegando a 883mm, acima da média em 1983, em Santa Catarina e 600mm no Paraná. No mesmo estudo ainda foi identificado anomalias positivas de precipitação acima de 200mm no Rio Grande do Sul e Santa Catarina nos anos de 1984 e 1998.

Ferreira (2005) também afirma que os anos de 1974, 1978, 1981, 1988 e 1991, apresentam anomalias negativas de precipitação, variando entre 200 e 00mm, nos três Estados da Região Sul. Durante o período estudado pela autora, os casos mais críticos de déficits de precipitação para o sul do País ocorreram nos anos de 1978 nos três estados, no qual se evidencia com anomalias negativas acima de 350mm, de 1985 no Estado do Paraná, chegando a atingir aproximadamente 500mm abaixo da média. No ano de 1991 no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, ocorreram respectivamente 357 e 456mm abaixo da média. O Paraná, dentre os três estados, foi o único a apresentar anomalia de precipitação negativa de 383mm no ano de 1998.

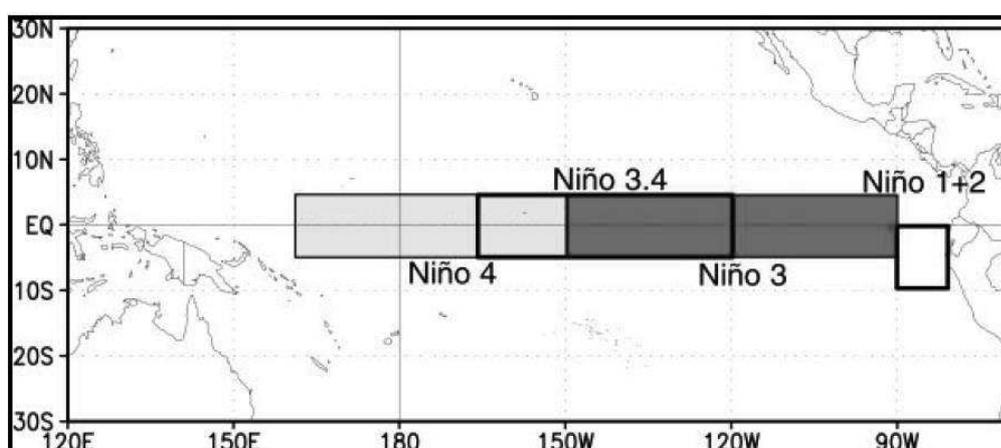
No município de Guarapuava, Thomaz e Vestena (2003) afirmam que: “O El Niño e La Niña, tem proporcionado reflexos importantes na alteração do ritmo climático de Guarapuava, tendo sido observados importantes desvios no regime pluvial, registrando ora excesso de chuva ora escassez.” Entretanto,

Existem critérios para se definir a intensidade do fenômeno ENOS. No critério da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) pode-se definir como El Niño ou La Niña a partir do Índice do Niño Oceânico (ION) que

se obtém a partir de uma média móvel trimestral da anomalia da superfície do mar (TSM) (NOAA, 2008).

A TSM é coletada em quatro pontos distintos na região do Pacífico, (figura 5). Entre as quais a região mais usada para pesquisas de variabilidade climática global, é a chamada Niño 3.4. O El Niño é caracterizado quando o índice é  $\geq 0,5^{\circ}\text{C}$  e a La Niña quando o índice for  $\leq -0,5^{\circ}\text{C}$ , em um mínimo de cinco meses consecutivos (NOAA, 2008).

Figura 5: Regiões do Oceano Pacífico onde são realizados monitoramento da temperatura da superfície do mar (TSM)



Fonte: Golden Gate Weather Services (2008)

A diferença de temperatura entre o leste e o oeste na bacia do Pacífico origina uma diferença de pressão atmosférica sobre a superfície e uma circulação, tida como secundária nesta região, conhecida como célula de Walker, em um sentido Leste-Oeste. Nessa região e nessas circunstâncias ocorre a ascensão de ar na parte oeste do Pacífico Tropical e correntes descendentes do ar impedem a formação de nuvens na região do Pacífico oeste, norte da Austrália e também no Atlântico Equatorial, incluindo o leste da Amazônia e Semi-Árido Nordestino (REPELLI, 1992).

Essa circulação atmosférica também faz com que a parcela oeste do Pacífico seja uma área de chuvas frequentes, contrário ao que ocorre na área leste, ligada a costa da América do Sul, caracterizado por precipitações escassas (CUNHA, 1990).

No continente da América do Sul, a leste dos Andes e interior, a situação é variável de acordo com os sistemas atmosféricos locais.

No Brasil, as fases quentes e frias do ENOS têm grande influência sobre a precipitação pluviométrica nas regiões Nordeste e Sul. Em períodos de El Niño, a Região Sul apresenta valores acima da média de precipitação pluviométrica, enquanto a Região Nordeste fica abaixo do normal, para o mesmo período. Já em períodos de La Niña a ocorrência é inversa (GRIMM et al., 1996; OLIVEIRA e SATYAMURTY, 1998; MARENGO e OLIVEIRA, 1998; DIAZ et al., 1998; BERLATO; FONTANA, 2003).

Nos estudos realizados por Andrade e Nery (2002) e Lima (2009) no estado do Paraná foi possível constatar que em determinados períodos históricos o ENOS, teve influencia na variabilidade pluviométrica. Entretanto, essa variabilidade nem sempre segue o padrão normal para períodos de El Niño e/ou La Niña.

Andrade e Nery (2002) efetuaram uma análise preliminar da distribuição pluviométrica da Bacia do Rio Ivaí e concluíram que a distribuição temporal da precipitação pluviométrica dessa região, está fortemente ligada à ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña, pois a variabilidade pluviométrica da bacia apresenta uma correlação com os períodos de ocorrência do fenômeno, apesar de ser uma correlação não linear.

Lima (2009) em estudos realizados em Guarapuava, afirma que:

No período compreendido entre os anos de 1976 e 2006 a precipitação média mensal variou entre 93 e 210 mm; nesse mesmo período a precipitação média anual foi de 1925mm, com máxima de 3168,4mm em 1983 mínima de 1262,1mm em 1985. O ano de 1983 foi “excepcional”, coincidindo com um dos mais fortes eventos El Niño. Na maior parte dos anos (acima de 70%) a precipitação média anual ficou entre 1700 e 2300mm. Aparentemente há uma tendência de diminuição da precipitação anual nos últimos 18 anos (LIMA, 2009, p.52)

Para dimensionar a intensidade do ENOS, a metodologia que mais se destaca é o IOS, que demonstra a diferença de pressão atmosférica entre Taiti (17,5°S, 149,6°W) e Darwin (12,4°S, 130,9°E). Contudo, a anomalia da TSM que mede o componente oceânico do El Niño, também é um bom indicativo da magnitude do evento (GLANTZ, 1996; SILVA, 2000).

A atuação do ENOS sobre as regiões brasileiras nos permitem destacar que no sul do Brasil a fase quente (El Niño), de um modo geral, está vinculada ao excesso de precipitação, durante primavera e fim do outono. Em sua fase oposta (La Niña) a precipitação encontra-se abaixo do normal, no período de primavera e início do verão (RAO E HADA, 1990).

Nesse sentido, é possível notar que o ENOS é capaz de influenciar a produtividade de milho, soja, arroz e cereais de inverno devido a sua influência nos padrões climáticos na região sul. A influência do fenômeno vai depender da cultura e da época de plantio, em que a precipitação esteja acima ou abaixo do normal.

Essa influência é mais significativa ao pensarmos na necessidade humana de quantificar as variabilidades climáticas relacionadas a esse fenômeno e de que tais informações auxiliam no manejo e desenvolvimento fenológico das culturas. Esse conhecimento possibilita diminuir os riscos e fazer um melhor aproveitamento de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da planta e aprimoramento do calendário agrícola.

Cane et al. (1994) fez relações do ENOS, associando a variabilidade climática a produtividade de culturas agrícolas. Tal autor encontra em suas análises grande relação da produtividade do milho com a precipitação e o ENOS.

Rosenzweig et al. (2002), Wuyep et al. (2013) e Rymuza (2015) relacionam a produtividade de batata no EUA, Nigéria e Polônia com o estresse hídrico da planta. Esses estudos demonstram a relevância desta temática, ou seja, a importância do ENOS no clima global, regional e local, com as anomalias oriundas desse processo interferindo diretamente na produção agrícola.

## 1.4 Aspectos geográficos e climáticos de Guarapuava

A definição do sistema climático mundial de uma forma simplificada e as relações climáticas que atuam sobre nosso município, em uma escala local, de simplificada estão conectadas. Nesse sentido, a classificação climática de Wons (1994), a qual considera que os climas mundiais podem ser classificados em três tipos: o clima das altas, médias e baixas latitudes, deve ser considerada. Guarapuava apresenta características típicas de clima de médias latitudes, com verões amenos e invernos rigorosos.

Por sua vez Ayoade (1985) aponta que as condições climáticas do globo podem ser subdivididas em 14 regiões climáticas, as quais se acrescentam ainda o clima das terras altas, onde a altitude surge como controlador dominante. Apesar de Guarapuava, a rigor, não poder ser considerada pertencente ao grupo das terras altas (grandes cadeias montanhosas do globo), o fator altitude distingue bem o clima guarapuavano.

Portanto, o município de Guarapuava e toda região sul Brasil estão enquadrados na classificação dos climas das latitudes médias, controlados pelas massas de ar tropicais e polares. Esses tipos climáticos correspondem ao clima subtropical úmido, com dominação das massas de ar de origem marítima.

Thomaz e Vestena (2003), baseados na metodologia de classificação climática proposta por Köeppen e utilizada oficialmente pelos governos estadual e federal, afirmam que Guarapuava tem clima Subtropical Mesotérmico Úmido (Cfb), caracterizado por temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C (mesotérmico). É comum nesse tipo climático a ocorrência de verões frescos, com temperatura média inferior a 22°C, invernos com eventos de geadas frequentes, com temperatura média superior a 3°C e inferior a 18°C e a ausência de estação seca.

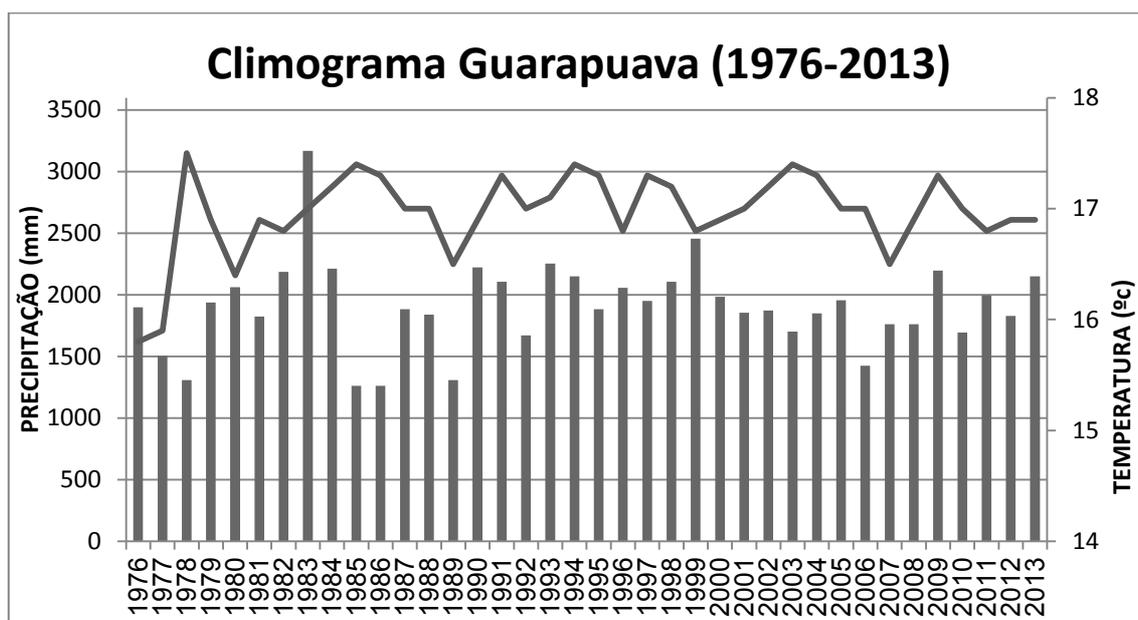
Essa classificação também é utilizada pelo IAPAR (2003), afirmando que o mês mais quente é inferior a 22 °C, sem estação seca definida e com geadas regulares e severas nos meses de junho julho e agosto. O que significa que o clima é pluvial, sempre úmido, com verões chuvosos e frescos, sob o domínio

da zona extratropical. Essas condições resultam em temperaturas com caráter mesotérmico, com médias anuais entre 16° e 20°C, inverno frio e verão amenizado pelas altitudes (MAACK, 2002).

Com relação a altitude, esta encontra-se entre 1000m e 1200m em relação ao nível do mar, combinada com a latitude de 25° sul, garante um clima ameno na maior parte do ano.

De acordo com os dados disponibilizados pelo IAPAR, do acervo da estação meteorológica da Unicentro, no resumo histórico, a precipitação média de Guarapuava é de aproximadamente 1960mm. Contudo, ocorrem casos extremos, como no ano de 1983, em que se destaca um total pluviométrico anual de 3168,4mm.

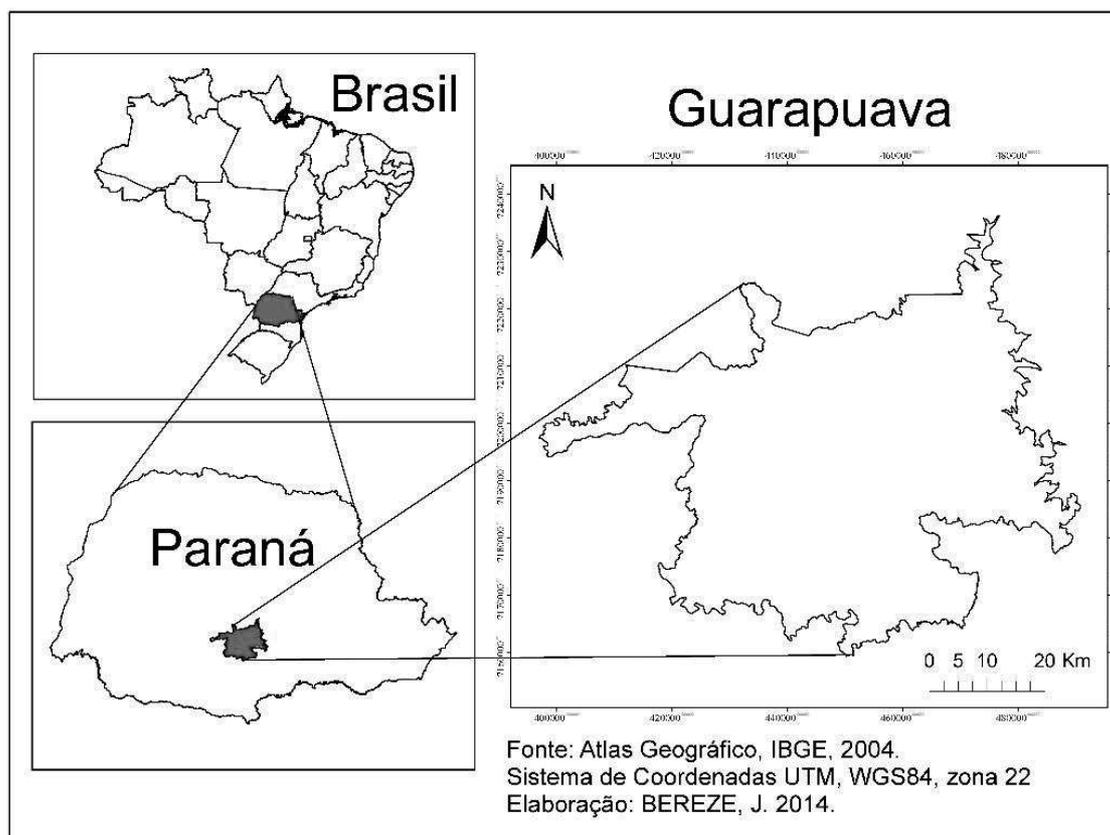
Figura 6: Climograma do município de Guarapuava.



Fonte: IAPAR.

O município de Guarapuava se localiza na região Centro-Sul do Estado do Paraná, entre as coordenadas UTM 22, 7.210.725 m e 7.186.234 m N de latitude e 477.895m e 451.960m E de longitude, no meridiano central 51°WGr. (figura 7)

Figura 7: localização do município de Guarapuava-PR



FONTE: BEREZE, 2016.

A cidade de Guarapuava passou por uma expansão física territorial expressiva desde a década de 1970, quando surge grande número de loteamentos. A população urbana cresceu significativamente, enquanto que a população rural manteve sua tendência de queda, que se acelerou após os anos de 1980. O município conta atualmente com uma população de 166.195 habitantes, dos quais 153.098 residem na área urbana, segundo dados obtidos pelo último censo (IBGE, 2010).

Esse desenvolvimento urbano significativo nesse período se deve às várias mudanças na forma de apropriação da natureza, como a introdução de novas técnicas na agricultura, via de transporte, relações sociais e de trabalho, no campo e na cidade, que transformaram significativamente sua paisagem (LOBODA, 2008).

Conforme Pereira e Daniels (2003), a região sul é uma das maiores produtoras de batata do Brasil. Conta também com grande quantidade de área cultivada, ganhando destaque o município de Guarapuava –PR.

Reccanelo (2006) faz um apanhado histórico, mostrando que a bataticultura foi introduzida em Guarapuava pelos imigrantes japoneses, através da Cooperativa Agrícola de Cotia, na década de 1960. Esse estudo se refere a região como propícia a produção de batata devido ao clima ameno, fundamental ao desenvolvimento da planta, e que Guarapuava foi uma das principais regiões produtoras do Brasil.

A variedade Bintje, contava com cerca de 150 produtores na década de 1990, período em que essa variedade foi substituída pela variedade Monalisa, na maioria das áreas produtoras.

Segundo ABBA (2014), da mesma forma como ocorreu em outras regiões produtoras, o município de Guarapuava também diminuiu significativamente sua área cultivada passando de 7.000ha na década de 1960 para 4.000ha atualmente, e a cultivar que ganha destaque é a variedade Ágata.

A produção anual é de aproximadamente 120.000 toneladas e ocorre principalmente no período que vai de agosto a dezembro e de janeiro a março. O município ainda movimenta a economia local com a safra, pois possui mais de 10 lavadores de batata e abastece principalmente os mercados do Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, Brasília, Minas Geras e Rio de Janeiro.

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGIA

O desenvolvimento de qualquer trabalho só terá importância perante a comunidade científica se este seguir uma metodologia específica, bem detalhada e que esteja de acordo com os métodos que surgiram no meio geográfico.

Esse método é estabelecido como ordem ou sequência para a busca de afirmação ou negação de hipótese, sendo assim pode ser considerado o “coração” de uma pesquisa científica.

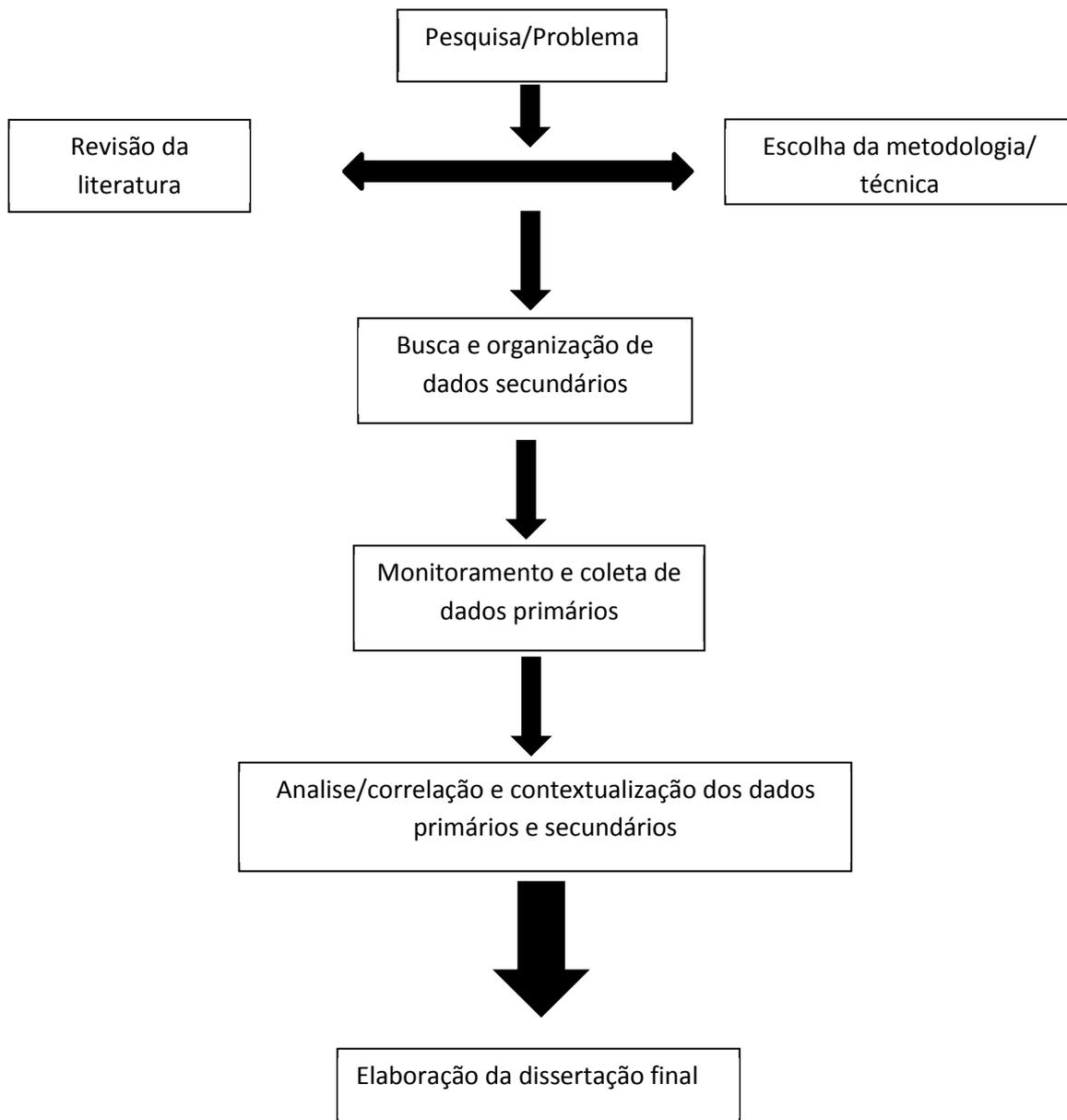
De acordo com Libault (1971) todo trabalho construído dentro de qualquer ramo do conhecimento deve seguir uma sequência lógica. Sendo assim, essa estrutura, tal como uma construção de um prédio, deve alicerçar a construção do trabalho, fornecendo ao autor subsídios para que este possa justificar argumentar e finalizar sua obra.

Relacionando a metodologia e as técnicas, normalmente o referencial teórico disponível propõe algumas ferramentas já conhecidas, outras novas, ou até mesmo aquelas que são adaptadas às necessidades de cada pesquisa. Esse procedimento orienta o pesquisador e possibilita alcançar os objetivos propostos durante a investigação proposta.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados procedimentos específicos para analisar os índices de El Niño, produtividade da batata e os fatores e elementos climáticos, todos seguindo o fluxograma que apresentado na figura 8.

A figura 8 demonstra que após a identificação da problemática a ser pesquisada foi realizado um levantamento bibliográfico, buscando qual melhor método ou procedimento metodológico para o seu desenvolvimento. Dessa forma, em órgãos governamentais, foram obtidos dados secundários sobre precipitação, El Niño, TSM e produtividade de batata. Os quais, posteriormente, foram analisados e contextualizados para a elaboração do presente estudo.

Figura 8: Fluxograma do roteiro metodológico seguido durante a pesquisa.



## 2.1 Coleta de dados secundários

Os dados referentes aos dados históricos de precipitação e temperatura de 1990 a 2013 foram solicitados junto ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e Instituto das Águas do Paraná.

O período selecionado para início da análise corresponde ao começo do plantio da batata no município de Guarapuava de acordo com IBGE (2010).

Os dados analisador em gabinete sobre o El Niño (TSM e IOS) foram obtidos juntos ao National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Através de pesquisa de gabinete, os dados foram coletados e as análises incidiram sobre a relação entre os índices de El Niño nos anos de 1991-1992, 1994-1995, 1997-1998, 2002-2003, 2004-2005, 2006-2007 e 2009-2010. Por sua vez, a produtividade agrícola das safras de batata se referiu ao período entre 1990 e 2013, extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mais precisamente do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).

Para análise dos dados climáticos e do ENOS, utilizou-se de recursos de planilha eletrônica, através do Microsoft Windows Excel, versão 2007, no qual foram utilizados parâmetros estatísticos (média, mediana, desvio padrão e correlação linear) para que fosse possível identificar como chuva e temperatura do ar, tanto em anos de El Niño como em anos normais estão associados com a produtividade da batata.

A intensidade do fenômeno ENOS foi classificada em fraca, moderada e forte, utilizando-se da média do ION<sup>1</sup>, padrão que a NOAA usa para identificar eventos quentes (El Niño) e frios (La Niña) no Oceano Pacífico tropical. Esse índice é calculado como uma média móvel de anomalias de temperatura da superfície do mar de três meses para a região do El Niño 3.4 (ou seja, a faixa entre 5° N; -5° S e 170°; -120° W), conforme o quadro 2.

Quadro 2- Critérios para classificar a intensidade do fenômeno El Niño usado no estudo

Evento	Valor em ION	Intensidade
	0,5 A 0,9	FRACA
EI NIÑO	1,0 A 1,4	MODERADA
	≥1,5	FORTE

Fonte Golden Gate Weather Services (2008)

ORG.: BEREZE, 2016.

<sup>1</sup> ION: (Índice Oceânico do Niño): média dos índices

<sup>2</sup> NOAA: (National Oceanic and Atmospheric Administration) <http://www.noaa.gov/>

A identificação dos episódios quentes (anomalias positivas, El Niño) ou fria (anomalias negativas, La Niña), ocorre quando o valor do ION excede o limite de +0.5 °C, para o El Niño ou é menor que -0,5 °C para La Niña, por pelo menos cinco períodos consecutivos.

## **2.2 Monitoramento das variáveis atmosféricas**

Observando o período histórico e visando avaliar as relações climáticas no período da safra de batata no município de Guarapuava, foram realizados trabalhos de campo para observações e coletas de dados de precipitação e temperatura no período de 18 de dezembro de 2014 a 02 de março de 2015.

A coleta de dados deu-se em uma lavoura de batata, localizada no município em questão, mais precisamente na fazenda Norikun. No desenvolvimento foi usado apenas um talhão (porção de terreno, distinta e separada) das áreas em que são cultivadas batata, com o intuito de avaliar “*in loco*” se realmente pode existir alguma influência da chuva com a produtividade de batata.

Para realização das coletas foram instalados pluviômetros artesanais e datalogger para medidas de temperatura da marca Perceptec, modelo DHT2000, com precisão de 0,5°C pontos 2, 3, 5, 6 e 7. Também foram instaladas duas estações meteorológicas EasyWeather para monitoramento de precipitação e temperatura nos pontos 1 e 4, as quais foram calibradas para ficarem com a mesma precisão do aparelhos instalados nos outros pontos (figura 9).

Os equipamento foram instalados na Fazenda Norikun no dia 18 de dezembro de 2014 e os dados foram coletados semanalmente, até o final da safra (março de 2015), totalizando 10 coletas.

Durante o desenvolvimento desse trabalho, foi escolhida uma área piloto para se observar o desenvolvimento dos estádios fenológicos da batata e como ocorreu sua resposta de crescimento em relação às variabilidades meteorológicas (temperatura e precipitação) desse período. Para isso foram

instalados 5 pluviômetros, 5 dataloggers e 2 estações meteorológicas, visando a coleta de dados diários.

Devido a insuficiência de equipamentos disponíveis foi utilizado a metodologia proposta por Milanese e Galvani ( 2012), os quais desenvolveram pluviômetros com material resistente as intempéries climáticos, de baixo custo e de fácil operacionalização para áreas remotas.

Na construção dos pluviômetros foi necessário apenas cano de Polivinil, comumente chamado pela sigla PVC. É um dos plásticos mais utilizados no mundo, sendo utilizado em uma ampla variedade de aplicações. Nesse caso foi utilizado para o armazenamento da água e um funil para a captação da chuva.

Além disso, um poste de madeira para fixar o cano ao chão, tampões para tapar o cano embaixo e outro para encaixar o funil. Neste tampão da parte superior do cano contém um furo ao meio para encaixar o funil e deixa-lo fixo, sendo removido apenas para obtenção das leituras, cola adesiva para colar o PVC, abraçadeiras plásticas para fixar o cano na madeira e silicone para vedar os tampões. Observa-se que os tampões devem ser vedados para não ocorrer à perda de água, o que pode influenciar nos resultados (Figura 9).

Figura 9: Montagem dos Pluviômetros.

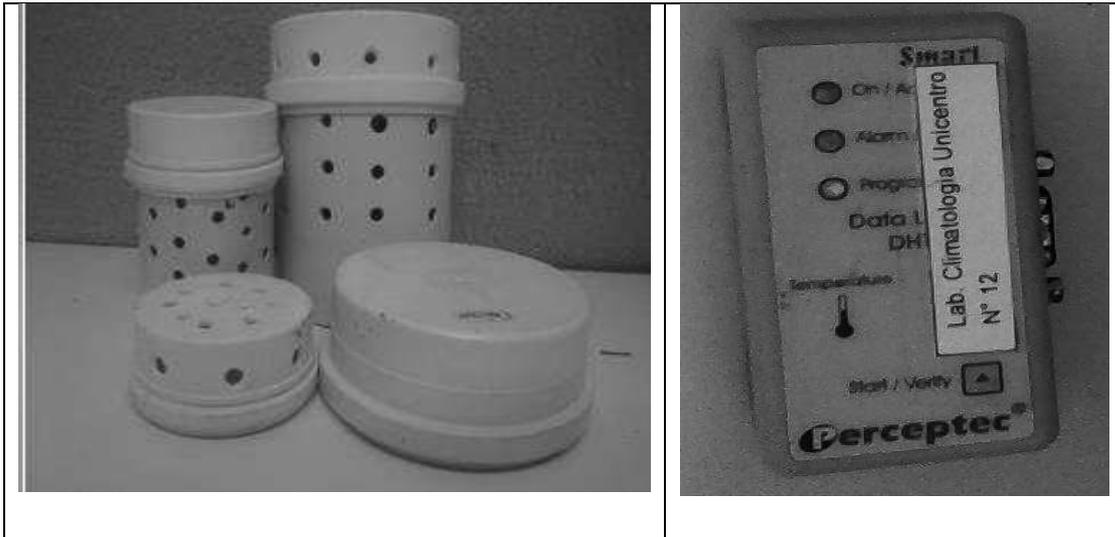


fonte: BEREZE, 2016.

Outro equipamento fundamental na coleta de dados foi o abrigo para os datalogger do modelo Perceptec (figura 10 ), que tem a função de coletar dados de temperatura. Esse aparelhos foram programados para coletas no intervalo de 15 minutos. Por sua vez, os abrigos que protegeram os sensores,

também foram adaptados dos modelos já existentes no Laboratório de Estudos Climáticos e Impactos Ambientais - LACLIAM da Unicentro. Para tanto, foram realizados testes para equalização dos aparelhos em um mesmo ambiente de coleta. Durante esses testes, usando de correlação linear simples, o modelo que mais se aproximou da precisão de um abrigo da HOBO foi o de PVC, com 99% de correlação entre os dados aferidos.

Figura 10: montagem do abrigo e datalogger utilizado.



Fonte: BEREZE, 2016.

Após confecção e testes nos equipamentos (figura 10) os mesmos foram instalados em campo, visando coletas dos dados

Com referência aos dados de alturas pluviométricas, especificamente, as mesmas foram coletadas e depois convertidas para milímetros, transformando as unidades de medida de volume (de ml para 1, dividindo-a por 1000) e da área de captação do funil( de cm<sup>2</sup> para m<sup>2</sup>, dividindo-a por 10000), seguindo a seguinte função matemática:

$$\text{mm} = \frac{(\text{ml}/1000)}{(\pi \cdot r^2 \text{ FUNIL} / 10000)}$$

Sendo mm = quantidade de chuva obtida em um determinado período, ml = quantidade de água captada no recipiente (pluviômetro); r2 = raio do funil instalado sobre o topo do pluviômetro artesanal. Por serem pluviômetros acumuladores, capazes apenas de registros totais, o registro das medições

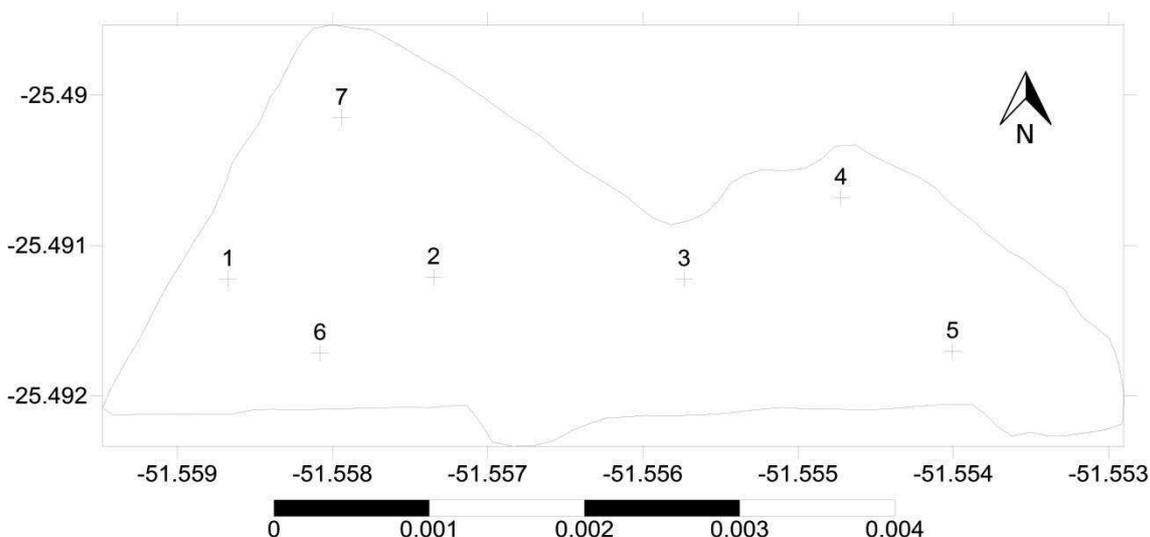
deu-se por processo de rotina, com desmonte e remonte dos equipamentos, as medições foram realizadas com a quantificação de volume armazenado, por meio de dois frascos medidores (Becker), um com capacidade de 500ml e outro de 100ml. Para acurácia dos dados as coletas foram feitas em duas pessoas, como sugere a metodologia de Milanesi e Galvani (2012).

No que se refere aos equipamentos em campo e a leituras dos dados dos mesmos, esse foi feito durante dez semanas, com periodicidade de coleta semanal, iniciando-se com a instalação no dia 18 de dezembro de 2014 e finalizando com a última coleta e retirada do equipamento em 02 de março de 2015.

No total foram instalados 7 pontos de coletas, sendo eles 2 estações meteorológicas Weather Wise do modelo NO:WS1080, que possui funções que possibilitam a coleta de dados de precipitação, temperatura, velocidade e direção do vento. Além dessa estação foram instalados pluviômetros e datalogger Perceptec.

Para o estudo em questão foram utilizados apenas dados de precipitação e temperatura. Os equipamentos foram instalados em uma área de 11,6 hectare de produção de batata da fazenda Norikun (figura 11).

Figura 11: Área de estudo e pontos de coleta.

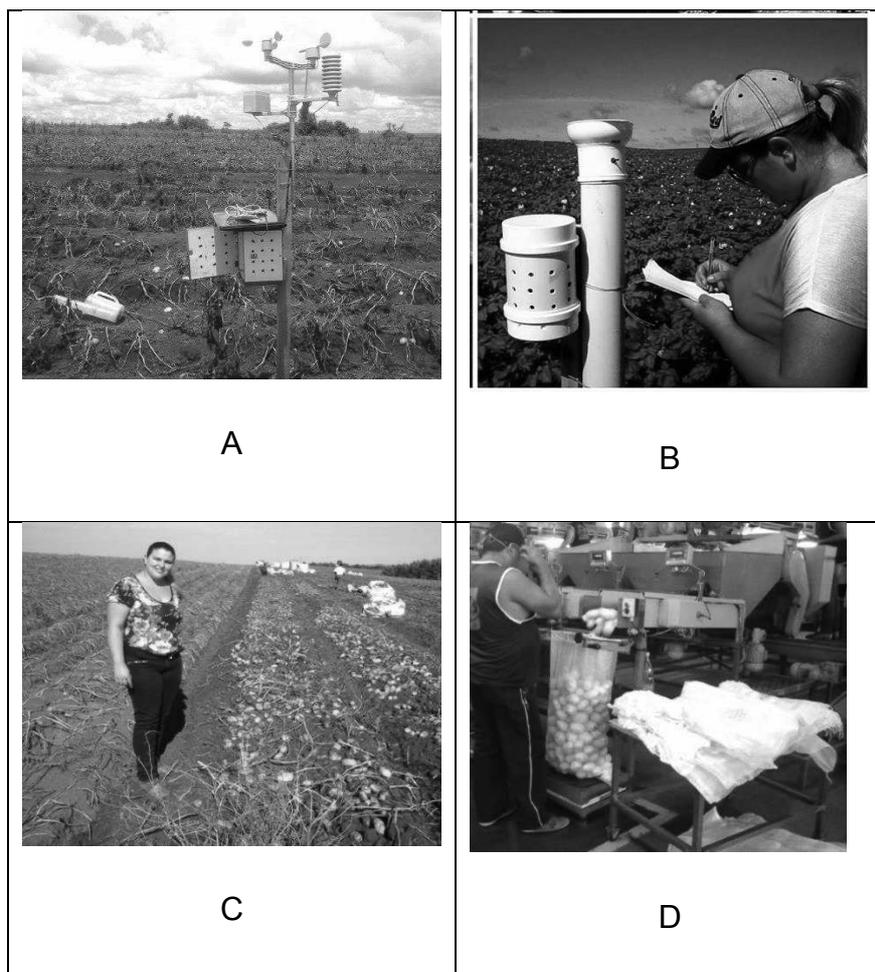


FONTE: Coleta de dados

ORG: BEREZE, 2016.

Durante a instalação dos equipamentos utilizados nas coletas, os mesmos foram instalados a 1,50m do solo como sugere Milanesi e Galvani,(2012). As figuras 12a, 12b, 12c e 12d demonstram todo o procedimento. No campo foi observado desde o plantio até a pesagem do produto final, acompanhando-se assim todo o processo da safra.

Figura 12: Registro de imagens de coleta de dados e dos equipamentos em campo.



FONTE: BEREZE, 2016.

### 2.3 Análise de solo

De acordo com a metodologia SiBCS (2014) foi realizado o reconhecimento do tipo de solo da propriedade Norikun. Em seguida foram retiradas, por gradagem, 3 amostras por ponto do talhão, resultando em 18 amostras, as quais foram encaminhadas para LABORSOLOS, objetivando a realização de análise química de cada amostra, para determinação de valores

de bases e micronutrientes no solo, sendo feita uma média por ponto, para obtenção dos valores finais.

As análises foram realizadas no dia 13/06/2014, antes do início do plantio da batata. O laboratório também disponibilizou o método usado para análise conforme tabela 1.

TABELA 1. Lista dos indicadores químicos analisados presentes nos laudos, com seus respectivos métodos de extração e determinação nos laboratórios do Paraná\*.

Variáveis <sup>(1)</sup>	Extração	Método de determinação
MOS	Oxidação Úmida	Titulometria (FeSO <sub>4</sub> + Fenilamina)
pH	Solução com CaCl <sub>2</sub> 0,01mol L <sup>-1</sup>	Potenciometria
P	Mehlich-I	Colorimetria Azul Molibdênio
K <sup>+</sup>	Mehlich-I	Fotometria de Chama
Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	KCl 1mol L <sup>-1</sup>	Fotometria de Absorção Atômica
Al <sup>3+</sup>	KCl 1mol L <sup>-1</sup>	Titulometria (NaOH + indicador)
H + Al	Solução SMP	Indireto: Potenciometria pH SMP

\*Pavan et al. (1992). <sup>(1)</sup> MOS: matéria orgânica do solo; pH: acidez ativa; P: fósforo; K<sup>+</sup>: potássio; Ca<sup>2+</sup>: cálcio; Mg<sup>2+</sup>: magnésio; Al<sup>3+</sup>: acidez trocável, H+Al: acidez potencial.

## 2.4 Processamento dos dados primários e secundários

Para elaboração dos mapas foi realizado a coleta de dados, de temperatura e precipitação. Os quais foram tabulados utilizando o software Microsoft Office Excel®.

Com uso do GPSmap 60 CSx foram coletados de localização dos pontos e suas respectivas altitudes. Os quais juntamente com os dados de precipitação, temperatura e produtividade, foram interpolados, utilizando o SURFER 8.0, amplamente usado para modelagem de terreno, análise de superfícies, mapeamento de contorno e interpolação de dados, com geração de mapas em 3D.

Junto ao NOAA<sup>2</sup> foram adquiridos dados da TSM, do período de 1990 a 2013. Para o mesmo período foram obtidos dados históricos de precipitação em Guarapuava, junto a Estação Agrometeorológica (2551010) do IAPAR.

Para correlacionar os dados históricos de precipitação e TSM foi utilizado o BIOESTAT 5.3. O software foi desenvolvido pelo Instituto MAMIRAUÁ e é gratuito, mas não tem o código aberto (livre). Embora tenha sido concebido para aplicações em Ecologia, o BIOESTAT pode ser aplicado em qualquer área científica.

Com a utilização do referido software foram realizadas correlações, utilizando-se do método de Pearson. Esse método ( $r$ ) é uma medida de associação linear entre variáveis e sua fórmula é a seguinte:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{s_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{Y}}{s_y} \right)$$

O coeficiente de correlação Pearson ( $r$ ) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (ALDRICH, 1995).

O uso da estatística básica, em especial a média aritmética e o desvio padrão, junto com correlação de Pearson foi a base para análise realizada. Essas ferramentas permitiram analisar e compreender o comportamento das variáveis expressas no conjunto de dados utilizados seguir.

Não foram trabalhadas apenas médias, apesar de serem muito utilizadas nas análises climatológicas pois: “A média aritmética simples é um valor que “representa” vários outros, mas ela não é o bastante para observar a precisão e a comparação dos dados (CRESPO, 2002).

É necessário também o uso de outras técnicas, associando a estatística e os estudos de anomalias climáticas a partir de um intervalo de “normalidade”

---

<sup>2</sup> NOAA: (National Oceanic and Atmospheric Administration) <http://www.noaa.gov/>

das precipitações é possível comparar a média mensal e do período analisado às discrepâncias dos valores e, assim, utilizar-se do desvio padrão para medir o grau de dispersão.

É importante frisar que muitos dados foram representados graficamente, buscando apenas a relação causal qualitativa, sem nenhum parâmetro estatístico específico, a não ser a mera semelhança linear dos dados.

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISE DOS DADOS

#### 3.1 Relação entre TSM e precipitação em Guarapuava entre 1990-2013

A correlação dos dados mensais de precipitação com a TSM do pacífico na região do El Niño da faixa 3.4 (quadro 3) tido como média pelo NOAA foi realizada, para um período de 24 anos (1990-2013). Para tanto, os dados de precipitação foram agrupados trimestralmente, obtendo-se assim o total de chuvas para tais períodos, possibilitando uma equiparação possível de comparada em tabelas e gráficos.

QUADRO 3: Temperatura da Superfície do Mar (Anomalias do ENOS)

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.3	0.2	0.2	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>1.2</b>	<b>1.4</b>
1992	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>1.2</b>	<b>1.0</b>	<b>0.7</b>	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	0.0
1993	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>	<b>1.2</b>
1995	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	<u>-0.7</u>	<u>-0.8</u>	<u>-0.9</u>	<u>-0.9</u>
1996	<u>-0.9</u>	<u>-0.8</u>	<u>-0.6</u>	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.2	<b>0.7</b>	<b>1.2</b>	<b>1.5</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>	<b>2.3</b>
1998	<b>2.2</b>	<b>1.8</b>	<b>1.4</b>	<b>0.9</b>	0.4	-0.2	<u>-0.7</u>	<u>-1.0</u>	<u>-1.2</u>	<u>-1.3</u>	<u>-1.4</u>	<u>-1.5</u>
1999	<u>-1.5</u>	<u>-1.3</u>	<u>-1.0</u>	<u>-0.9</u>	<u>-0.9</u>	<u>-1.0</u>	<u>-1.0</u>	<u>-1.1</u>	<u>-1.1</u>	<u>-1.3</u>	<u>-1.5</u>	<u>-1.7</u>
2000	<u>-1.7</u>	<u>-1.5</u>	<u>-1.2</u>	<u>-0.9</u>	<u>-0.8</u>	<u>-0.7</u>	<u>-0.6</u>	<u>-0.5</u>	<u>-0.6</u>	<u>-0.6</u>	<u>-0.8</u>	<u>-0.8</u>
2001	<u>-0.7</u>	<u>-0.6</u>	<u>-0.5</u>	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
2002	-0.2	0.0	0.1	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	<b>1.3</b>
2003	<b>1.1</b>	<b>0.8</b>	0.4	0.0	-0.2	-0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
2004	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>
2005	<b>0.6</b>	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	<u>-0.5</u>	<u>-0.8</u>
2006	<u>-0.9</u>	<u>-0.7</u>	<u>-0.5</u>	-0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>
2007	<b>0.7</b>	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	<u>-0.6</u>	<u>-0.8</u>	<u>-1.1</u>	<u>-1.2</u>	<u>-1.4</u>
2008	<u>-1.5</u>	<u>-1.5</u>	<u>-1.2</u>	<u>-0.9</u>	<u>-0.7</u>	<u>-0.5</u>	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	<u>-0.5</u>	<u>-0.7</u>
2009	<u>-0.8</u>	<u>-0.7</u>	<u>-0.5</u>	-0.2	0.2	0.4	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.8</b>	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>
2010	<b>1.6</b>	<b>1.3</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	0.1	-0.4	<u>-0.9</u>	<u>-1.2</u>	<u>-1.4</u>	<u>-1.5</u>	<u>-1.5</u>	<u>-1.5</u>
2011	<u>-1.4</u>	<u>-1.2</u>	<u>-0.9</u>	<u>-0.6</u>	-0.3	-0.2	-0.2	-0.4	<u>-0.6</u>	<u>-0.8</u>	<u>-1.0</u>	<u>-1.0</u>
2012	<u>-0.9</u>	<u>-0.6</u>	<u>-0.5</u>	-0.3	-0.2	0.0	0.1	0.4	0.5	0.6	0.2	-0.3
2013	-0.6	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.4

Os números **sublinhado** representam La Niña, os números em **negrito**

El Niño e os demais tidos como períodos normais, na faixa 3.4.

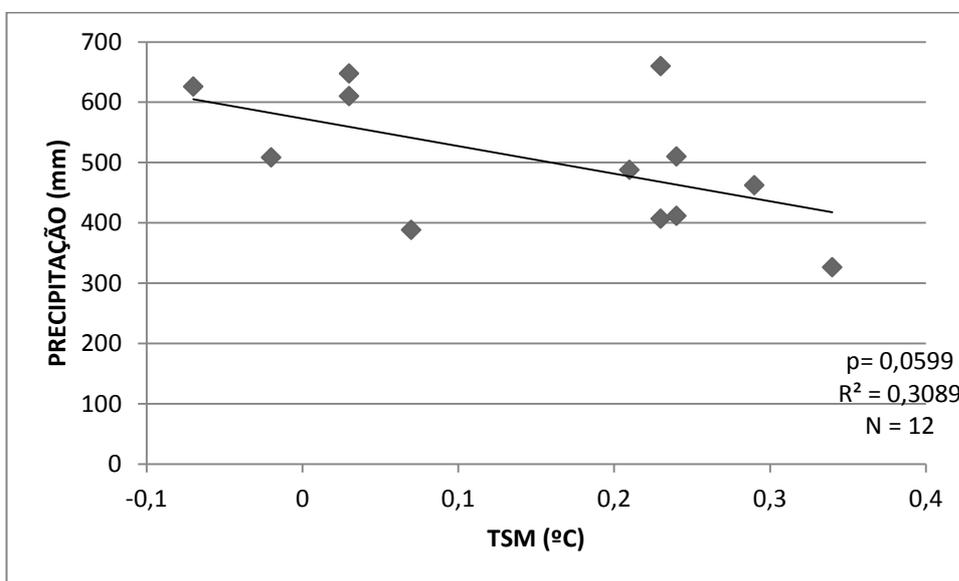
Fonte: NOAA

Dessa forma, após analisados os dados de TSM e correlacionados com a precipitação para Guarapuava, foi possível identificar os anos de 1990, 1994, 1997, 2001, 2003 e 2009, como os que apresentaram correlação mais significativa, pelo menos dentro do nível de confiança de 95%. Nos gráficos 1 a 6 é possível observar os anos de correlação e a intensidade do evento.

O ano de 1990 (Gráficos 1) é caracterizado por Berlato e Fontana (2003) bem como pelo CPTEC/INPE, como um ano de El Niño forte, que teria iniciado em 1990 e com termino em 1993. Porém, os dados observados junto ao NOAA (quadro 3), bem como o critério de análise do mesmo instituto (quadro 1) nos permite identificar uma divergência nas análises.

Nessa classificação, de acordo com o quadro 3, podemos perceber que no ano de 1990 não existe nenhuma anomalia superior a 0,4 o que é tido como normalidade, já que para ser caracterizado com um fenômeno El Niño é necessário que a temperatura esteja acima ou igual a +0,5 e para La Niña inferior ou igual a -0.5, por no mínimo 3 meses (BERLATO E FONTANA,2003).

GRAFICO 1: Relação entre precipitação e TSM em 1990



ORG: BEREZE, 2016

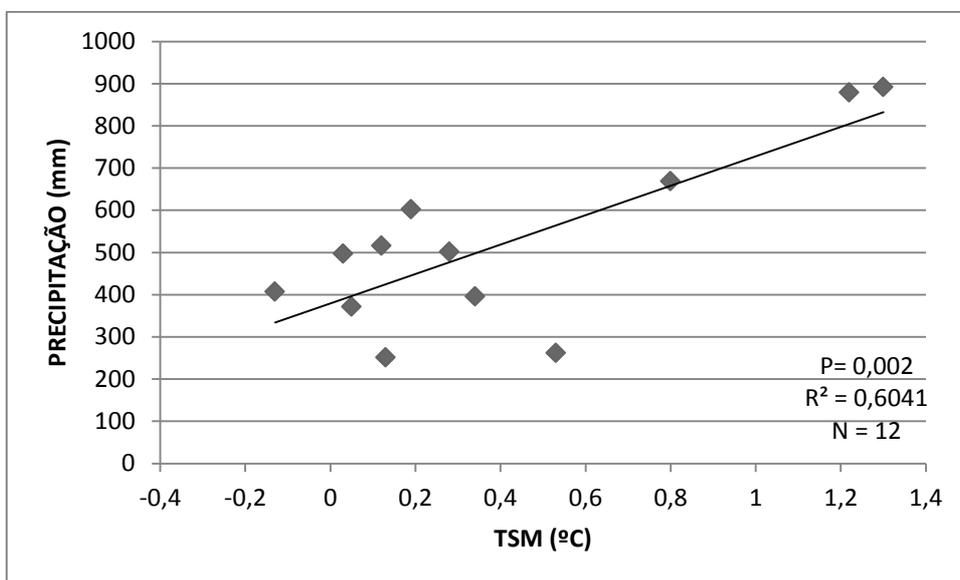
Mesmo com esse problema na definição climática, é necessário dizer que o ano em questão apresenta  $R^2 = 0.30$ , com um índice de significância de  $p = 0,06$  e que esta correlação é inversa à medida que a TSM aumenta e a

precipitação diminui. Cabe ressaltar que a estação com maior altura pluviométrica é o inverno com um total de 625,7mm e o trimestre com maior acumulado de precipitação é JAS (julho, agosto e setembro) com 659,8mm, sendo o total acumulado desse ano de 2127,5mm

Já no gráfico 2 podemos observar o ano de 1994, tido como um ano de El Niño de intensidade moderada pelo CPTEC/INPE, porém de intensidade fraca por Berlato e Fontana (2003), o que coincide de com o NOAA, que também o intensifica como fraco, tem uma boa correlação positiva.

O  $R^2 = 0,60$  com significância de  $p = 0,002$  indica que o aumento da precipitação está fortemente vinculado ao aumento da TSM. É possível observar que principalmente nos trimestres de FMA, MAM e AMJ, à medida que o índice de TSM, também aumenta a precipitação. Em MJJ a TSM passa de 0.34 para 0.13 e em JJA a precipitação acompanha essa queda passando de 395,7 mm para 251,5mm, respectivamente.

GRÁFICO 2: Relação entre precipitação e TSM em 1994



ORG: autora,2015

Neste mesmo gráfico é possível observar que a maior precipitação se dá no trimestre de NDJ, com um acumulado de 891,7mm, que corresponde ao maior índice de TSM registrado (1,3), no ano de 1994. Devemos salientar

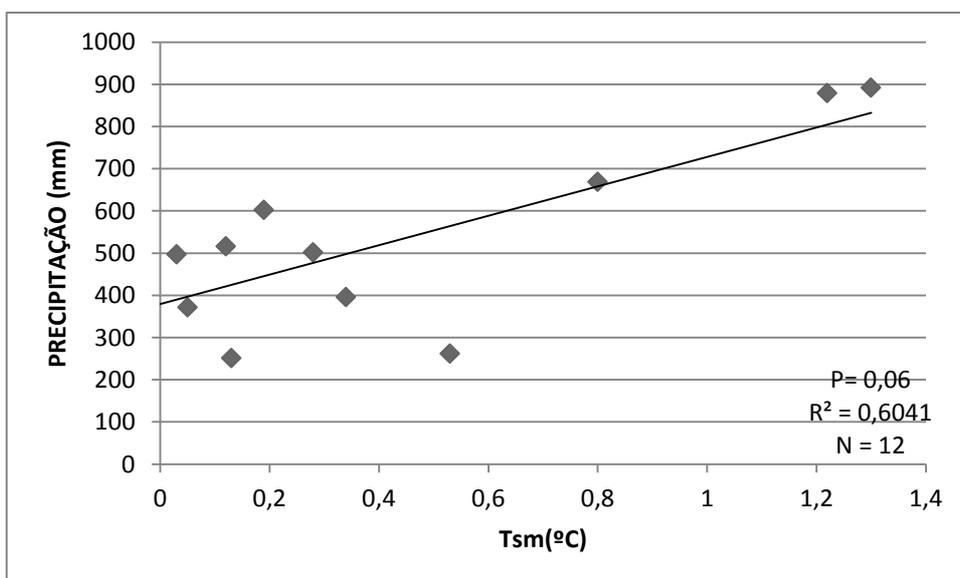
ainda, que o período de El Niño deste ano tem seu início no trimestre de ASO, se estendendo até o trimestre de FMA do ano de 1995.

Em 1994 identificamos um acumulado de precipitação que é ascendente a partir do início do El Niño, no trimestre de ASO, com precipitação de 501,7mm passando para 891,7 mm no acumulado do trimestre de NDJ, Nesse mesmo período ocorre o maior índice de TSM e consecutivamente de El Niño, sendo identificado como moderado.

Dentro da série de 24 anos analisada os anos entre 1995 e 1997, não foram encontradas correlações, esse período corresponde ao registro histórico de uma La Niña, de intensidade fraca.

Entretanto, no ano de 1997, alguns estudos realizados por Fontana e Berlato (1997); Diaz et al. (1998); Berlato e Fontana (2003) demonstraram a ocorrência de um El Niño de intensidade forte. Isso se deve ao fato, de dentro da série estudada, corresponder ao mais longo período do fenômeno, com duração de 12 meses, tendo início no trimestre de AMJ de 1997 e termino em MAM de 1998, com registros de ION chegando a 2,4 no trimestre de OND de 1997 (Gráficos 3)

GRÁFICO 3: Relação entre precipitação e TSM em 1997



ORG: autora,2015

No gráfico 3 é possível notar que a partir do trimestre inicial desse ano a TSM manteve-se em constante ascensão. Em DJF o índice estava em -0.61, enquanto a precipitação trimestral ficou acumulada em 653,8mm. No decorrer do trimestre seguinte podemos ver que a precipitação diminuiu 254mm, porém o índice continuou a subir. Isso se repete para o período de FMA, que registra a menor precipitação do referido ano, com 232,1mm. A partir desse trimestre, tanto o acumulado de precipitação quanto a TSM, aumentam linearmente, tendo registrado em ASO a quantia de 806,2mm.

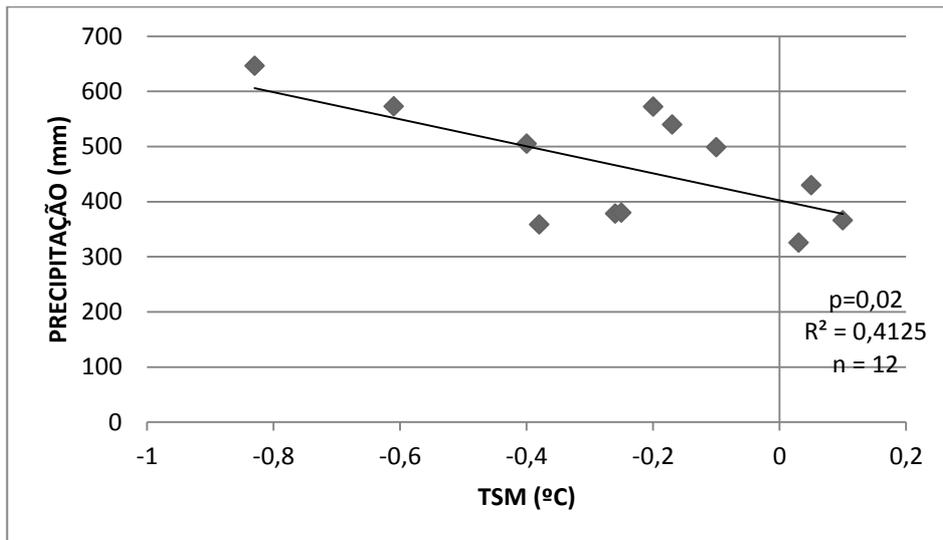
Esse período apresenta  $R^2 = 0,60$  e significância  $p=0,06$ , o que pode ser explicado pela inversão ocorrida nos últimos 3 trimestres (SON,OND e NDJ), em que o índice continua a subir obtendo seu ápice em OND, em a TSM chega a 2,4, e a precipitação tem um declínio, passando da máxima trimestral de 806,2 mm para 749,9mm, 522,4mm e 573,3mm, respectivamente para SON,OND e NDJ.

Nos três anos subsequentes a 1997, nenhuma correlação significativa foi encontrada, porém em 1998, existe registro de um El Niño forte, entre DJF a MAM, seguido por dois trimestres de estabilidade e tendo início a uma La Niña moderada que se estende de JJA de 1998 a FMA de 2001, sendo esta a mais longa, dentro do período estudado, com duração de 33 meses.

O ano de 2001 (gráfico 4), por apresentar  $R^2 = 0,41$  e significância de  $p=0.02$ , foi um dos eventos que mais se correlacionou com a chuva em Guarapuava.

Ao observar a distribuição da precipitação nesse ano nota-se que o maior acúmulo de precipitação se mantém no trimestre de DJF, que corresponde a um acumulado de 646,1 mm para tal período, a medida que o índice está em -0.83, conforme o índice da TSM aumenta no decorrer dos próximos seis trimestres observa-se que a precipitação responde de forma contrária vindo a diminuir, sendo que a partir de JAS a TSM sofre um declínio e a precipitação aumenta nos trimestres de ASO, SON, OND e NDJ. Salientando que a partir de MAM entra-se em um período, tido como normal, dentro dos parâmetros da NOAA.

GRÁFICO 4: Relação entre precipitação e TSM em 2001

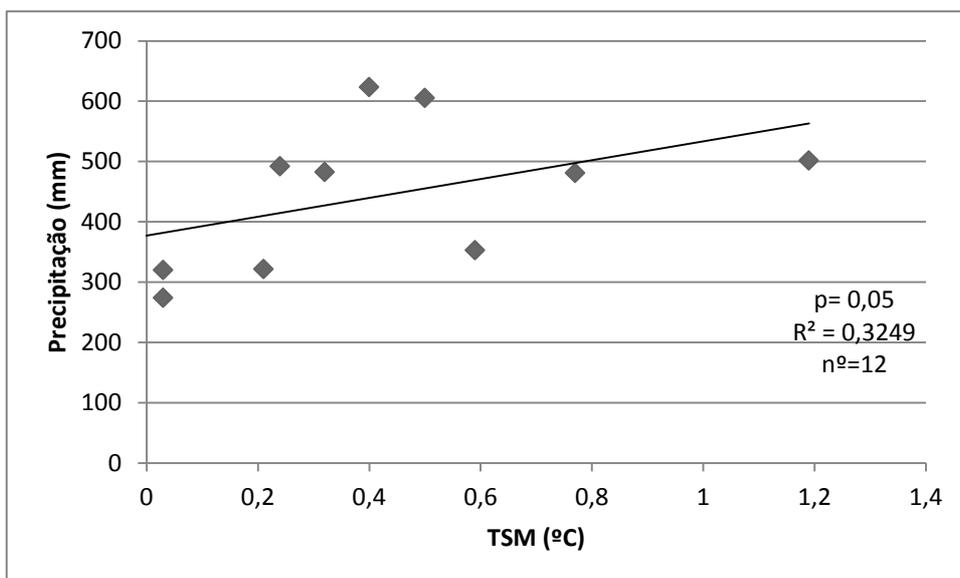


ORG: autora,2015

Em 2002, após um período de normalidade que segue de MAM de 2001 a MAM de 2002, dá-se retorno a um evento de El Niño, classificado como moderado pelo NOAA e CPTEC/INPE, com duração de 10 meses. Porém sem apresentar correlação significativa com a precipitação do ano em questão.

No ano seguinte, 2003, com apenas DJF e JFM, estando dentro do período de El Niño, foi encontrado  $R^2=0,32$ , e índice de significância de  $p= 0,05$  como pode ser observado no gráfico 5.

GRÁFICO 5: Relação entre precipitação e TSM em 2003



ORG: autora,2015

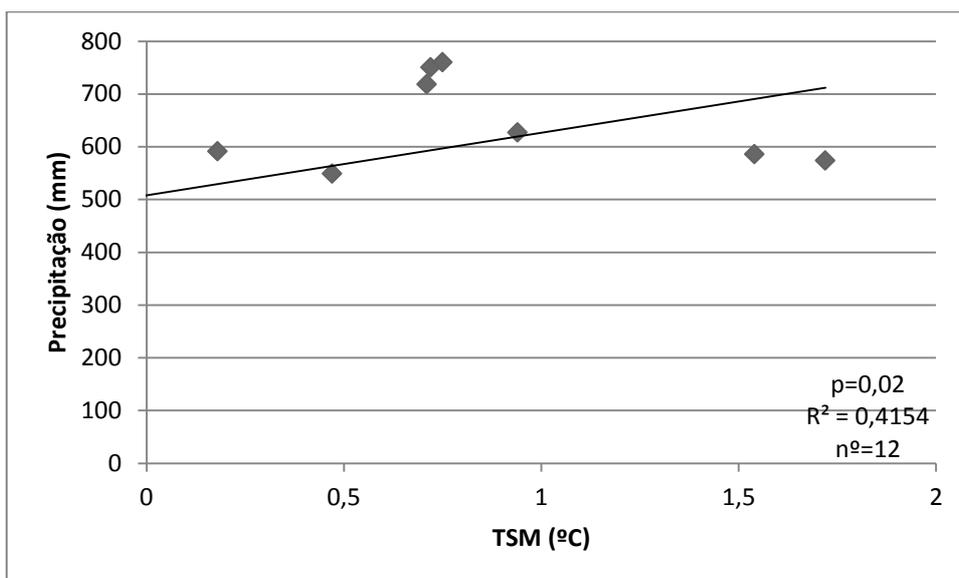
Ao observar o gráfico 5 é possível perceber que nos 4 trimestres iniciais desse ano, a medida que a TSM sofre um declínio, o mesmo é obtido como resposta da precipitação, sendo que no trimestre de DJF, a TSM encontra-se a 1,19, vindo a regredir para 0,77, 0,59 e 0,03 nos trimestres posteriores. O mesmo acontece com a chuva, visto que passa de 501,3mm, para 480,7mm, 352,5 mm, chegando a 274mm, respectivamente.

Também é notado que no trimestre de AMJ, com o índice da TSM tendo uma drástica queda (chegando a -0,48), a precipitação responde de forma inversa, ocorrendo um aumento de 54,2mm. O mesmo se repete nos trimestres de SON e OND, em que o índice está em declínio. No entanto a precipitação aumenta do trimestre de ASO para SON. Nesse período a TSM oscila positivamente 0,21 e a resposta do acumulo de precipitação aumenta 113,5mm.

Nos cinco anos seguintes nenhuma correlação significativa foi encontrada, entretanto há uma sucessão de eventos de El Niño e La Niña. Nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007 ocorreram El Niños de intensidade fraca e no ano de 2007 a 2008 uma La Niña forte. Porém, nenhuma anomalia foi registrada durante esse período na precipitação que pudesse vir a ser relacionada com a TSM.

No gráfico 6 (ano de 2009) podemos observar que a relação da TSM com o acumulo trimestral da precipitação fica evidente, pois a maior precipitação se encontra no trimestre de JJA (750,4mm), justamente o trimestre em que a TSM começa a ficar positiva, indicando o início do El Niño.

GRÁFICO 6: Relação entre precipitação e TSM em 2009



ORG: autora,2015

É possível perceber também que nos trimestres de JJA, JAS, ASO, é onde se encontra as maiores alturas pluviométricas que correspondem ao fim do inverno e início da primavera. Outra questão relevante é que nesse mesmo período ocorre a menor variação de amplitude entre a TSM.

Pode-se ver também que esse ano de 2009, o índice de TSM é ascendente do início ao fim do ano, com uma ressalva no trimestre de JAS, em que o índice retrocede em 0,01, quase insignificante. Neste anos o índice de significância é de  $p= 0,02$  com correlação entre precipitação e TSM representada por  $R^2= 0,41$ . O padrão da variabilidade da chuva acompanha nitidamente a variação da TSM, principalmente nos trimestres de FMA, MAM, AMJ, JJA e SON.

Dentro da série histórica de 24 anos estudada, de acordo com o quadro 3, foi possível observar que em todo esse período ocorreram, independente da sua intensidade cinco episódios de La Niña e sete de El Niño, totalizando doze eventos.

Desses eventos apenas 6 trazem correlação com a precipitação de Guarapuava, dentre os quais o ano de 1990 se destaca, pois está em um período tido como normal. Os anos de 2003 e 2009 (El Niño fraco), 1994 (El

Niño moderado), 1997 (El Niño forte) e 2001 (La Niña moderada), apresentaram correlações significativas.

### **3.1 RELAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO E A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA BATATA DE 1990-2013**

No Brasil, a produtividade agrícola é criticamente dependente da variabilidade climática. Tal dependência é importante no ciclo fenológico das culturas, sendo este um dos responsáveis pela variabilidade de produção. A variabilidade do clima influencia diretamente no balanço percentual da produtividade, podendo haver perdas ou ganhos, em virtude das condições climáticas de determinada região.

Exemplo claro dessa variação climática e sua influência na safra é o caso da produção de cereais da América do Sul, que em média ganha 30 milhões de toneladas anualmente. Essa produção equivale aos seus 12 países, dos quais 6 perdem mais de 60 milhões de toneladas e outros ganham 90 milhões, decorrentes de veranicos e alterações da precipitação. Nesse cálculo o Brasil, representa metade da população da região, perde apenas 14% da produção de grãos devido às intempéries climáticas (IPCC, 2001).

Dessa forma, podemos dizer que os elementos climáticos, tais como: vento, precipitação, temperatura do ar e radiação solar são influenciadores decisivos do crescimento das plantas, além de provocarem efeitos positivos e/ou negativos em regiões produtoras de alimentos. Sendo esses efeitos negativos, safras inteiras podem ser perdidas, acarretando escassez de alimentos.

Conseqüentemente são necessários estudos voltados ao detalhamento das características que influenciam as oscilações climáticas sobre as culturas, contribuindo para um planejamento mais eficaz, determinando assim possíveis ajustes nos calendários agrícolas, de forma que determinada cultura não seja prejudicada ou que de maneira específica mitiguem-se os efeitos prejudiciais do clima sobre a época de plantio.

O período de plantio das culturas é dependente de dois fatores determinantes, o regime de precipitação e a fertilidade do solo explorado,

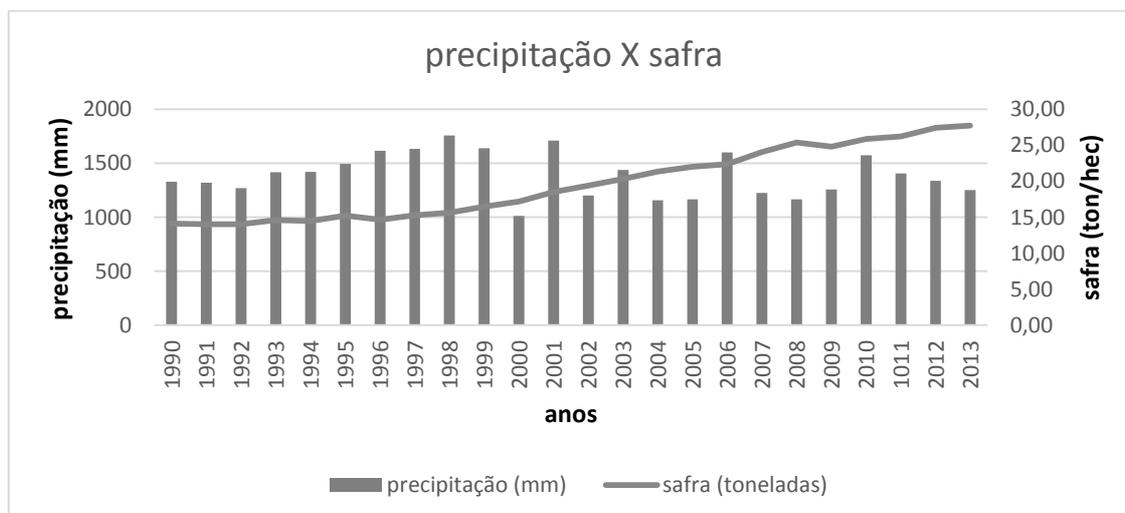
independente da região. De acordo com Oliveira et al (2000) a principal característica climática que determina os estágios fenológicos de crescimento da planta em regiões tropicais, é a precipitação. Isso contrasta com as regiões temperadas, nas quais é a temperatura que define o início e o fim das estações de crescimento da planta.

A precipitação é tão importante no desenvolvimento da planta, desde seu plantio até a colheita, isso porque os estádios fenológicos da batata podem vir a sofrer perdas pelo estresse hídrico. De acordo com a EMBRAPA (2001) é de água que se constitui cerca de 90% do peso da planta. A água é atuante em praticamente todos os processos fisiológicos e bioquímicos, sendo essencial na regulação térmica, agindo tanto na manutenção e distribuição de calor como no resfriamento da planta.

A necessidade hídrica de cada planta depende de fatores individuais de cada cultura (área foliar, distribuição do sistema radicular, etc.). Sendo assim, a distribuição e a quantidade de precipitação são importantes, já que essa demanda deve ser considerada para que as plantas tenham um bom desenvolvimento, propiciando uma boa produtividade agrícola.

No entanto, ao observar o gráfico 7, é possível perceber que este padrão não se aplica tão claramente a produção de batata em Guarapuava, já que a produtividade da safra vem evoluindo de forma a aumentar ano a ano, independente da variabilidade da precipitação.

GRÁFICO 7: Relação entre precipitação e produtividade da batata safra de 1990 a 2013



Fonte: IBGE,2014 e

ORG: autora,2015

Ao analisar o gráfico 7 é possível notar que a produção de batata segue em ascendência. Apesar de ocorrer aumentos e diminuições (variabilidade) pluviométricas, não se observou nenhuma queda ou aumento de produção que pudesse ser significativa e relacionada com esse elemento do clima.

No período de 1990, início da produção de batata no município, até o ano de 1999, a produtividade segue sem muitas variações com média de 14,8 toneladas/hectare. A partir desse período, a produtividade vem aumentando significativamente, passando para 17,1 toneladas/hectares, chegando a seu ápice em 2013 com produtividade de 27,7 t/ha. Cabe destacar, que nos dez primeiros anos analisados, a precipitação era maior, com destaque para 1998 (1757,9mm).

Na análise de relação entre precipitação e a produtividade da batata, um fator que nos chama atenção é que ano a ano a produtividade aumenta e mesmo a partir do ano de 200, com notória ascensão da produtividade, as chuvas não acompanham de forma linear.

Em conversa informal<sup>3</sup> com os produtores de batata em Guarapuava, esse fato foi justificado pela modernização do campo, principalmente em virtude do melhoramento dos insumos usados. Outro ponto importante dessas conversas foi que todos relataram que a partir do ano de 2000, eles notaram uma diminuição sistemática da chuva, fato comprovado pelo gráfico 7.

Quando indagados sobre quais foram as decisões tomadas a partir desse período, apontaram que a escolha de áreas que estejam perto de corpos hídricos deu a eles a capacidade de controlar a entrada de água necessária para o desenvolvimento da planta. Essa boa disponibilidade hídrica é muito importante principalmente no período de enchimento dos tubérculos. Dessa maneira conseguiram, através da irrigação, umidade essencial para o desenvolvimento, vindo a aumentar a capacidade de enchimento dos tubérculos, o que proporcionou maior peso final no produto, alcançando produtividade maior.

Ligado a essa mesma temática os produtores com maior poder aquisitivo investiram em equipamentos de irrigação. Esse fato foi confirmado pelos agrônomos presente na reunião dos batateiros, responsáveis pelas propriedades visitadas. Esses profissionais relataram que a quantidade em excesso de água, seja ela por precipitação ou irrigação, normalmente favorece várias doenças de solo, como murcha-bacteriana, sarna-prateada, sarna-pulverulenta, canela-preta e podridão-mole.

A irrigação por aspersão, notadamente quando em regime de alta frequência, favorece condições de alta umidade no dossel vegetal, aumentando a incidência de doenças foliares. Por outro lado, a falta de água, especialmente no início da tuberização, favorece a ocorrência da sarna-comum.

Além das técnicas de irrigação, outro fator que segundo os agrônomos, contribui para o aumento de produtividade são as melhorias nos inseticidas e pesticidas, que vem aumentando sua eficácia. Nesse caso diminui a frequência de aspersão destes na lavoura, o que diminui riscos de ataques de insetos e

---

<sup>3</sup> Conversa informal realizada na associação dos batateiros de Guarapuava com 6 produtores.

pragas na cultura, o que também levou ao aumento de produtividade e vem diminuindo os custos de produção.

Com essas comunicações pessoais e entendendo a logística utilizada pelos produtores e técnicos responsáveis pelo cultivo da batata, foi possível entender que o desenvolvimento tecnológico embutido a partir de 1998 vem contribuindo para a maior produtividade e expansão da cultura no município de Guarapuava.

Tentando entender como a produtividade poderia estar relacionada com a precipitação e esta com os períodos de El Niño e La Niña no período de 1990 – 2013, foi efetuada a correlação da precipitação com a TSM. Contudo, diferente das análises feitas através dos gráficos 1 a 6, dessa vez foram selecionados somente os meses que compreendem o período da safra da batata (plantio até a colheita).

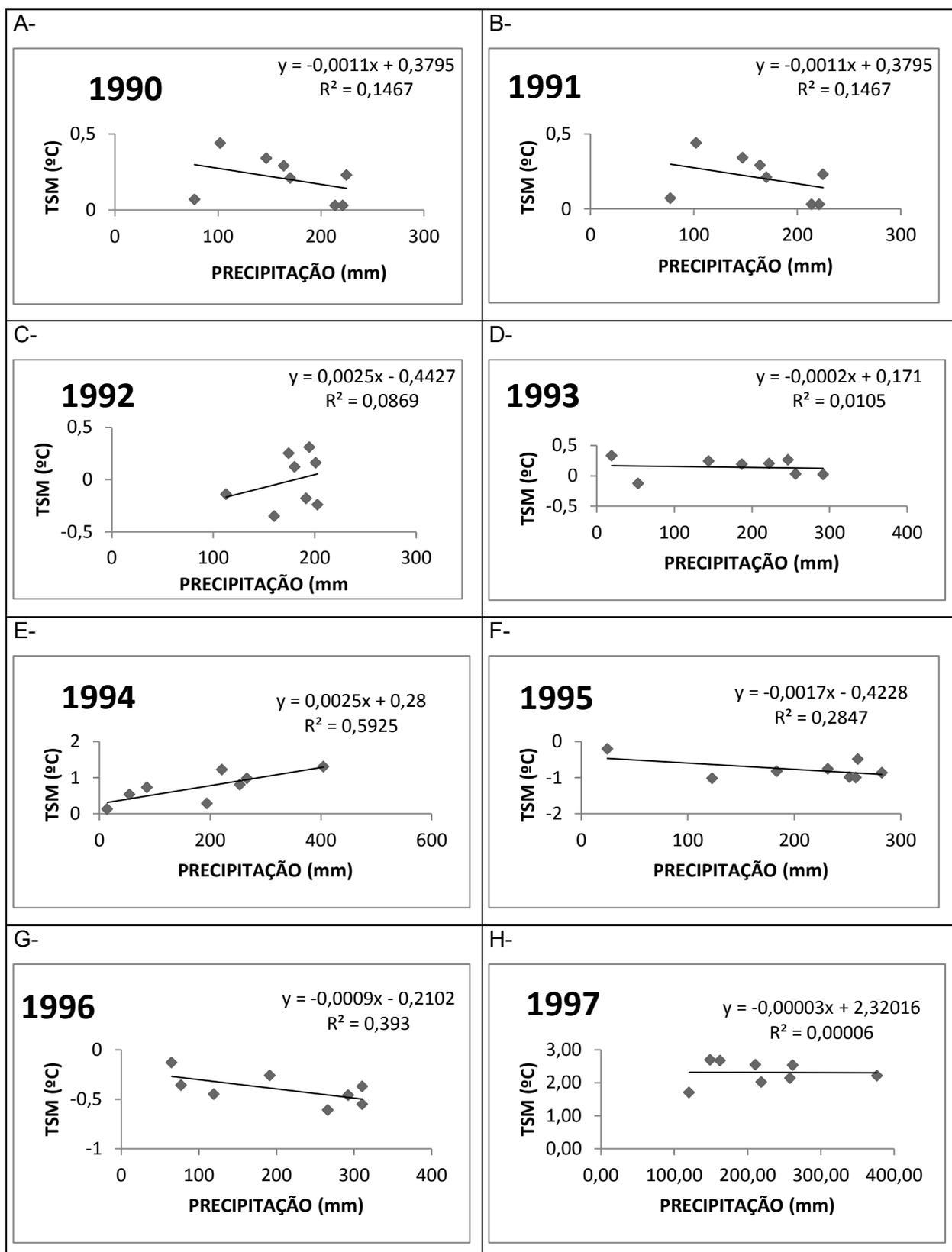
Nessa análise foi especificamente selecionado o período de safra anual das safras de Guarapuava, que vai de agosto do ano corrente a março do ano posterior. Isso se dá, pois existem dois períodos de plantio que correspondem a safra anual, o que nos resultou dentre os 24 anos analisados em 7 anos de correlação significativa (Figuras 12, 13 e 14a, b, c, d, e, f, g e h).

A figura 12e corresponde ao primeiro ano de correlação significativa obtida (1994). Nesse ano obteve-se o  $R^2= 0.59$  e significância de  $p=0,02$ , que correspondendo aos meses de outubro, novembro, janeiro, fevereiro e março. Conforme a TSM aumentou ou diminuiu, as precipitações corresponderam positivamente, com exceção dos meses de setembro, em que o índice sofre uma queda e a chuva continua a aumentar e em dezembro onde o processo se inverte.

A maior precipitação do ano de 1994 ficou registrada no mês de janeiro com um total de 404,4mm e nesse mês ocorreu o máximo de TSM registrada para este período de safra (1,3). Esse período, segundo Berlato e Fontana (2003), foi de El Niño fraco. Neste ano a produtividade atingiu 14,4 toneladas/hectare

Entre os anos de 1995 a 1996, tidos como de La Niña moderada e 1997, 1998, considerados de El Niño forte e La Niña fraca e El Niño forte (BERLATO e FONTANA, 2003), não foram encontradas correlações consideráveis, o que nos leva a análise da safra de 1999, a qual pode ser observada na figura 13.

FIGURA 13 : Relação precipitação TSM na safra de 1990 -1997



Org: BEREZE,2015

Podemos observar que a menor precipitação registrada no ano de 1999 (figura 13b) encontra-se no mês de agosto (47mm), em que a TSM encontra-se em 0,21. No mês posterior (setembro) a precipitação tem um aumento de 77,6mm, enquanto a TSM sofre uma queda de 0,18. Nos meses seguintes (outubro e novembro) o índice aumenta passando para 0,24 e 0,5 respectivamente e a precipitação acompanha essa tendência, chegando ao acumulado de 148,4mm e 219mm.

No mês de dezembro, o processo se inverte e a TSM declina para 0,4 e a precipitação responde de forma inversa, ou seja, aumenta em 18,8mm, em relação a novembro. A partir de dezembro, o índice de TSM começa a declinar até o mês de março e a precipitação o acompanha até o mês de fevereiro. No último mês dessa safra (março) o processo acontece como em dezembro, com a TSM continuando a declinar e a precipitação aumentando, passando de 78,2mm em fevereiro, para 136,5mm em março. Esse ano teve uma La Niña moderada, com o maior período de duração na série estudada.

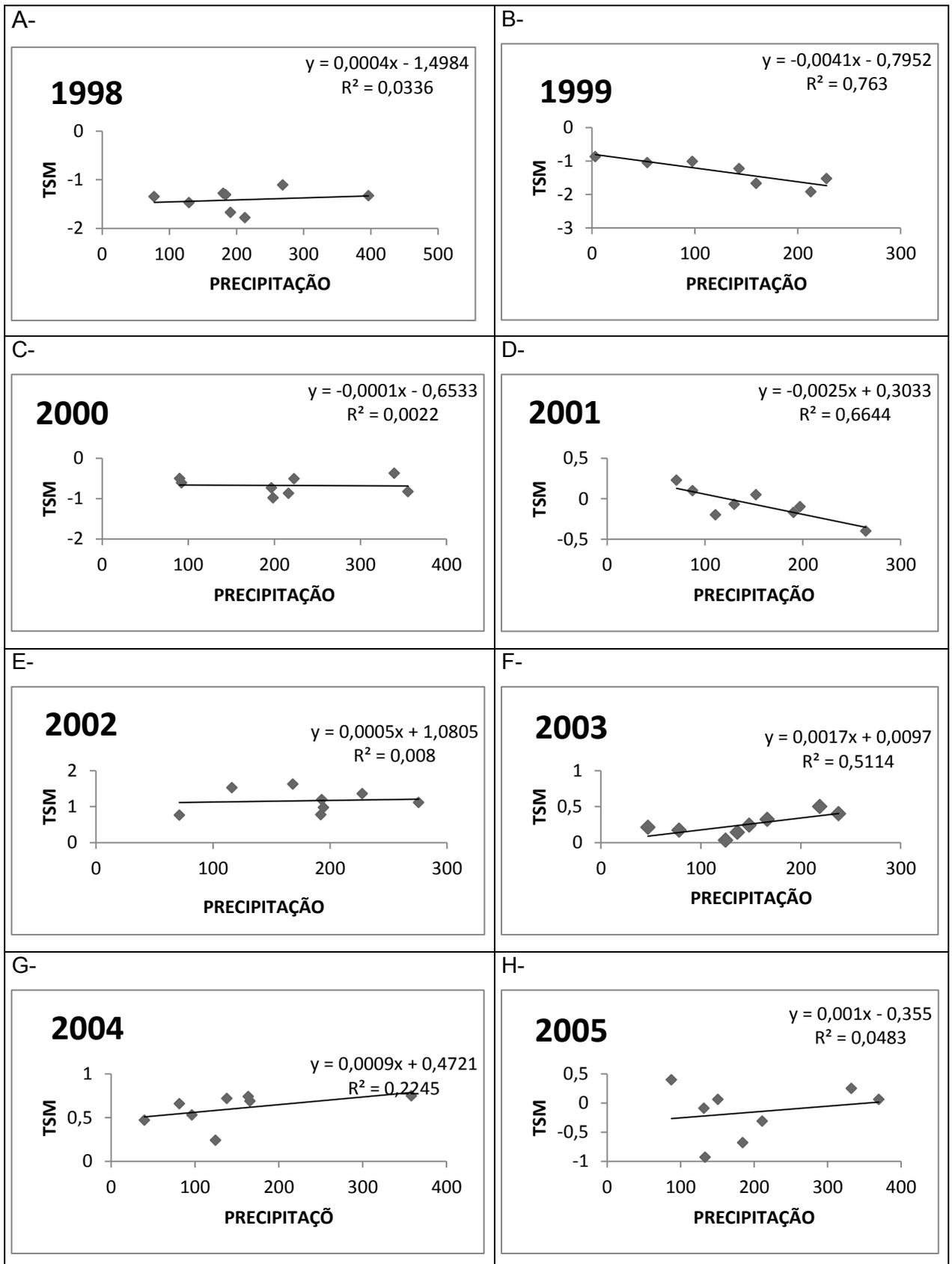
As comparações entre a TSM e a precipitação da safra de 1999, nos permitiu observar que o mês de dezembro foi o mais chuvoso com um total de 228mm, com TSM registrada de -1,53 e agosto com o menor acúmulo de precipitação com apenas 3,2 mm, que corresponde a TSM mais alta desse período (-0,87). Enquanto que o mês com o menor índice foi fevereiro (-1,92), segundo maior em registro de precipitação nesse período com 212,7mm

A correlação encontrada nesse ano foi de  $R^2=0.76$ , isso pode ser explicado quando vemos que a medida que o índice diminui as precipitações aumentam, proporcionando assim uma correlação inversa, mas altamente significativa.

No ano de 2001 não foi registradas nenhuma anomalia, porém é caracterizado como La Niña (figura 13d) e a análise efetuada possibilitou uma boa correlação ( $R^2= 0,66$ ).

Observando o mesmo ano é possível destacar que o mês de maior precipitação (janeiro com 264,2mm), coincide com o menor índice encontrado no período (-0,4). Cabe destacar que apesar de ser tido um ano de normalidade na TSM, no período da safra foi verificada a segunda melhor correlação.

Figura 14: Relação precipitação TSM na safra de 1998 - 2005



Org: BEREZE,2015

Outro fato interessante para o ano de 2001, é que o mês de março registrou o menor acumulado de chuva mensal para esse período, mas a TSM (0,23) foi a maior registrada para essa safra.

Na safra posterior, ano de 2002, não foram encontradas correlações significativas, no entanto na safra de 2003 a correlação foi mais significativa ( $R^2=0,51$ ). Observando a relação entre TSM e precipitação para 2003, percebe-se que o período de análise é neutro, não ocorrendo nenhuma anomalia de ENOS.

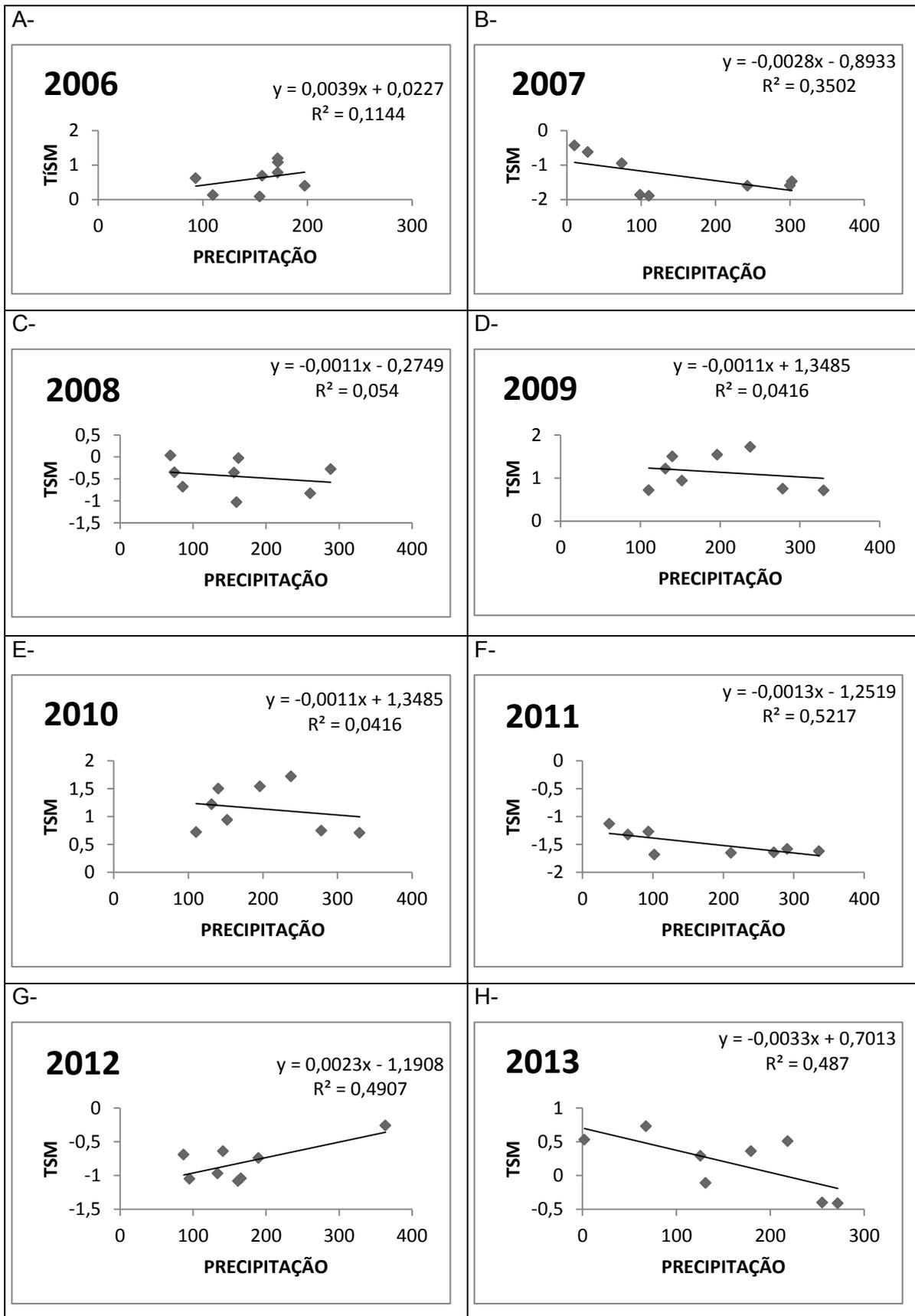
Na 13f é possível ver que, com exceção dos meses de agosto, dezembro e março, onde a resposta da precipitação é inversa a TSM, os outros meses apresentam um padrão de relação positiva, em que quando o índice aumenta ou diminui, a precipitação responde da mesma forma.

Os anos de 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009, a TSM não apresentou correlações com as precipitações para os períodos da safra. Entretanto, nesse período de ocorreram dois eventos El Niño fracos, em 2004/2005 e 2009 e uma La Niña moderada (2007/2008).

Somente no ano de 2010 volta a ocorrer uma correlação significativa (figura 15 E). O resultado dessa correlação ( $r^2=0,52$ ), se justifica principalmente pelo padrão dos três primeiros meses, em que é possível ver a TSM diminuindo (de -1,13 para -1,32) chegando a -1.65. Ressalta-se que esse último índice é o menor do período da safra de 2010. Ao contrário da TSM, a precipitação age de forma inversa, ou seja, a medida que a TSM diminui a precipitação aumentando de 38mm em agosto, para 64,4mm em setembro e chegando a 210,8mm em outubro.

Em novembro é visível que a TSM chega ao seu índice mais baixo para esta safra (-1,68). Em contrapartida a chuva passa de 210,8mm em outubro, para 101,9mm em novembro. Essa diferença de precipitação se dá no período em que a oscilação da TSM é de -0.03.

FIGURA 15: Relação precipitação TSM na safra de 2006- 2013



Org.: BEREZE,2015

No trimestre de dezembro de 2010, janeiro e fevereiro de 2011, a TSM passa a declinar de -1.58 passando a -1.62 e chegando a -1.64. A precipitação, por sua vez, não responde da mesma forma que no trimestre de agosto, setembro e outubro. Nesse verão, a medida que o índice sobe -0.04 de dezembro para janeiro, a precipitação passa de 290,8mm para 335,8mm para os mesmos meses. Em janeiro declina mais -0.02 e a chuva diminui para 271mm.

Salienta-se que a partir de JJA de 2010 a MAM de 2011 estávamos em um período de La Niña moderada, como pode ser comprovado se com os dados do quadro 3.

Ao final do período de 24 anos analisados, os dois anos seguintes 2011 e 2012 foram encontrados correlações significativas, como pode ser observado nas figuras 15f e 15g, respectivamente.

Na safra de 2011, foi registrada a máxima de precipitação em agosto, com um acumulado de 363,6mm e um índice de TSM mais alto para este período de safra, com -0,26. No decorrer desse período, a medida que a TSM diminui, a chuva segue diminuindo para 141mm (setembro). O mesmo se dá de forma inversa no mês seguinte (outubro), com a TSM diminuindo, mas as chuvas desse mês se elevando.

Em novembro e dezembro de 2011 os índices de TSM continuam a regredir, passando de -0.97 para -1.05, e a precipitação obedece a mesma tendência, diminuindo de 133,5mm para 95,1mm, respectivamente. Na sequência mensal observada, o índice se mantém sem muita variação e a precipitação obedece ao mesmo padrão, não aparentando variação significativa. No entanto, em março de 2012 o índice se eleva 0,39 e a precipitação diminui de 161,4mm em fevereiro, para 87,1 mm em março. Essa variabilidade explica a correlação encontrada ( $R^2=0,49$ ), considerada significativa.

No ano seguinte (2012), pode-se observar que a correlação encontrada também foi significativa ( $R^2 = 0,48$ ). Entretanto, é necessário ressaltar que

desde o trimestre de MAM 2012 a NDJ de 2013, o período foi considerado normal.

Na safra de 2012 (Figura 15h), o máximo acumulado mensal de precipitação acontece no mês de fevereiro com 271,8 mm. Nesse mesmo mês a TSM era de -0,41, segundo menor índice do período, já que o menor ocorre em março, com a precipitação diminuindo 16,6mm em relação a fevereiro.

No mês de agosto de 2012 ocorreu mês mais seco de todo os 24 anos analisados, com precipitação de apenas 2mm. Em setembro a TSM aumentou 0,20 e a precipitação segue o mesmo padrão, aumentando 65,6mm.

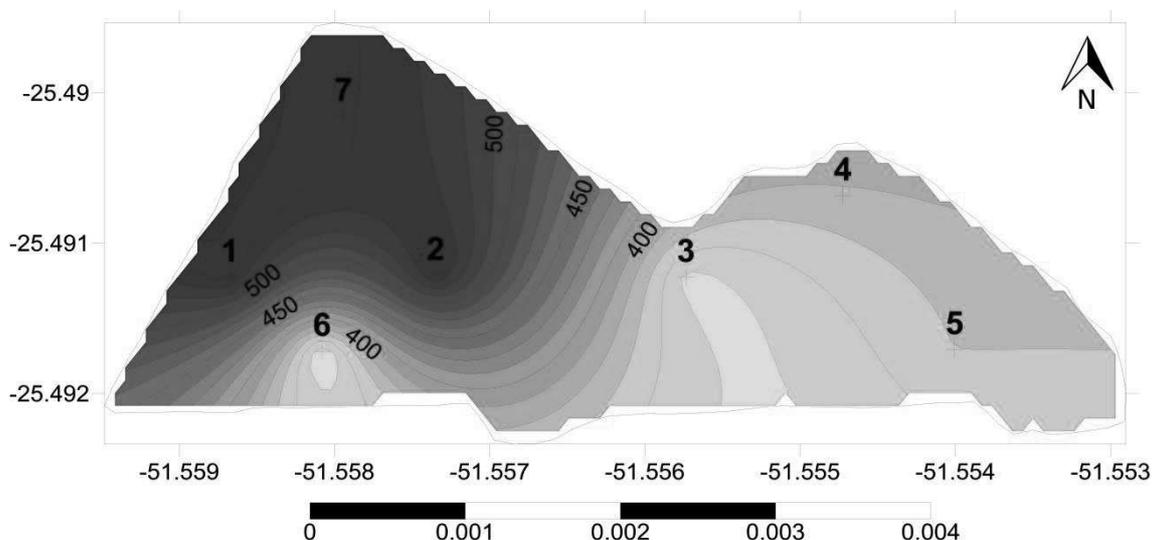
Nos meses subsequentes (outubro, novembro, dezembro e janeiro) há uma variação entre mês mais chuvoso e menos chuvoso, com 218,6mm, 125,6mm, 179,5mm e 131,2mm para os respectivos meses. Essa variação pode ser encontrada também na TSM, mesmo em ano de normalidade, varia de 0,51, 0,29, 0,36 e -0,11 para o mesmo intervalo de tempo.

Nesta verificação da relação entre a TSM e a precipitação para os períodos de safra da batata, no município de Guarapuava notamos que dentre os 24 anos estudados, sete oferecem correlação significativa e o ponto positivo disso é que todos esses foram períodos de ENOS.

### **3.2 RELAÇÃO ENTRE PRODUTIVIDADE DE BATATA E AS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS PARA SAFRA DE 2014/2015.**

A variabilidade da precipitação foi o foco inicial e principal da investigação realizada. Em todas as coletas de dados realizadas nos pontos amostras da Fazenda Norikum, foi possível identificar que a distribuição da chuva aconteceu de modo heterogêneo, ou seja, apesar dos pontos estarem numa área relativamente pequena (aproximadamente 11 hectares), existe uma diferença de precipitação significativa entre os locais de coleta (figura 16).

Figura 16: Distribuição do acumulado de precipitação dentro da área de estudo.



FONTE: Coleta de dados

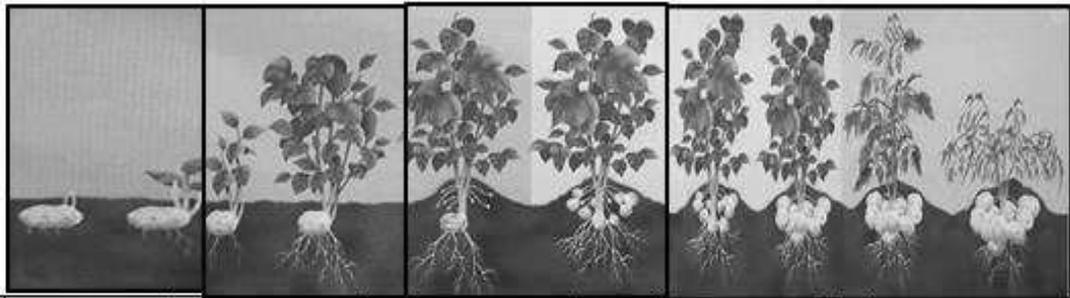
ORG: autora,2015

Ao observar a figura 16 é possível notar que ao longo dos três meses de coleta na fazenda Norikun, mesmo sendo considerada área pequena, pode-se perceber que a precipitação variou 200mm. Os pontos 3, 4 e 5 apresentaram o menor acumulo de precipitação, estando entre 350mm a 390mm, para nove coletas. Já os pontos 1, 2, 6 e 7 foram os que acumularam maior índice pluviométrico, entre 400 e 550mm.

Segundo Doorenbos (1994), Abba (2010) e Embrapa (2012), a batateira é uma das plantas mais sensível ao estresse hídrico. Mesmo pequenos períodos de estiagem, podem ser prejudiciais à cultura. O rendimento também é dependente, o excesso de água, que reduz a aeração do solo, provoca a lixiviação de nutrientes e aumenta a incidência de doenças.

A figura 17 expõe a precipitação acumulada para cada estágio fenológico da planta.

Figura 17: acumulo de precipitação por estagio fenológico da batata



Estádios	Precipitação no estágio I (mm)	Precipitação no estágio II (mm)	Precipitação no estágio III (mm)	Precipitação no estágio IV (mm)	Total de precipitação (mm)
Pontos					
1	75	138	52	270	535
2	73,6	135,43	51,61	271,27	531,91
3	20,1	40,76	41,33	254,78	356,97
4	49	42,5	41,5	255	388
5	39,64	40,3	40,87	259,3	380,11
6	20,5	40,18	39,91	248,55	349,14
7	73,32	134,85	51,98	270,97	531,12

Fonte: dados de campo

Org.: BEREZE,2016

Como podemos observar na Figura 17, no estágio I a maior concentração de precipitação se dá nos pontos 1, 2 e 7, ficando acima de 70mm, enquanto nos demais pontos o acumulo de precipitação variou de 20mm a 49mm. De acordo com Tavares (2002), Abba (2010) e Embrapa (2012), nesse período, que vai do plantio a brotação, a necessidade de água é mínima. Nesse estágio o excesso de água pode reduzir a aeração do solo, o que leva a batata a um estresse metabólico. Já a falta pode ocasionar a queima de brotos, retardar a emergência e acarretar falhas de estande.

No segundo estágio os pontos 1, 2 e 7 continuam com o maior acumulado de precipitação (acima de 130 mm) enquanto os demais pontos com precipitação em torno de 40mm. Devemos ressaltar, entretanto, que nessa fase de desenvolvimento da planta, à medida que a parte aérea se desenvolve, aumenta a demanda hídrica planta e a deficiência hídrica nesse período limita o crescimento.

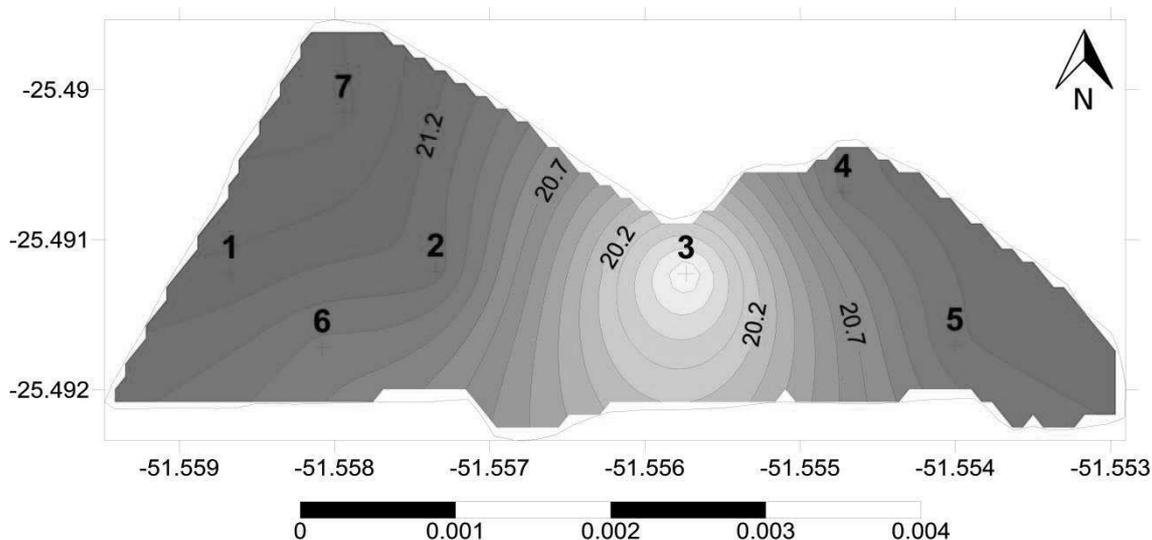
O estágio III é o mais crítico, em que o estresse hídrico pode levar a perda de produção. Nesse caso a falta de água, principalmente no início da tuberização, reduz o número de tubérculos por planta.

Em cultivares com tendência à formação de muitos tubérculos, condições de alta umidade podem aumentar o número de tubérculos por planta, diminuindo o tamanho. Nesse estágio em particular, os pontos analisados não mostraram grande variação no acúmulo de precipitação, estando todos entre 39mm e 52mm.

Analisando o último estágio da batata, podemos observar que o acúmulo de precipitação para este período variou entre 248mm a 270mm. Nessa fase a necessidade hídrica da planta aumenta significativamente, devido ao rápido crescimento da parte aérea e acúmulo de fotossintados nos tubérculos. Nesse estágio a falta de água é decisiva, se a planta receber quantidade de água suficiente e o solo apresentar condições ideais de umidade, estes favorecem tubérculos maiores, maior teor de amido, melhor qualidade culinária e conservação.

A temperatura dentro do talhão variou entre 19.7°C e 21.5°C. Essa variação da distribuição de temperatura se deu de forma equivalente à da precipitação. Os pontos 7, 6, 1 e 2 apresentaram as mais altas temperaturas, e os pontos 3 e 4 as menores, porém o que chama atenção foi o ponto , aonde a temperatura se apresenta semelhante aos primeiros pontos descritos. Tal fato pode ser constatado ao observar na figura 18:

Figura 18: Distribuição da média de temperatura dentro da área de estudo.

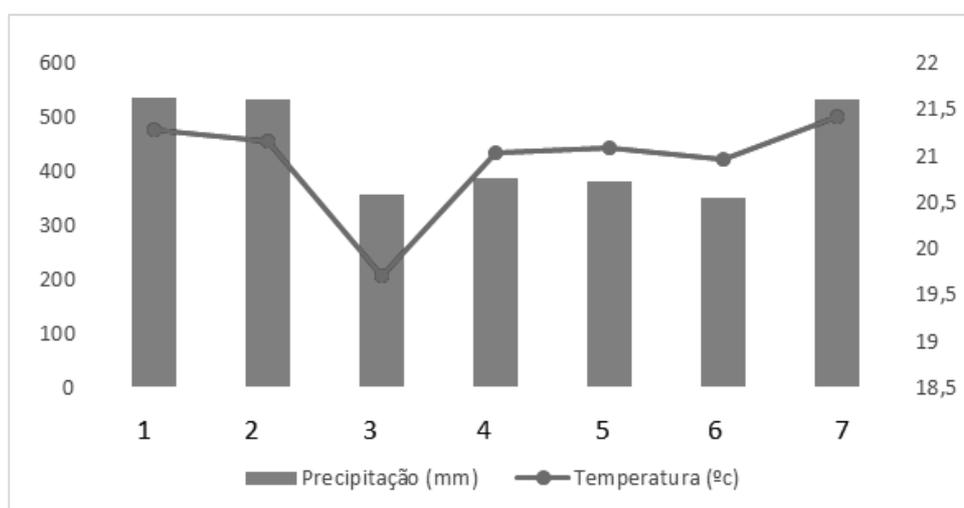


FONTE: Coleta de dados

ORG: autora,2015

Ao analisar a temperatura e a precipitação (gráfico 8) é possível constatar que nos pontos onde a temperatura está mais elevada a precipitação obedece a mesma tendência e nos pontos 3 e 6, com temperatura menor, as precipitações acumuladas também são menores em relação aos demais pontos.

GRÁFICO 8: Relação entre precipitação e temperatura na área de estudo.

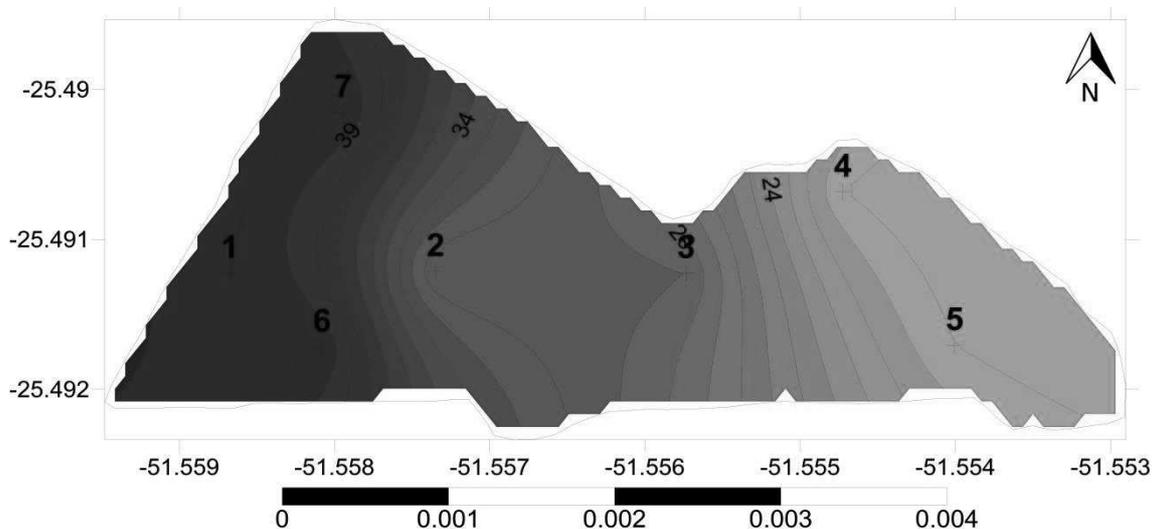


FONTE: Coleta de dados

ORG: autora,2015

Entretanto, o resultado mais importante para a investigação realizada na Fazenda Norikum é que em uma área de 11,6 hectares houve uma produção de 90 toneladas de batata. Durante o processo de colheita, foi possível constatar, de acordo com a pesagem da produção, que a concentração da produção (maior produtividade) se deu nos pontos 6, 1 e 7, totalizando 40 toneladas. Nos pontos 2 e 3 a produção foi de 30 toneladas, enquanto que nos pontos 4 e 5, foi colhido apenas 20 toneladas (figura 19).

Figura 19: distribuição da produtividade na área de estudo.



FONTE: Coleta de dados

ORG: autora,2015

Dessa forma, ao observar a distribuição da precipitação e da produtividade podemos constatar que nas áreas com maior concentração de precipitação, a produtividade foi maior. Isso confirma a afirmação de ABBA (2003) de que: “A batata é uma cultura que tem o seu desenvolvimento e produtividade intensamente influenciados pelas condições de umidade do solo”.

Podemos que essa relação comprova definitivamente a influência da precipitação da produtividade da batata, pois a área utilizado para a investigação “in loco”, não foi irrigada e, portanto, todo a recarga hídrica ocorrida foi natural.

Na figura 15 observamos a possível explicação para a menor produtividade estar associada a menor concentração de precipitação. Essa diferença, embora muito pequena, pode ter influenciado durante os estádios nos pontos 3, 4 e 5, pois a cultura reage de forma negativa ao menor estresse hídrico. Sendo assim, as áreas com maior precipitação propiciam ao tubérculo um desenvolvimento mais acentuado (ABBA, 2010).

Outro fator importante, também investigado, foi a qualidade do solo, que na propriedade foi caracterizado segundo SiBCS (2014) como Latossolo Bruno. Esses tipos de solo são comuns principalmente nas áreas elevadas dos planaltos do Sul do Brasil. Se desenvolvem devido a fatores únicos como: clima subtropical, grande acúmulo de precipitação durante todo o ano, temperaturas amenas e baixa declividade.

Uma das características da produção de batata no Brasil é que a cultura nunca é plantada em uma mesma área. A busca de novos campos de cultivo é devido, principalmente, à alta ocorrência de doenças de solo, déficit de macro e micronutrientes, o que compromete sua sustentabilidade da planta.

O Plantio contínuo de batata em mesma área resulta em até 58% das plantas apresentando lesões no caule causadas por *Rhizoctonia solani* e o não enchimento dos tubérculos por insuficiência de nutrientes essenciais a seu desenvolvimento. Dessa forma, a impossibilidade de se cultivar a batata sucessivamente na mesma área motiva o contínuo deslocamento da cultura, sempre à procura de solos não cultivados e livres de patógenos. (HONEYCUTT; CLAPHAM; LEACH, 1996).

Segundo ABBA,(2007) os nutrientes básicos para o desenvolvimento da batata, são o zinco (**Zn**), manganês(**Mn**), ferro(**Fe**) e boro (**B**), além das bases cálcio (**Ca**), magnésio (**Mg**), potássio (**K**), e sódio (**Na**). Estes foram levantados em análises químicas de solo de 6 amostras distintas (Tabela 2), a qual possibilitou entender a dinâmica dos micronutrientes, bem como das bases do solo. Esse procedimento normalmente é reptido para cada ponto de coleta, o que permitiu a correção da deficiência que podera ter alterado a produção da área.

**Tabela 2 : Análise química do solo\*\***

Macro e micronutrientes	Ideal	Pontos*		
		2-3	4-5	6-7
Nitrogênio	3,0-5,0	2,935	7,5	0,905
Fosforo	0,3-0,5	0,4	0,6	0,405
Potássio	4,0-6,5	4,18	5,85	4,92
Cálcio	0,5- 1,5	2,125	2,435	2,45
Magnésio	0,1-0,3	14,01	52,205	19,715
Boro	0,6-1,5	0,54	0,54	0,515
Zinco	3,0-5,0	6,315	30,775	7,705
Ferro	2,0-4,0	30,17	40,915	38,295
Cobre	1,3-2,0	2,105	12,7	5,785
Manganês	1,7-2,1	32,61	41,93	34,68
Produção total (toneladas)		30	20	40

\* Não foram realizadas análise do ponto 1 por estar muito próximo dos pontos 6 e 7.

\*\* dados coletados em campo e analisados por LABORSOLOS.

Fonte: EMBRAPA (1990) apud ABBA (2007)

ORG: BEREZE,2015

Com a análise da tabela 2 podemos observar os índices de macro e micronutrientes encontrados nos pontos de coletas e compará-los com os índices ideais definidos por EMBRAPA (1990) apud ABBA (2007), nos quais pode-se constatar uma oscilação entre os pontos. Cabe destacar que em todos os pontos o Boro encontra-se abaixo do indicado

Na média obtida nos pontos 2 e 3, com exceção de Boro e Nitrogênio, os demais micro e macro nutrientes encontram-se acima dos índices ideais. O mesmo se repete para os pontos 6 e 7, enquanto os pontos 4 e 5 apenas o Boro está abaixo do necessário.

Sendo assim, os índices de macro e micronutrientes em cada ponto não apresentam grande variação, estando seus níveis de suficiência entre médio e alto, o que indica que em nenhum dos pontos ocorre falta de bases ou de micronutrientes essenciais ao desenvolvimento da batata.

A fase em que a batateira mais demanda por Boro ocorre logo após o início da formação de tubérculos, aos 34 DAP, enquanto a maior exigência por Ferro e Manganês inicia-se a partir dos 42 DAP e vai até 63 DAP.

O Cobre e o Zinco são absorvidos em maiores proporções a partir dos 64 DAP até o final do ciclo.

Esses indicadores, apesar de heterogêneos, não tem influência significativa na produtividade. Saratto (2011) destaca que a na cultivar Ágata, consegue obter o maior acúmulo desses elementos, sem prejuízo á produtividade. Já as demais cultivares acumula quantidade semelhante de Manganês nas folhas durante o ciclo.

## **Considerações Finais**

No decorrer do estudo realizado a primeira investigação focou a variabilidade pluviométrica para o município de Guarapuava e sua relação com episódios de el niño/la niña, em que foram constatados cinco episódios de La Niña e sete de El Niño, totalizando 12 anos.

Dentre a série de 24 anos, apenas seis eventos apresentaram correlação com a precipitação de Guarapuava, salientando que o ano de 1990 está em um período tido como normal, 2003 e 2009 de El Niño fraco, 1994 de El Niño moderado, 1997 de El Niño forte e 2001 de La Niña moderada. Dessa forma, percebe-se que dos seis anos com correlação apenas um foi considerado normal, o que evidencia a influência marcante do ENOS nesse processo.

Na análise realizada apenas com os períodos de safra da batata, fica claro a correlação entre a TSM e a precipitação para o período estudado, pois ocorreram 12 episódios do ENOS (tanto El Niño como La Niña), independente de sua intensidade, dos quais sete anos mostraram correlação, totalizando mais de 58% de eventos relacionados com a precipitação.

Mesmo sabendo que o tubérculo é dependente da precipitação, as análises nos mostraram que as correlações, apesar de existirem não são homogêneas e a safra se manteve em ascendência durante todos os 24 anos. Cabe salientar que em conversa com os produtores da região foi destacado que este crescimento exponencial é devido a combinação de melhoria nas técnicas e manejo utilizados em campo. Portanto, a variável climática não atua

sozinha nesse processo, mas exerce alguma influência, principalmente em propriedades menores e com menor possibilidade de utilização de técnicas e equipamentos modernos.

Já na comparação dos dados obtidos *in loco* pudemos perceber que a produção da batata apresentou uma boa relação com a precipitação. Isso foi comprovado pela inequívoca relação da maior produtividade em pontos com maior precipitação e temperaturas acima de 20°C. Cerca de 45% da safra total ocorreu nessas áreas. Além disso, essa influência só possível de ser identificada porque o produtor não utilizou irrigação durante o cultivo.

Portanto, é possível afirmar que no município de Guarapuava houveram seis anos de correlação entre precipitação e TSM para o período estudado. Entretanto, ao se analisar uma propriedade específica durante todo o período de uma safra (2014/15), essa relação foi sistemática. Esse fato permite afirmar que as precipitações e temperaturas influenciam no desenvolvimento e produtividade agrícola da batata, mas isso só é percebido quando se faz uma análise mais qualitativa, avaliando uma propriedade que se conheça o tipo de solo e as limitações das técnicas de manejo.

Podemos destacar que os dados históricos de produtividade são totais gerais, relativos a dezenas de produtores, dificultando encontrar um padrão para correlacionar com a TSM. Isso ocorre pelo fato das propriedades serem heterogêneas, ou seja, não possuem o mesmo tipo de solo, variabilidade na temperatura, e espacialização da chuva. Além desses fatores não há dados disponíveis sobre a localização e a quantidade das áreas que produzem batata no município.

Concluiu-se que apesar das correlações não serem lineares, é perceptível que nas comparações estabelecidas entre a TSM e a precipitação existe a influência do El Niño, independente de sua intensidade, cerca de 80% das anomalias de precipitação no período estudado podem ser justificadas pela ocorrência desse fenômeno.

A correlação direta do el niño/la niña com a precipitação foi percebida, mas não influenciou sistematicamente na produtividade da bata e isso se

explicada pelo fato de que os períodos de safra serem distintos dos períodos em que ocorrem o ENOS. Sua relação direta com a produtividade da batata não foi linear, mas o aumento ou diminuição da chuva está relacionada com o evento e quando isso ocorre em estádios mais sensíveis da produção da batata, a relação foi encontrada.

## Bibliografia

ALDRICH, John H. (1995), "Correlations Genuine and Spurious in Pearson and Yule". *Statistical Science*, 10, 4: 364-376.

ANDRADE, A. R. E. NERY, J. T. (2002) *Análise Preliminar da Precipitação Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí*. Anais do XII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, p. 1120-1125. Foz do Iguaçu, PR

anomalies in Uruguay and southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic oceans. *Journal of Climate*, Boston, v. 11, n. 2, p. 251-271, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA (ABBA). 2002 **Batata Brasileira: área, produção e produtividade**. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/Brasil\\_area.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/Brasil_area.htm)>. Acesso em: 10 abr. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA (ABBA). 2003 Associação Brasileira de Batata. **Manejo da irrigação na batata**. Disponível em: [http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista08\\_010.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista08_010.htm). Acesso em: 26 jan. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA (ABBA). 2008 Associação Brasileira de Batata. **Botânica**. Disponível em: [http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/abatata.asp?id\\_BAT=1](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/abatata.asp?id_BAT=1). Acessado em: 15 abr. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA (ABBA). 2012 Associação Brasileira de Batata. **Batata em Guarapuava**. Disponível em: [http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista14\\_008.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista14_008.htm). Acessado em: 18 jan. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA (ABBA). 2013 Associação Brasileira de Batata. **Batata, História**. Disponível em: <http://abbabatatabrasileira.com.br/historia.htm>. Acesso em: 26 jan. 2014.

associated with the El Niño / Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, v.115, p. 1606-1626, 1987.

AYOADE, J. – **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: DIFEL, 1985. 332p.

BANDINELLI, M. G. Micropropagação e miniestaquia na propagação de batata.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2009. 59 p.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. *El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003. 110 p.

Bohl WH and Johnson SB (eds.) Commercial Potato Production in North America, P. 67–72. **The Potato Association of America Handbook**,

**Supplement** Vol. 57 of USDA Handbook 267. Orono, ME: The Potato Association of America. 2010. Disponível em:

<[http://potatoassociation.org/documents/A\\_ProductionHandbook\\_Final.p](http://potatoassociation.org/documents/A_ProductionHandbook_Final.pdf)

[df](http://potatoassociation.org/documents/A_ProductionHandbook_Final.pdf)> Acessado em 20 maio 2014.

Brasil em eventos El Niño. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 9., 1996, Campos do Jordão, SP. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia; Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996b. v. 2, p. 1098-1102.

Cane, M.A; Eschel, G.; Buckland, R.W. Forecasting Zimbabwean maize yield using eastern equatorial Pacific sea surface temperature. **Nature**, v.370, p.204-205, 1994.

CIP, centro internacional de la papa. Disponível em <http://cipotato.org/>. Acessado em: 03 mar. 2014

connections with the Southern Oscillation. **Theoretical Applied Climatology**. v. 42, n. 2, p. 81-91, 1990.

CUNHA, G.R. *El Niño Oscilação Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil*. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 277-284, jul – dez, 1999

Departamento de Engenharia Química, “Características e propriedades do PVC”, UFBA, 1997, disponível em:

<http://www.deq.eng.ufba.br/polimeros/pvc.html>. Acessado em 27 ago. 2015

Diaz, A.F.; Studzinski, C.D.; Mechoso, C.R. Relationships between precipitation DOORENBOS, J.; KASSAM, A.M. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: RFPB, 1994. p. 40. (FAO. Estudos – Irrigação e Drenagem, 33).

FAO, Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acessado em: 02 fev. 2014

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2.ed. Viçosa : UFV, 2003.

Fontana, D.C.; Berlato, M.A. Influência do El Niño oscilação sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 127- 132, 1997.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. ENSO years based on OCEANIC Niño Index (ONI). Disponível em: <http://ggweather.com/enso/oni.htm> . Acesso em 20ago de 2008

GRIMM, A.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. *Precipitation anomalies Southern Brasil. Associated with El Niño and La Niña events*. *Jornal of climate*, Boston, v.11, p.2863- 2880, NOV., 1998.

Grimm, A.M.; Teleginski, S.E. ; Freitas, E.D. Anomalias de precipitação no sul do

Grimm, A.M.; Teleginski, S.E.; Costa, S.M.S. Anomalias de precipitação no sul do Brasil em eventos La Niña. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 9., 1996, Campos do Jordão, SP. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia; Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996a. v. 2, p. 1113-1117.

Hardaker, J.B.; Huirne, R.B.M.; Anderson, J.R. **Coping with risk in agriculture**.

HAWKES, J.G. Origins of cultivated potatoes and species relationships In: BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R (Ed.). **Potato Research**. Cambridge: CAB Internacional, 1993. P. 3-42.

HONEYCUTT, C. W., CLAPHAM, W. M., LEACH, S. S. Crop rotation and N fertilization effects on growth, yield, and disease incidence in potato. *American Potato Journal*, Orono, v.73, p.45–61, 1996.

HULME, M.; BARROW, E.M.; ARNELL, N.W.; HARRISON, P.A.; JOHNS, T.C.; DOWNING, MORAES, Relative impacts of human-induced climate change and natural climate variability. *Nature*, v.397, p.688-691, 1999.

IAPAR. Dados Meteorológicos. Estação Agro Meteorológica Da Cidade De Guarapuava –PR. Londrina, 2003.

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1612>>. Acesso em: 14 jan. 2014.

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE), 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=410940> . Acesso em: 02 fev. 2014

- KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudio de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p.
- Kousky, V.E.; Kayano, M.T.; Cavalcanti, I. F. A. A review of the southern oscillation oceanic atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus**, v.36, p. 490-504, 1984.
- LIMA "Caracterização geomorfológica preliminar da bacia do Rio das Pedras, Guarapuava – PR" **Geografia**, v.24, n.2, p.37-51, 1999.
- LOBODA, C. R. Práticas Socioespaciais e Espaços Públicos em Guarapuava-Pr. 2008. 352 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.
- MAACK, Reinhard Geografia Física Do Estado Do Paraná. 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.
- MARENGO, J. A; OLIVEIRA, G. S. Impactos do fenômeno La Niña no tempo e clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação do La Niña 1998/1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, 1998. Brasília, DF. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998. 1 CDROM
- MARENGO, J.A.; SOARES, W.R. Impacto das mudanças climáticas no Brasil e possíveis futuros cenários climáticos: síntese do terceiro relatório do IPCC. In: TUCCI, C.E.M.; BRAGA, B. (Ed.). Clima e recursos hídricos no Brasil. Porto Alegre: ABRH, 2003. p.209-242.
- MELO, P.C.T.; PINTO, C.A.B.P.; GRANJA, N.P.; MIRANDA FILHO, H.S.; SUGAWARA, A.C.; OLIVEIRA, R.F. Análise do crescimento da cultivar de batata "Ágata". In: **43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 43. Anais do 43º Congresso Brasileiro de Olericultura**, Recife: ABH, v.21, p.323-324, 2003.
- MENDONÇA, F. A. A contribuição do zoneamento climático na elaboração de diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas: o exemplo da Bacia do Rio Tibagi/PR. **Boletim Climatológico** (Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP), Presidente Prudente, São Paulo, 1997
- MILANESI, M.A; GALVANI, E. Pluviômetro Experimental Para Áreas Remotas. In: GALVANI, E et al. (Org.). **Climatologia Aplicada Resgate Aos Estudos De Caso**. 1.ed.- Curitiba, PR: CRV, 2012
- MONTEIRO, C. A. F. **O clima da região Sul**. Região Sul. Tomo I. Biblioteca Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1963.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento – conjunturas sobre o caso brasileiro**. São Paulo: IGEOG-USP, 1981 (Série Climatologia n.º 10).
- NOAA. ENSO: Cold and warm episodes by season Disponível em. [http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/insostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/insostuff/ensoyears.shtml)> Acessado em 10 jun. 2010.
- OLIVEIRA, G. S.; SATYAMURTY, P. O El Nino de 1997/98: Evolução e impactos no Brasil. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE

- METEOROLOGIA, 10, 1998, Brasília, DF. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998. 1 CDROM
- Oxon: CAB International, 1997. p.274.
- PEREIRA, S.A.; DANIELS, J. (Eds.). O cultivo da batata na região Sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 567 p.
- PEREIRA, S.A.; DANIELS, J. (Eds.). O cultivo da batata na região Sul do Brasil. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003. 567 p.
- Rao, V.B.; Hada, K. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and RECCANELO, V. Produção de batata na região de Guarapuava-PR. **Revista Batata Show**, n.14. Ano 6, Abril de 2006.
- REIS, J.C.S. **Cultivo de batata cv. Ágata sob diferentes doses fontes e concentrações de adubação potássica**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Vitória da Conquista: UESB, 2008. 61p.
- Ropelewski, C.F.; Halpert, M.S. Global and regional scale precipitation patterns Rosenzweig C., Philips J., Goldberg R., Carroll J., Hodges T. (2002). Potential impacts of climate change on citrus and potato production in the US. *American Journal of Potato Research* 20, 259–270.
- Rossetti, L.A. Reduzindo os riscos da agricultura e propiciando indicadores confiáveis para um desenvolvimento regional sustentável, Seminário Brasileiro de Zoneamento Agrícola, 1., 2002. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://masrv54.agricultura.gov.br/anais/seminario.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2003.
- SANTOS, Maria J. Z. dos. Mudanças climáticas e o planejamento agrícola. In: SANT'ANNA NETO, J.L.; Zavatini, J. A. **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem, 2000. 259p. p.65-80
- Silva, J.F. **El Niño, o fenômeno climático do século**. Brasília: [S.n.], 2000. p. 139.
- STRECK, N.A.; PAULA, F.L.M. de; BISOGNIN, D.A.; HELDWEIN, A.B.; DELLAI, J. Simulating the development of fieldgrown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v.142, p.1-11, 2007.
- STRUIK, P.C.; VREUGDENHIL, D.; VAN ECK, H.J; BACHEM, C.W; VISSER, R.G.F. Physiological and genetic control of tuber formation. **Potato Research**, v.42, p.313-331, 1999.
- TAVARES, S. **Tuberização**. 2002. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista05\\_015.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista05_015.htm)>. Acesso em 02 dez. 2010.
- TAVARES, S. Tuberização. **Batata Show**, nº 5, Ano 2. Setembro de 2002.
- TAVARES, Silvio Cultura da Batata / Silvio Tavares, Paulo R.C. Castro e Paulo C. T. de Melo. - Piracicaba : ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2002. 29 p. : il. (Série Produtor Rural, 18)

TAVARES, Silvio e MELO, Paulo C.T. Cultura da Batata. Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca e documentação, (**SERIES PRODUTOR RURAL,18**), 29p., 2002.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003. 106 p.

TRENBERTH, K.E. (1997). The definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorology Society, Boston, v.78, n.12, p.2771-77.

Uvo, C.B.; Repelli, C.A.; Zebiak, S. A study on the influence of the pacific and Atlantic SST on the northeast Brazil monthly precipitation using singular value decomposition (SVD). In: International Training Course on Practical and Theoretical Aspects of Short Term Climate Prediction, 1., Columbia, apr. 1993 – jan. 1994. **Report...** São José dos Campos: INPE, 1994. p.30.

WONS, I. **Geografia do Paraná**. Curitiba: Ensino Renovado, 1994.