

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**MIGRANTES AMBIENTAIS:
MOVIMENTOS MIGRATÓRIOS, DERIVADOS DA
ESTIAGEM NA REGIÃO DE SANTO CRISTO/RS**

Vicente de Seixas Grimberg

Porto Alegre

Julho/2013

Vicente de Seixas Grimberg

Migrantes Ambientais: Movimentos Migratórios, Derivados da Estiagem na Região de Santo Cristo/RS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia no Departamento de Geografia da Universidade Federal do RS.

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Eliseu Aquino

Banca Examinadora

Prof. MSc. Fernando Pohlmann Livi (UFRGS – Depto. de Geografia)

Prof. MSc. Ricardo Burgo Braga (UFRGS – Depto. de Geografia)

Porto Alegre

Julho/2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

INSTITUTO DE GEOCÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Grimberg, Vicente de Seixas

Migrantes Ambientais: movimentos migratórios, derivados da estiagem na Região de Santo Cristo/RS. / Vicente de Seixas Grimberg - Porto Alegre : UFRGS, 2013.

[62 f.] il.

Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia. – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2013.

Orientador: Francisco Eliseu Aquino

1. Estiagem. 2. Migrantes Ambientais. 3. Precipitação Pluviométrica. 4. Santo Cristo, Rio Grande do Sul. I. Título.

CDU: 911

Catálogo na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Renata Cristina Grun CRB
10/1113

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus do Vale Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - Brasil CEP:

91501-970 / Caixa Postal: 15001

Fone: +55 51 3308-6329

Fax: +55 51 3308-6337

E-mail: bibgeo@ufrgs.br

“Os sonhos fluem pela terra natal e se alimentam de esplendor. Sonhos transportam desejos e os guiam quando você está triste. Os sonhos transportam aqueles que precisam sair da cidade”.

Neil Peart

RUSH - Middletown Dreams

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a todo o corpo docente do IGEO, que possibilitaram a conclusão desta etapa;

Por ser graduando em uma universidade pública, não poderia deixar de agradecer àqueles que financiaram esta formação: a sociedade brasileira. Todos os dias, vemos notícias estarrecedoras do desvio e do mau emprego do dinheiro arrecadado dos altos impostos que pagamos. Felizmente, uma parte do valor, ainda que insuficiente, é aplicada em educação e manutenção das instituições públicas de ensino. Minha graduação decorre dessa parte do Brasil que funciona. Formado, espero poder retribuir, ajudando a fazer a outra parte do Brasil funcionar, também;

Gostaria de agradecer à minha esposa, Tatiana, e à minha filha, Maria Eduarda, pela paciência em suportar as noites de ausência, enquanto eu assistia às aulas. Mas, principalmente, pelo amor, carinho, incentivo e apoio incondicional que tive delas, a todo instante, e que terei, certamente, por toda a vida;

Aos meus pais, Jessé e Vera, por nunca terem desistido de mim, sendo minhas âncoras mesmo nos momentos difíceis e nas escolhas erradas; pela sabedoria acumulada e repassada; por serem a bússola que sempre vai orientar meus passos; e por serem os transmissores dos mais nobres e retos valores que uma pessoa pode absorver. Obrigado por serem meus pais.

Aos meus irmãos Diogo e Daniela, pela convivência de uma vida; pelas brincadeiras; pelas conversas; pelo amor, carinho, respeito, fraternidade e cumplicidade;

Ao meu grande amigo Jorge Feio, companheiro de acaloradas discussões políticas, econômicas, filosóficas, musicais, existenciais, metafísicas e gastronômicas;

Ao meu amigo e chefe José Luiz, pelo apoio, compreensão e motivação em questões que transcendem ao ambiente de trabalho e dão força para, simplesmente, “seguirmos em frente”;

A todos os colegas e amigos de PMPA, pelo convívio, experiência e conhecimento que trocamos, diariamente.

Ao Engenheiro Químico Eduardo Fleck, por oportunizar e orientar o estágio obrigatório da disciplina de Estágio Profissional em Geografia.

Aos meus colegas de bandas, que me ajudam, através da música, a renovar meu espírito: Ronaldo, Richiardi, Jackson Tomaz, Jackson Spindler, Alcemir Souza, Rodrigo Massia, Cram, Zezo, Vinicius Dexter, Cesar Lopes e Michael Corrêa.

Aos grandes amigos e colegas Cristian e Almiro, pela parceria em, praticamente, todos os trabalhos em grupo que tivemos ao longo do curso, ajudando-nos, uns aos outros, em busca deste objetivo que ora se concretiza;

Aos demais colegas e amigos de faculdade: Nilmar, Caetano, César, Melina, Rosa, Mônica, Luciano, Felipe Schwarz, Felipe Viana, Jurley, Fernanda, Cléo, Lucile e tantos outros que participaram, ativamente, desta formação;

Ao professor Roberto Verdum, pelo conhecimento e apoio recebidos desde o início curso;

Gostaria de fazer um agradecimento especial ao professor Francisco Eliseu Aquino, que orientou, magistralmente, esta pesquisa, lançando luzes onde havia escuridão, e conforto e incentivo onde havia dúvidas e angústias. Obrigado pelo aceite da orientação deste trabalho e, mais do que isso, pela confiança e solicitude demonstrada desde o princípio deste desafio.

RESUMO

A escassez hídrica pode comprometer, significativamente, o desenvolvimento de um município ou região. Eventos de estiagem têm sido cada vez mais recorrentes no Rio Grande do Sul, sobretudo em sua porção Noroeste. Nesse sentido, um dos municípios mais afetados pela deficiência de precipitação pluvial é Santo Cristo, cujo resultado econômico depende, em grande parte, das culturas sazonais de soja e milho. Muitos estudos têm sido desenvolvidos, buscando compreender a variabilidade de precipitação pluvial e a ocorrência de extremos climáticos, como a estiagem. Este estudo busca analisar a ocorrência de estiagens em Santo Cristo, relacionando-as a questões econômicas e demográficas regionais, lançando mão do conceito de Migração Ambiental, pouco empregado nos trabalhos científicos. Anualmente, foram considerados os meses de dezembro a março, período de maturação e colheita das culturas sazonais de soja e milho, de 1990/1991 a 2010/2011. Verificou-se a tendência de incremento de $0,06^{\circ}\text{C a}^{-1}$ da temperatura e um decréscimo de $-1,40 \text{ mm a}^{-1}$ da precipitação pluvial no município. No período de 21 anos considerado, verificou-se a ocorrência de 12 anomalias negativas de precipitação. O desempenho de rendimento da soja e do milho acompanhou as variações de precipitação pluvial, apresentando quebra de safra em períodos de fortes estiagens e de aumento em períodos de precipitação ligeiramente acima da normal. Houve uma ligeira predominância de eventos La Niña (8), seguida de El Niño (7) e condições normais (6). A condição de aquecimento e escassez hídrica agravou-se na última década e afetou o PIB agropecuário municipal, que registrou perdas de R\$ 7 milhões e R\$ 2 milhões nas estiagens de 2004/2005 e 2008/2009, respectivamente. Ao mesmo tempo, a população rural do município tem decrescido constantemente, passando de 13.137 habitantes, em 1970, para 6.595, em 2010, configurando-se em uma redução de 50%. A metodologia proposta neste trabalho mostrou-se eficiente ao estabelecer uma relação entre condições atmosféricas e questões socioeconômicas, com reflexo em movimentos demográficos migratórios.

Palavras-chave: Estiagem – Migrantes Ambientais – Precipitação Pluviométrica – Santo Cristo

ABSTRACT

Water scarcity may affect significantly the development of a city or region. Drought events have been increasingly recurrent in Rio Grande do Sul, especially in its northwestern portion. In this sense, one of the cities most affected by the deficiency of rainfall is Santo Cristo, whose economic outcome depends, in large part, on the seasonal crops of soybeans and corn. Many studies have been developed, aiming to understand the variability of rainfall and the occurrence of extreme weather such as drought. This study seeks to analyze the occurrence of droughts in Santo Cristo, relating them to regional economic and demographic issues, making use of the concept of Environmental Migration, uncommonly used in scientific work. Annually, we considered the months from December to March, the period of maturation and harvesting of seasonal crops of soybeans and corn, from 1990/1991 a 2010/2011. There was a tendency of increase of $0.06\text{ }^{\circ}\text{C a}^{-1}$ temperature and a decrease of -1.40 mm a^{-1} of rainfall in the city. At the considered 21-year period there were 12 negative precipitation anomalies. The performance yield of soybean and corn followed the variations in rainfall, with crop failure in times of drought and strong increase in rainy slightly above normal. There was a slight predominance of La Niña (8), followed by El Niño (7) and normal (6) events. The condition of heating and water scarcity has worsened in the last decade and affected the agricultural performance, which recorded losses of R\$ 7 million and R\$ 2 million in the droughts of 2004/2005 and 2008/2009, respectively. At the same time, the rural population of the city has decreased steadily from 13,137 inhabitants, in 1970, to 6,595 in 2010, becoming in a reduction of 50%. The methodology proposed in this study was effective in establishing a relationship between weather conditions and socioeconomic issues, reflected in migratory population movements.

Keywords: Drought – Environmental Migrants – Rainfall – Santo Cristo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1.	Tema da Pesquisa.....	13
1.2.	Área de Estudo.....	14
1.3.	Objetivo.....	16
1.3.1.	Objetivo Geral.....	16
1.3.2.	Objetivos Específicos	16
1.4.	Justificativa.....	16
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1.	Clima e Tempo	18
2.1.1.	Mudanças Climáticas	19
2.1.2.	El Niño Oscilação-Sul (ENOS).....	21
2.1.3.	Estiagens.....	25
2.2.	A Influência do Clima na Agricultura do NW do RS	27
2.3.	Impactos Socioeconômicos da Estiagem	31
2.3.1.	Vulnerabilidade Social da População de Santo Cristo.....	33
2.4.	Migrantes Ambientais.....	34
3.	METODOLOGIA	37
3.1.	Obtenção de Dados.....	37
3.1.1.	Dados Socioeconômicos e Demográficos	37
3.1.2.	Dados de Produção Agrícola	37
3.1.3.	Dados Meteorológicos.....	38
3.2.	Tratamento Estatístico dos Dados	38
3.2.1.	Rendimento Normalizado	39
3.2.2.	Temperatura Média Mensal e Sazonal.....	39
3.2.3.	Precipitação Acumulada Mensal e Média Sazonal	39
3.2.4.	Anomalia de Precipitação Sazonal	40
4.	DADOS METEOROLÓGICOS	41
4.1.	Temperatura	41
4.2.	Precipitação Pluvial Sazonal.....	42

4.3.	Precipitação Pluvial Sazonal X Temperatura	42
4.4.	Anomalias de Precipitação Pluvial Sazonal.....	43
4.5.	Eventos de El Niño/La Niña	45
5.	DADOS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA	48
5.1.	SOJA: Rendimento	48
5.2.	SOJA: Anomalia de Rendimento.....	49
5.3.	MILHO: Rendimento.....	51
5.4.	MILHO: Anomalia de Rendimento.....	52
6.	DADOS SOCIOECONOMICOS	54
6.1.	População Rural.....	54
6.2.	Valor Adicionado Bruto (VAB) da Agropecuária em Santo Cristo.....	55
7.	CONCLUSÕES.....	57
7.1.	Considerações Finais	57
7.2.	Sugestões de Trabalhos Futuros	58
8.	REFERÊNCIAS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização de Santo Cristo no NW do RS.....	15
Figura 2: Localização de Santo Cristo no RS.....	15
Figura 3: Relação entre a temperatura global e emissão de CO ₂ - 1880-2010.....	20
Figura 4: Condição normal da relação oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical no final da primavera e verão no hemisfério sul.....	22
Figura 5: Condição La Niña da relação oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical no final da primavera e verão no hemisfério sul.....	23
Figura 6: Condição El Niño da relação oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical no final da primavera e verão no hemisfério sul.....	24
Figura 7: Tipos de estiagens e impactos relacionados.....	26
Figura 8: Anomalias de precipitação pluvial dos anos de El Niño no RS, no final da primavera e verão.....	27
Figura 9: Anomalias de NDVI médio nos anos de El Niño no Estado do RS, no final da primavera e verão.....	28
Figura 10: Anomalias de precipitação pluvial dos anos de La Niña no Estado do RS, no final da primavera e verão.....	28
Figura 11: Anomalias de NDVI médio nos anos de El Niño no Estado do RS, no final da primavera e verão.....	29
Figura 12: Anomalias normalizadas de rendimento de milho e de precipitação pluvial de outubro a fevereiro no RS no período de 75/76 a 94/95.....	30
Figura 13: Temperatura sazonal X temperatura média de 1990/1991 a 2010/2011.....	41
Figura 14: Precipitação pluvial sazonal média de 1990/1991 a 2010/2011.....	42
Figura 15: Precipitação pluvial sazonal média X temperatura média - 90/91 a 10/11.....	43
Figura 16: Anomalias de precipitação pluvial sazonal média - 90/91 a 10/11.....	44
Figura 17: Rendimento de produção de soja no município de Santo Cristo no período de 1991 a 2011.....	48
Figura 18: Precipitação pluvial x rendimento de produção de soja no período de 91 a 11 ...	49
Figura 19: Anomalias de rendimento de produção de soja no município de Santo Cristo - 1991 a 2011.....	50
Figura 20: Rendimento de produção de milho no município de Santo Cristo - 91 a 11.	51
Figura 21: Precipitação pluvial X rendimento de produção de milho - 91 a 11.....	52
Figura 22: Anomalias de rendimento de produção de milho no município de Santo Cristo - 1991 a 2011.....	53
Figura 23: Evolução da população rural do município de Santo Cristo – 1970-2010.....	54
Figura 24: Evolução do Valor Adicionado Bruto Agropecuário de Santo Cristo – 99-10.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Causas de perdas de safras no RS (1992 a 1997).....	32
Tabela 2: Anomalias de precipitação pluvial sazonal média (dezembro a março) - 1990/1991 a 2010/2011.....	44
Tabela 3: Anomalias de TSM do Pacífico tropical.....	46
Tabela 4: Anomalias de precipitação pluvial sazonal média (dez/jan/fev/mar) referente aos anos de 1990/1991 a 2010/2011 e associação a eventos de El Niño/La Niña	47
Tabela 5: Rendimento e anomalias de rendimento de produção de soja no município de Santo Cristo no período de 1991 a 2011.....	50
Tabela 6: Rendimento e anomalias de rendimento de produção de milho no município de Santo Cristo no período de 1991 a 2011.....	53
Tabela 7: Total de indivíduos e redução da população rural de Santo Cristo no período de 1970 a 2010.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

- ACNUR** – Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados
- AVHRR** – Advanced Very High Resolution Radiometer
- CCM** – Complexo Convectivo de Mesoescala
- CEMETE** – Centro Estadual de Meteorologia
- Cfa** – Clima Subtropical Úmido com Verão Quente
- CO₂** – Dióxido de Carbono
- COP** – Conferências das Partes da Convenção-Quadro da ONU Sobre Mudanças Climáticas
- EMATER** – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
- ENOS** – El Niño Oscilação-Sul
- FEE** – Fundação de Economia e Estatística
- FEPAGRO** – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do RS
- GEE** – Gases de Efeito Estufa
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Economia e Estatística
- IPCC** – Painel Intergovernamental de Mudança Climática
- NDVI** – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
- NOAA** – National Oceanic and Atmospheric Administration
- NW** – Noroeste
- OIM** – Organização Internacional para as Migrações
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- PIB** – Produto Interno Bruto
- PNUD** – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- RS** – Rio Grande do Sul
- TSM** – Temperatura Superficial do Mar
- VAB** – Valor Adicionado Bruto

1. INTRODUÇÃO

1.1. Tema da Pesquisa

Conforme a Classificação Climática de Köppen predomina no Rio Grande do Sul (RS) o tipo climático *Cfa*, temperado com chuvas regularmente distribuídas durante o ano e com verões quentes (Viana *et al.*, 2006). No entanto, a precipitação pluvial no estado caracteriza-se pela elevada variabilidade interanual e espacial, associada, em grande parte, à ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña, resultando em precipitações pluviais acima ou abaixo da média (Junges, *et al.*, 2012).

De acordo com estudos efetuados, o RS apresenta um incremento anual de precipitação na ordem de 8%, em média. No entanto, foi verificado que os desvios sazonais positivos tiveram comportamentos diferentes ao longo de cada estação do ano, sendo que um dos maiores desvios positivos anuais é observado no Noroeste (NW) do estado (Viana *et al.*, 2006).

Em que pese não haver déficit de precipitação média anual, costuma-se registrar déficit hídrico sazonal, sobretudo na região oeste, no verão. Há décadas o RS convive com ciclos de estiagem durante essa estação. Casos intensos do fenômeno ameaçam o abastecimento da população e a produtividade de algumas das principais culturas agrícolas sazonais, como soja, milho, fumo e feijão (Bertoldi, 2009).

Por outro lado, o NW do RS também sofre com períodos de chuvas intensas, afetando, igualmente, as populações dependentes, em grande parte, da produção primária, mais sensível às intempéries do tempo. Nessas regiões de vulnerabilidade econômica, a ocorrência de extremos climáticos redundam em devastadores efeitos socioeconômicos.

Não raro, as dificuldades impostas exigem que as pessoas busquem soluções alternativas de sobrevivência. Em muitos casos, essas condições favorecem o surgimento de um dos grupos sociais mais vulneráveis, afetados pelas alterações climáticas: os Migrantes Ambientais. Além da falta de recursos e dificuldades de adaptação, sofrem com o próprio impacto das mudanças do clima e enfrentam deslocamentos internos ou mesmo além de fronteiras nacionais (ACNUR).

Este trabalho propõe-se a verificar se há relação entre as dinâmicas climática e populacional na região do município de Santo Cristo, no NW do RS, situado a 18 km de Santa Rosa. O município é um dos mais afetados pelas constantes estiagens, estimadas em 7 na década entre 1999 e 2008 (Costa *et al.*, 2008).

1.2. Área de Estudo

Santo Cristo situa-se na mesorregião NW do RS (figuras 1 e 2), microrregião de Santa Rosa, distante, aproximadamente, 540 km da capital Porto Alegre. Limita-se ao sul com o município de Cândido Godói, ao norte com o de Alecrim, a leste com os municípios de Santa Rosa e Tuparendi e a oeste com Porto Lucena e Porto Vera Cruz.

O município abrange uma área de 362,6 km², com topografia ondulada e altitude média de 250 m, sendo a maior de 335 m. O relevo do município pode ser considerado de planalto e é banhado por dois rios, o Santo Cristo e o Amandaú, bem como diversos arroios. O arroio de maior importância é o arroio Monjolo, por percorrer a área urbana do município.



Figura 1: Localização de Santo Cristo no NW do Rio Grande do Sul. Fonte: EMATER, RS.

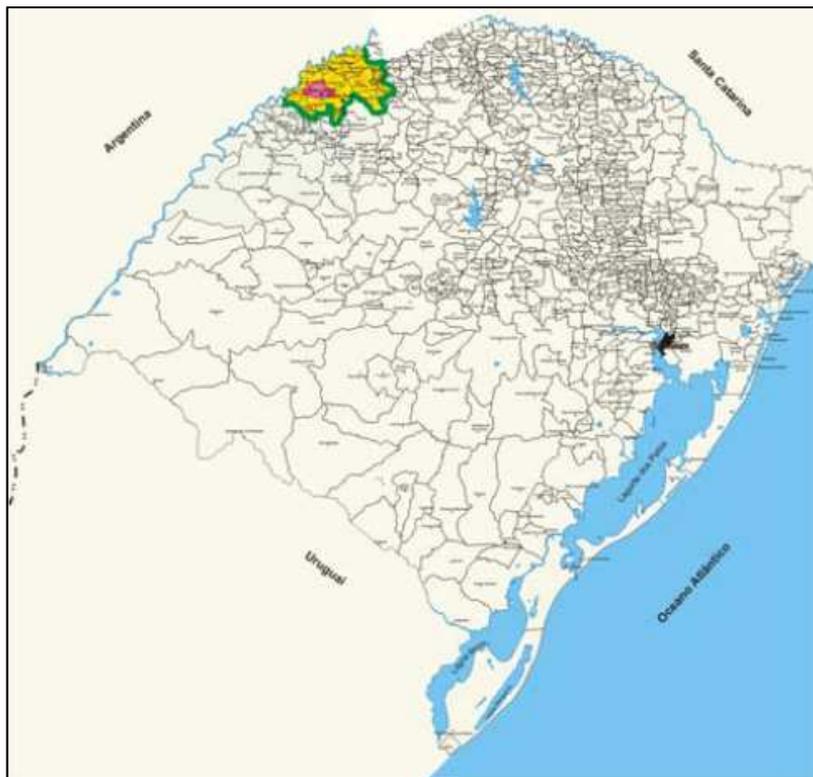


Figura 2: Localização de Santo Cristo no Rio Grande do Sul. Fonte: EMATER, RS.

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo Geral

Traçar um paralelo entre as dinâmicas naturais, populacionais e econômicas, na região de Santo Cristo, levantando a possibilidade de ocorrência de movimentos migratórios, motivados pela ocorrência de extremos climáticos de estiagem.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Oferecer uma sucinta caracterização climática e socioeconômica da região em estudo;
- b) Verificar os impactos demográficos e econômicos, decorrentes da estiagem, entre 1990 e 2011.
- c) Investigar as possíveis relações entre os aspectos populacionais e econômicos com a ocorrência de estiagens.

1.4. Justificativa

No RS, a produção científica sobre a questão do movimento populacional decorrente da ocorrência de extremos climáticos é praticamente inexistente. No entanto, o estado tem sido castigado por frequentes casos de estiagens, enchentes e inundações. Sendo assim, faz-se necessário verificar se existe relação entre deslocamentos populacionais e as dinâmicas ambientais no âmbito regional do RS.

Muitos municípios do Estado têm sofrido com intensidade os efeitos da ocorrência de extremos climáticos. A escolha de trabalhar-se sobre o município de Santo Cristo não foi aleatória. A cidade tem sofrido com recorrentes episódios de

estiagens nos últimos anos, sendo uma das regiões mais atingidas pela escassez sazonal de precipitação.

O resultado é que esse quadro ambiental é profundamente impactante sobre as vidas das pessoas, sobretudo pelo fato de a base econômica do município ser, predominantemente, apoiada sobre o setor primário, mais sensível às ações do tempo e do clima e delas dependente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Clima e Tempo

O clima de uma cidade é definido por Livi (2006), como o resultado do comportamento regular da rítmica e contínua sucessão de tempos atmosféricos ou meteorológicos que transitam sobre sua superfície por um longo período de tempo, sendo que tempo meteorológico é entendido como uma síntese das condições momentâneas e transitórias dos elementos climáticos, tais como temperatura e umidade do ar, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, entre outros.

Tendo em vista seu posicionamento entre as latitudes médias da zona subtropical, praticamente toda a Região Sul do Brasil possui clima temperado, frequentemente perturbado pela passagem de grandes discontinuidades de origem circumpolar em qualquer época do ano, sucedidas de ondas de frio do sistema anticiclônico móvel de origem polar. Essa característica determina bruscas mudanças de tempo (Nimer, 1979).

Em linhas gerais, e de acordo com a classificação climática de Köppen, o clima predominante no RS é do tipo “Cfa”, temperado e com chuvas regularmente distribuídas durante o ano, apresentando verões quentes (Viana *et al.*, 2006).

No contexto das bruscas mudanças do tempo no RS, o estado tornou-se suscetível a vários fenômenos atmosféricos, como estiagens, chuvas intensas, tornados e tempestades de granizo. Neste caso, tratar-se-á, especificamente, das estiagens, tendo em vista a importância socioeconômica de seus impactos.

Ocorrências desse tipo são impactos de variabilidade do clima em uma escala global, resultante de uma série de fenômenos que influenciam em sua ocorrência. O fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul) é um deles. Marengo (2007) afirma que se

os eventos de El Niño e La Niña se intensificarem nos próximos anos, o Brasil ficará exposto, cada vez mais, à ocorrência de estiagens e ondas de calor, por exemplo.

2.1.1. Mudanças Climáticas

Ainda que haja um grande leque de incertezas acerca do estudo das alterações climáticas, o segundo relatório do Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC, 1995), concluiu, após intensa discussão entre a comunidade científica, que o aumento da emissão dos gases de efeito estufa (GEE), desde a Revolução Industrial, tem provocado sensíveis alterações do clima, explicando um aumento considerável da temperatura global, desde então (Dessai *et al*, 2001). Além disso, não restam dúvidas a respeito do aumento da temperatura média global e de sua ocorrência com maior intensidade ao longo das últimas décadas, contribuindo para a alteração do clima global e regional (PBMC, 2012).

Diferentes tipos de métodos de medição de temperatura são executados por todo o planeta, com estações de medição tanto em continente como nos oceanos. Essas medidas da superfície são suplementadas por medições obtidas de satélites, processadas, examinadas e, por fim, combinadas, de maneira a produzir uma série temporal de mudanças de temperatura média. A tendência de aquecimento demonstrada por todos esses tipos de medição é confirmada por outras observações independentes, como o derretimento de geleiras em todos os continentes, redução da extensão da cobertura de gelo, antecipação do surgimento de flores na primavera, uma temporada de gelo mais curta em lagos e rios, redução do gelo marinho no Ártico, aumento da temperatura dos oceanos e do nível médio do mar (NOAA).

Some-se a isso o fato de o aumento de temperatura estar associado, diretamente, ao aumento de GEE, sobretudo do Dióxido de Carbono (CO₂), o GEE que mais influencia nas alterações climáticas (NOAA). O CO₂, emitido para a

atmosfera pela queima de combustíveis fósseis e outras atividades humanas, tem aumentado em ritmo acelerado desde a invenção do motor a vapor (figura 3).

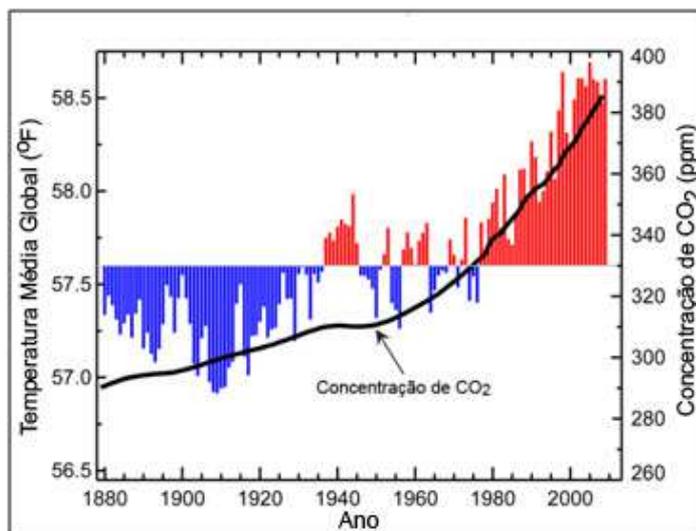


Figura 3: Relação entre a temperatura média global (°F) e concentração de dióxido de carbono (CO₂), 1880-2010. Fonte: NOAA.

No que tange ao Brasil e ao RS, as recentes crises de abastecimento energético lançaram luzes à dependência pelos recursos hídricos e, por conseguinte, à variabilidade das chuvas, sugerindo a opção de construção de usinas termelétricas, como alternativa para dirimir essa dependência. Com isso, haverá um aumento da queima de combustíveis fósseis e, por conseguinte, da emissão de GEE pelo país. Na verdade, essas crises energéticas estão colocando a oferta de energia como prioridade estratégica, em detrimento das preocupações ambientais (Nobre, 2001).

Assim, a tendência de aumento dos GEE e da temperatura indica a possibilidade de continuidade de ocorrência de impactos climáticos nos próximos anos, incluindo a alteração do regime pluviométrico e modificações na frequência de ocorrência de extremos, como estiagens, secas, inundações, geadas, tempestades severas e granizo. Evidências científicas apontam para uma intensificação da variabilidade climática associada aos eventos El Niño/La Niña, em função do aumento do efeito estufa (Nobre, 2001).

O NW do RS é uma zona sensível à ocorrência de extremos climáticos:

- É uma das regiões do estado com maior desvio positivo pluviométrico e um local propício à formação e desenvolvimento de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), sistemas resultantes da umidade disponível na atmosfera, em baixos níveis; da circulação do ar superior, em altos níveis; e da circulação local (Maddox, 1980). Os CCM são um dos mecanismos responsáveis pelos acumulados registrados no verão e estações de transição (Viana *et al*, 2006);

- Os maiores impactos, tanto do El Niño como do La Niña, em termos de precipitação pluvial, ocorrem nessa região do estado (Berlato *et al.*, 2003.);

- As cidades do NW do RS, em especial o município de Santo Cristo, têm sofrido com a intercalação entre períodos de estiagens e ocorrência de temporais, nos últimos anos.

A causa principal da oscilação dos rendimentos da produção agrícola do RS é a variabilidade climática, na qual se inserem as alterações interanuais da precipitação pluvial, que estão associadas, em grande parte, ao fenômeno ENOS (Berlato *et al*, 2003).

2.1.2. El Niño Oscilação-Sul (ENOS)

Os oceanos influem de forma decisiva no equilíbrio do clima, em virtude de sua grande extensão espacial, somada à alta capacidade térmica da água (IPBMC, 2012). Nesse sentido, O ENOS é um fenômeno de grande escala, com efeitos de teleconexão global, que ocorre na região tropical do Oceano Pacífico, o maior oceano do planeta. Refere-se a uma relação direta entre um componente atmosférico (Oscilação-Sul) e outro oceânico (El Niño).

O El Niño, sendo o componente oceânico, é monitorado pela Temperatura Superficial do Mar (TSM) em regiões definidas ao longo do Pacífico tropical. Já a

oscilação-Sul trata da relação inversa da pressão atmosférica entre os extremos leste-oeste do Pacífico, também conhecida como “Gangorra Barométrica”.

Jacob Bjerknes, no início da década de 1960, foi quem concebeu a relação oceano-atmosfera. A atmosfera atua mecanicamente sobre o oceano, causando diferenças de temperatura no mesmo, alterando os campos de vento e pressão. Esse entendimento significou um avanço significativo na compreensão do fenômeno ENOS.

Em condições normais (figura 4), os ventos alísios carregam a água superficial (mais aquecida) para oeste. Sendo assim, as águas a oeste do Oceano Pacífico (Indonésia) são mais quentes, com médias superiores a 28°C, e com um aumento do nível do mar por volta de 60 cm. Com isso, sobre essas águas quentes, o ar, igualmente, é mais aquecido e úmido. Ocorre maior evaporação local, caracterizada pela baixa pressão atmosférica. O ar ascende, forma nuvens e ocorre precipitação pluvial. O ar que ascende a oeste tende a descer sobre as águas frias a leste, com maior pressão atmosférica, caracterizando uma ausência da formação de nebulosidade e, por conseguinte, inibindo a precipitação pluvial no norte da América do Sul. Esse processo define a conhecida Célula de Walker.

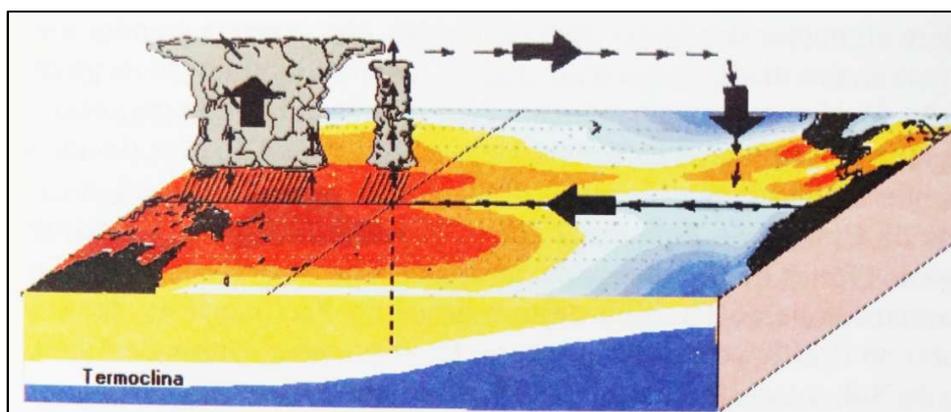


Figura 4: Condição normal da relação oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical no final da primavera e verão no Hemisfério Sul. Fonte: Berlato *et al.* 2003.

Em condições de La Niña (figura 5), ocorre uma intensificação da condição normal do fenômeno ENOS, levando o processo ao seu limite. Os ventos alísios se fortalecem, carregando uma maior quantidade de água superficial para oeste e definindo, ainda mais a Célula de Walker, aumentando os efeitos decorrentes, como uma maior precipitação pluvial a oeste e escassez da mesma a leste.

Durante o La Niña ocorre diminuição da precipitação pluvial na maioria dos meses do ano no RS, sobretudo entre o final da primavera e início do verão. Espacialmente, os maiores impactos ocorrem na região NW do estado, conforme Berlato e Fontana (2003). Soma-se a isso o fato de, nessa época, as frentes frias passarem rapidamente sobre o sul do Brasil, havendo uma relação forte entre essas massas de ar frio provenientes da Antártica e as ondas de calor e ocorrência de estiagens no sul do país (Brito, 2009).

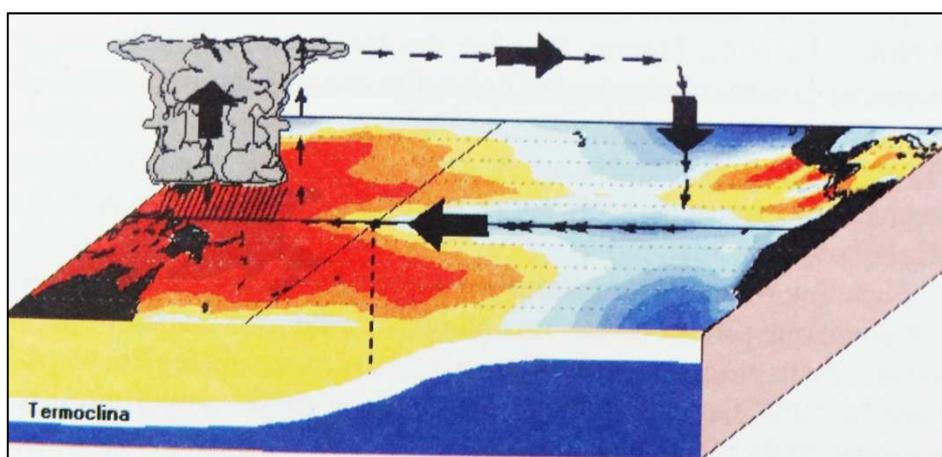


Figura 5: Condição La Niña da relação oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical no final da primavera e verão no Hemisfério Sul
Fonte: Berlato *et al.*, 2003.

Já em condições de El Niño (figura 6), ocorre uma diminuição desse processo. Os ventos alísios enfraquecem, ou mesmo se invertem, diminuindo os gradientes de temperatura e pressão atmosféricas entre os extremos leste e oeste do oceano pacífico. Igualmente, enfraquece a célula de Walker. Em casos de El Niño forte a Célula de Walker pode, inclusive, desaparecer. O ar, que em condições

normais sobe a oeste, passa a ascender na região central do Oceano Pacífico, descendo no Pacífico oeste e no norte da América do Sul.

A despeito da rápida passagem das frentes frias pelo sul do Brasil, no final da primavera e verão, há uma tendência de aumento de precipitação pluvial sobre o RS em eventos de El Niño, nessa época do ano.

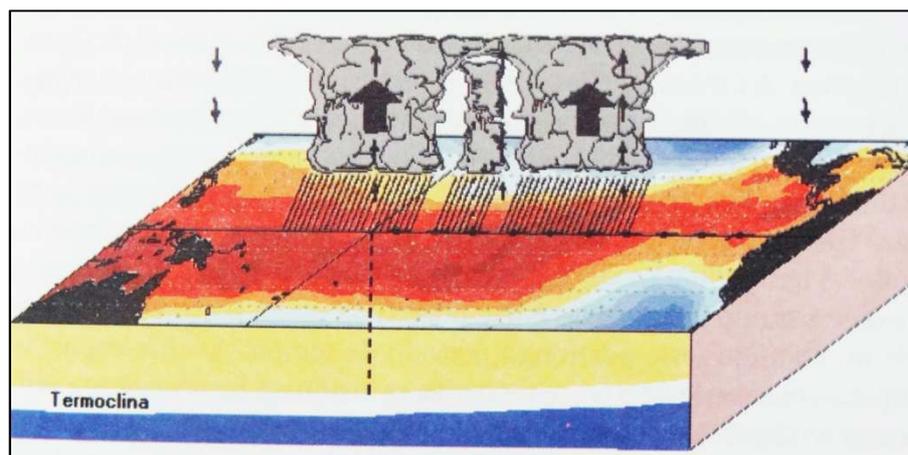


Figura 6: Condição El Niño da relação oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical no final da primavera e verão no Hemisfério Sul
Fonte: Berlato *et al.*, 2003.

Parcialmente, a variabilidade interanual de precipitação no RS pode ser explicada pela ocorrência do fenômeno ENOS, em suas três variações, já que o estado (e a região NW, em especial) apresenta forte sinal do El Niño/La Niña, na relação quente-úmido/frio-seco (Berlato *et al.*, 2003).

Em linhas gerais, a maior correlação entre a TSM no Oceano Pacífico e a precipitação na América do Sul é verificada nas regiões norte e sul do Brasil (Studzinski, 1995; Pezzi *et al.*, 1998; Grimm *et al.*, 1998, 2003 e 2004; Silva, 2001; Silva *et al.*, 2008). Somada à variabilidade interanual, a variabilidade sazonal da ocorrência de chuvas confere à região pequena amplitude de precipitação, uma vez que sua localização em latitudes mais altas da América do Sul redundava em atividade mais frequente de sistemas frontais durante o ano (Sartori, 2003).

O fenômeno ENOS tende a influenciar boa parte do regime de precipitação pluvial ao NW do estado. No entanto, é apenas um entre outros tantos fatores determinantes às condições climáticas do RS.

Por conta disso, e ao contrário do que se poderia supor, é possível a ocorrência de períodos de estiagem durante condições de El Niño, bem como de fortes chuvas em condições de La Niña. Ou seja, a influência é real, porém, obviamente, não é obrigatoriamente determinante.

No caso deste trabalho, escolhemos por dar maior atenção às estiagens, por serem esses os eventos de maior impacto socioeconômico na região.

2.1.3. Estiagens

A água é o mais essencial dos bens para a possibilidade de ocorrência e manutenção da vida. O Brasil é um país privilegiado com relação a seus recursos hídricos. No entanto, a disponibilidade de água depende, em grande parte, do clima. O ciclo anual das chuvas varia de ano para ano, principalmente se associarmos a ele os efeitos do ENOS e da variabilidade da TSM do Pacífico equatorial. Essas alterações podem resultar em anomalias, levando a extremos climáticos, como secas e estiagens (Marengo, 2007).

Com a ocorrência de dois períodos consecutivos de déficit hídrico, nos anos de 2004 e 2005, o assunto obteve atenção especial, a ponto de ser criada uma secretaria estadual específica no RS (Secretaria Extraordinária da Irrigação e Usos Múltiplos da Água). A cada episódio de estiagem, aumenta a preocupação entre os círculos científicos, políticos, da mídia e da população em geral, independente de sua origem natural ou antrópica.

Estiagens são fenômenos caracterizados pela precipitação pluvial abaixo de níveis normais, acarretando em desequilíbrios que afetam, de forma adversa, o sistema produtivo dependente da terra, bem como o abastecimento domiciliar, da

indústria e da pecuária (Basso *et al.*, 2010). As estiagens referem-se a um determinado período de tempo, ao contrário das secas, que são situações permanentes de déficit hídrico.

No entanto, é inteiramente possível fazermos adaptações dos tipos de seca e seus impactos, descritos por Albuquerque (2010), através de uma transposição para eventos de estiagem (figura 7), uma vez que o que diferencia esses extremos é apenas o período de duração dos mesmos. Em linhas gerais, há 3 tipos de estiagem, causando grandes impactos, de ordem econômica, social e ambiental:

- ESTIAGEM METEOROLÓGICA: Refere-se à falta de água, como consequência do desequilíbrio entre precipitação e evaporação;
- ESTIAGEM AGRÍCOLA: Refere-se à falta de umidade, afetando o desenvolvimento e/ou sobrevivência de culturas agrícolas, pastoris ou florestais;
- ESTIAGEM HIDROLÓGICA: Refere-se à deficiência do suprimento de água superficial ou subterrânea;

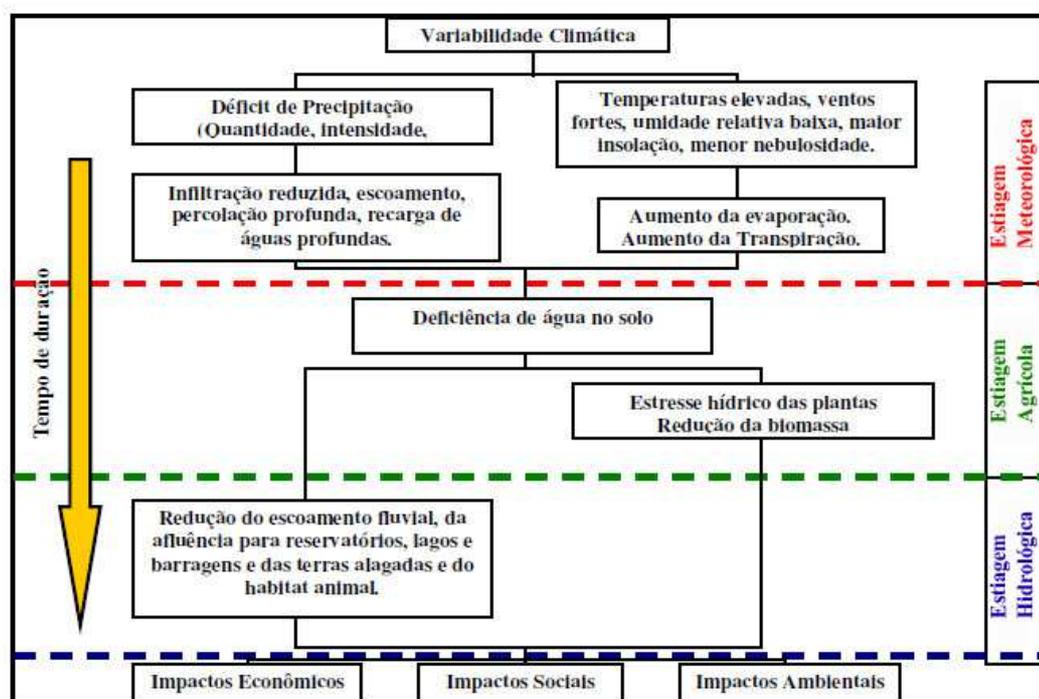


Figura 7: Tipos de estiagens e impactos relacionados. Fonte: Adaptado de NPDC, 2000.

2.2. A Influência do Clima na Agricultura do NW do RS

Como visto anteriormente, o regime de precipitação pluvial no RS possui importante influência dos fenômenos El Niño e La Niña. Disso, podemos depreender que a cobertura vegetal também sofra modificações, associadas ao ENOS. Foi o que Jacóbsen (2002) demonstrou, comparando mapas de precipitação pluvial com imagens de índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI).

Os mapas de precipitação foram concebidos, utilizando dados de estações meteorológicas distribuídas pelo Estado do RS. Já as imagens de NDVI foram obtidas através do sensor Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) a bordo de satélite da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Como esperado, o autor verificou que houve desvios positivos de precipitação pluvial em anos de El Niño, no período de 1981 a 2000, sobretudo nos meses de outubro a janeiro (figura 8).

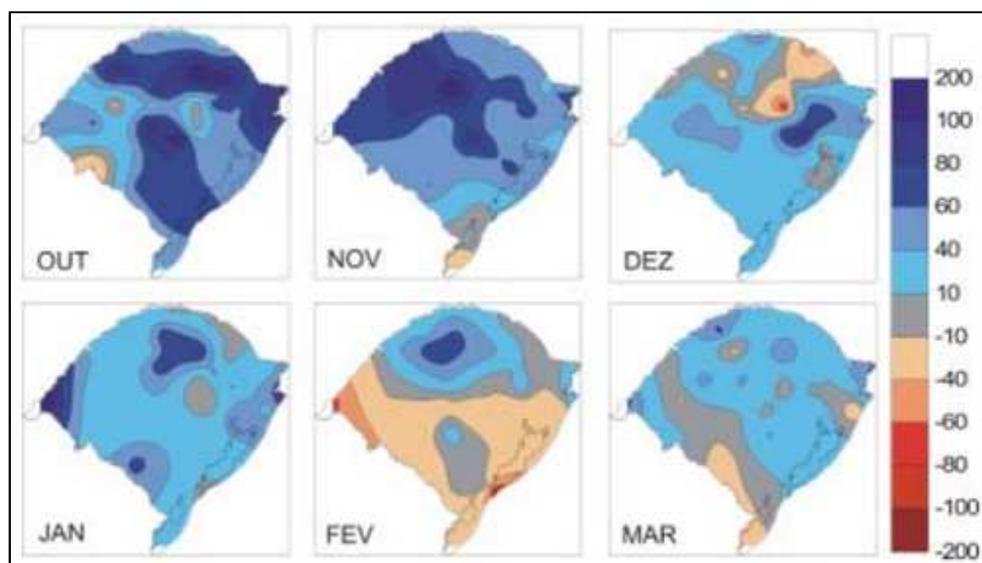


Figura 8: Anomalias de precipitação pluvial (mm) dos anos de El Niño no RS, no final da primavera e verão. As anomalias são relativas aos anos neutros no período de 1981 a 2000. Fonte: Jacóbsen, 2002.

Observou, a partir daí, uma predominância de anomalias positivas de NDVI nos meses de dezembro a fevereiro, já que é necessário um determinado tempo de resposta da vegetação às condições meteorológicas, conforme ilustrado na figura 9.

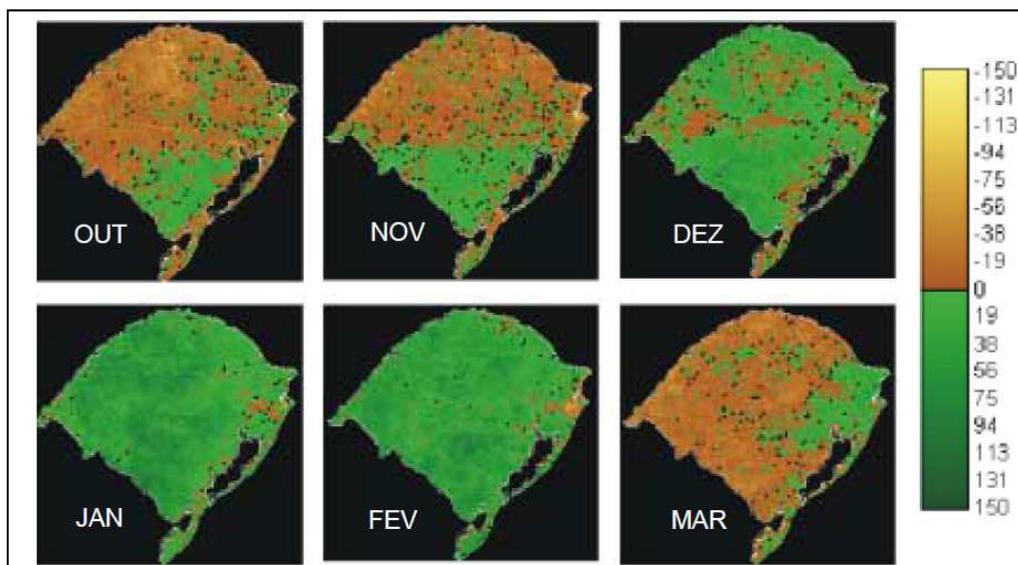


Figura 9: Anomalias de NDVI médio nos anos de El Niño no Estado do RS, no final da primavera e verão. As anomalias são relativas aos anos neutros no período de 1981 a 2000. Fonte: Jacóbsen, 2002.

Da forma oposta, em anos de La Niña ocorreu uma diminuição da média de precipitação pluvial no período mensurado (figura 10).

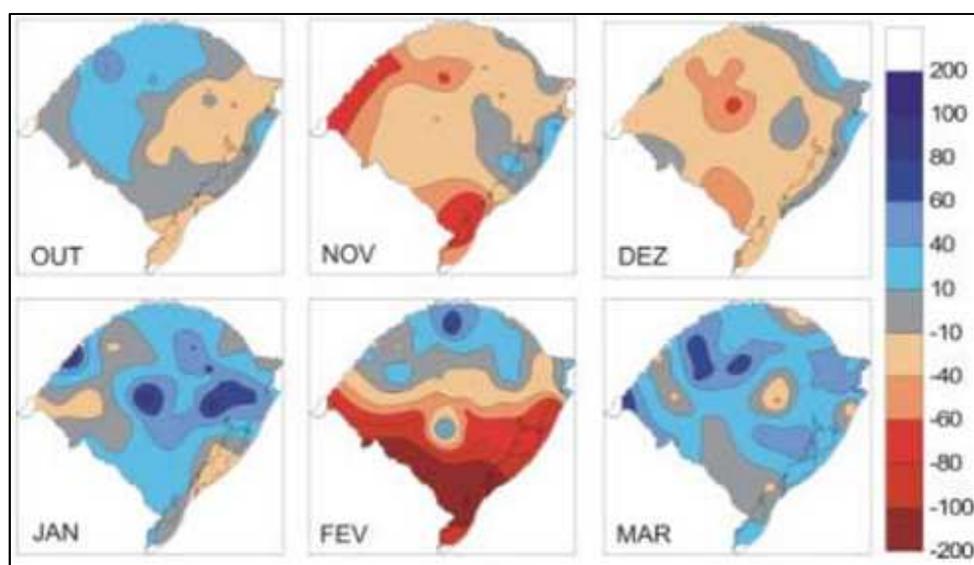


Figura 10: Anomalias de precipitação pluvial (mm) dos anos de La Niña no Estado do RS, no final da primavera e verão. As anomalias são relativas aos anos neutros no período de 1981 a 2000. Fonte: Jacóbsen, 2002.

Como esperado, como observado na figura 11, houve uma resposta do NDVI, representada pela diminuição de cobertura vegetal no mesmo período:

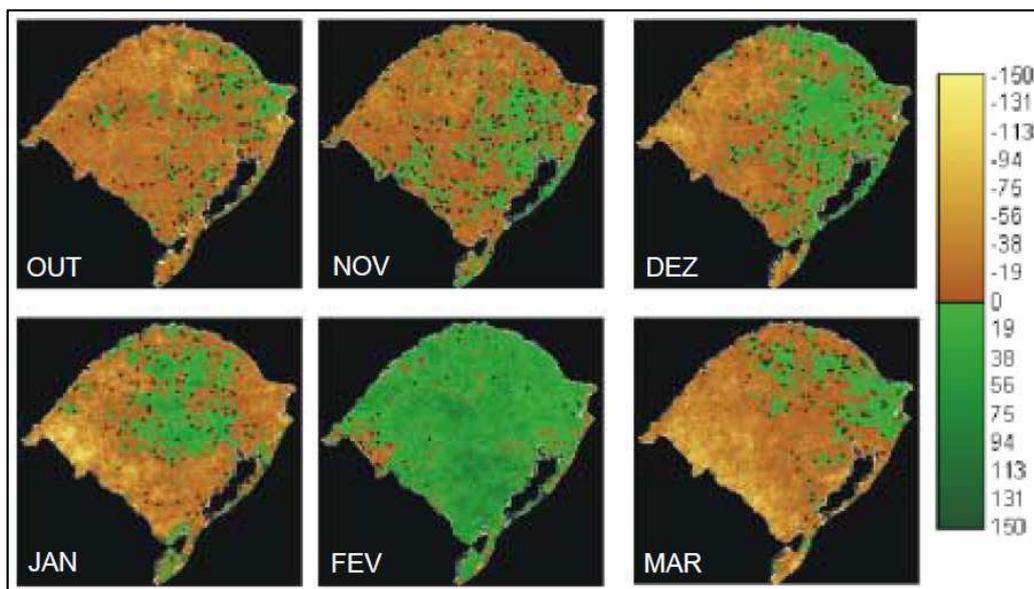


Figura 11: Anomalias de NDVI médio nos anos de El Niño no Estado do RS, no final da primavera e verão. As anomalias são relativas aos anos neutros no período de 1981 a 2000. (Jacóbsen, 2002).

A ocorrência de precipitação de distribuição relativamente homogênea durante as estações primavera e verão (precipitação sazonal), garante o sucesso de atividades agrícolas na porção NW do RS. A região é uma das mais fortes produtoras de grãos do RS (Berlato *et al.*, 2001.)

Em anos de ocorrência de El Niño a produção de Soja e Milho (predominante na região NW do RS) é maior do que em anos de ocorrência de La Niña. Daí, conclui-se que a variabilidade da produção dessas atividades agrícolas está diretamente relacionada à ocorrência do fenômeno ENOS (Berlato *et al.* 2001; Berlato *et al.*, 2005; Bergamaschi *et al.*, 2004), já que essas são culturas conduzidas sem irrigação, ficando dependentes da precipitação pluvial. Os pesquisadores afirmam que a variação do rendimento do plantio da soja acompanha a variação de precipitação pluvial no final do inverno e verão.

Conforme sua pesquisa, os rendimentos significativamente abaixo da média coincidiram com os anos em que ocorreram estiagens entre o final da primavera e final do verão nos anos de 77/78, 78/79, 81/82, 85/86, 87/88 e 90/91, tendo os anos de 90/91 alcançado a mínima histórica de rendimento de 712 kg/ha, até então.

Como veremos adiante, este valor foi reduzido à metade, praticamente, na grande estiagem de 2005.

De outra sorte, de maneira geral, altos rendimentos médios do plantio da soja coincidem com anos de precipitação pluvial acima da média climatológica, como nos anos 91/92, 92/93, 93/94, 94/95.

Com o milho ocorre o mesmo fenômeno de favorecimento do rendimento com o incremento da precipitação pluvial. O oposto ocorre em eventos de estiagem, em que há diminuição do rendimento.

Na figura 12, que relaciona o rendimento do milho com os eventos de precipitação pluvial, nota-se que em 5 dos 7 eventos de El Niño houve aumento de rendimento da produção da cultura.

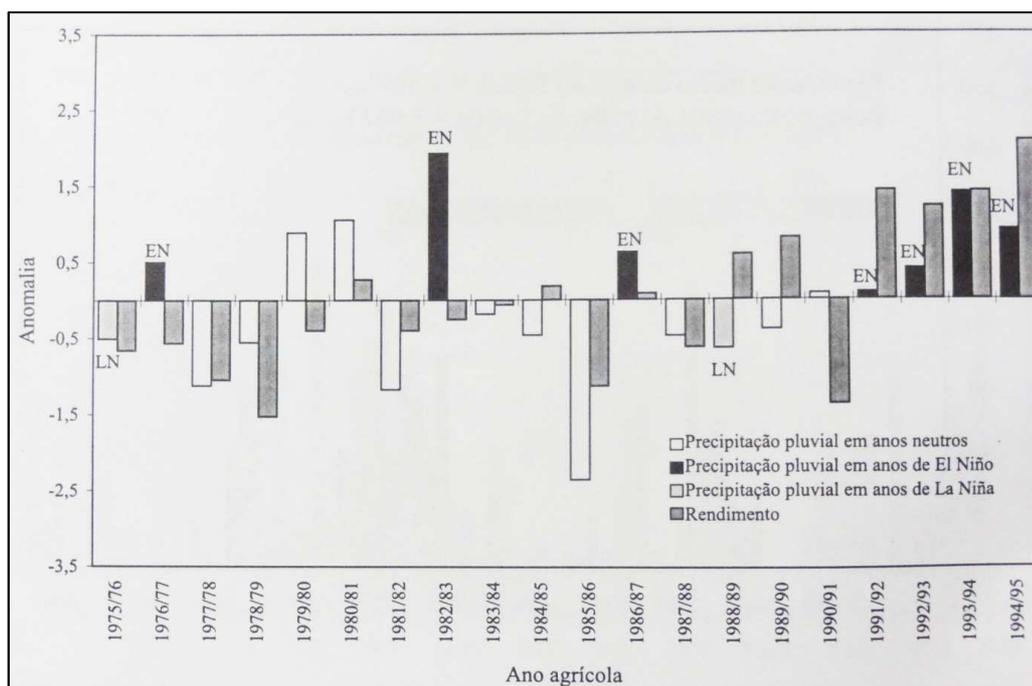


Figura 12: Anomalias normalizadas (pelo desvio padrão) de rendimento de milho e de precipitação pluvial de outubro a fevereiro no RS no período de 75/76 a 94/95. EM – anos de El Niño; LN – anos de La Niña. Fonte: Berlato *et al.*, 2001.

No entanto, o El Niño pode representar um risco às culturas de verão não irrigadas, caso haja um “repique” do fenômeno no outono, principalmente se os meses de abril e maio forem muito chuvosos, prejudicando o final da maturação e a colheita.

A explicação para a resposta de maior rendimento das culturas de verão não irrigadas (caso da soja e milho) aos eventos de El Niño deve-se ao fato de que a precipitação pluvial normal de final da primavera e verão no RS, de maneira geral, é insuficiente para atender as necessidades hídricas dos cultivos.

De maneira inversa, a ocorrência de La Niña causa diminuição da produção de grãos na região, por conta da escassez hídrica decorrente, uma vez que acentuam-se os riscos de estiagens nesse tipo de evento (Berlato *et al*, 2005).

Importante frisar o papel das altas temperaturas do ar, que potencializam os efeitos da falta de precipitação pluvial, já que aumenta, significativamente, os índices de evapotranspiração, esperando-se, portanto, uma redução do volume de água armazenada no solo e um aumento do déficit hídrico, dramatizando, ainda mais, as duras condições de estiagem.

2.3. Impactos Socioeconômicos da Estiagem

Ainda que haja um grande potencial hídrico no RS, a escassez de água é uma realidade em diversas regiões, inclusive no NW do estado. Lá encontra-se uma concentração de importantes segmentos econômicos do setor primário e uma enorme dependência do abastecimento de água.

Em média, em cada 10 anos, 7 apresentam deficiência hídrica, evidenciando uma certa fragilidade do sistema de abastecimento, acarretando em grandes prejuízos à produção da região (Mezomo, 2009).

O impacto negativo sobre a agricultura, sobretudo na cultura de grãos, bem como sobre a criação animal e produtos dele derivados, pode ser catastrófico para o município, com quedas significativas do PIB do município (FEE), principalmente em anos de ocorrência de estiagens.

Os fortes impactos, sentidos primeiramente na zona rural, podem, posteriormente, atingir a zona urbana, pela falta de abastecimento de produtos agrícolas e diminuição do consumo e atividades do setor terciário.

Santo Cristo possui uma matriz produtiva de baixa diversificação, com destaque às culturas de verão não irrigadas (soja e milho), além da suinocultura e produção de leite (FEE). Fica evidente a dependência e, mais do que isso, a sensibilidade do município aos regimes de chuva.

Em média, o município não possui um mal resultado com relação ao PIB per capita, uma vez ser um forte produtor, sobretudo de soja e suínos. No entanto, o sinal de fortes estiagens é amplificado, sobretudo pela baixa diversificação de produção. Uma quebra de safra, por exemplo, pode ser catastrófica à economia local e à sobrevivência dos moradores do município, sobretudo daqueles situados na zona rural.

No RS, segundo dados de produção (Berlato *et al*, 2001) foram perdidos 3,3 e 3,5 milhões de toneladas de soja e milho, respectivamente, entre 1992 e 1997. Atribui-se essas perdas às estiagens, quase que integralmente, conforme dados à tabela 1.

Tabela 1: Causas de perdas de safras no RS (1992 a 1997).

CULTURA	PERDA TOTAL (milhões de toneladas)	CAUSAS	
		Estiagem	Chuva excessiva, granizo, geada, pragas, doenças, etc.
SOJA	3,3	92,60%	7,40%
MILHO	3,5	88,40%	11,60%

Como resultado, existe uma forte tendência da população de Santo Cristo à vulnerabilidade e pobreza (Costa, 2006).

2.3.1. Vulnerabilidade Social da População de Santo Cristo

A cidade de Santo Cristo tem experimentado severos episódios de estiagem, afetando de sobremaneira a atividade agrícola, base da produtividade econômica. Esses eventos podem caracterizar um processo de empobrecimento e vulnerabilidade daqueles que moram no interior do município (Costa *et al*, 2008).

De acordo com o relatório da PNUD (2001), o conceito de pobreza ultrapassa os limites da falta de acesso à moradia digna, alimentação, educação, saúde, etc. Os pobres são, também, aqueles vulneráveis aos fenômenos naturais.

Qualquer município dependente, em grande parte, do setor primário e do regime de precipitação pluvial é refém das condições climáticas. É o caso do município de Santo Cristo, dependente, em grande parte, da produção de grãos (soja e milho) e, portanto, à *mercê* do regime pluvial.

Neste contexto, a população residente no interior do município torna-se significativamente vulnerável ambiental, econômica e socialmente.

Os recorrentes episódios de estiagem prejudicam a recuperação ambiental local, podendo, com isso, intensificar o processo de empobrecimento. Esse tipo de condição adversa leva a uma alteração estrutural do município.

Segundo Siqueira (2004), muitos jovens residentes em Santo Cristo não querem levar adiante suas vidas em meio ao mundo rural e pretendem abandonar a atividade agrícola. Mesmo aqueles que possuem a expectativa de herdar terra e assumir a propriedade, como sucessores de seus pais, planejam que seus destinos sejam a cidade e não o campo.

A diminuição do padrão de vida, decorrente, em grande parte, das dificuldades impostas pela estiagem, já não atendem aos anseios das expectativas das populações mais jovens do município.

Isso explica o acentuado declínio da população rural nos últimos anos, sugerindo a ocorrência de movimentos demográficos migratórios, em virtude de extremos climáticos, sobretudo da estiagem. Seria o efeito da interação entre déficit hídrico e crise socioeconômica.

2.4. Migrantes Ambientais

Migrantes Ambientais são pessoas que não conseguem garantir o sustento seguro em sua terra natal, em virtude da seca, estiagem, desertificação, desmatamento e outros problemas ambientais, associados a situações socioeconômicas vulneráveis, sobretudo à pobreza. Em seu desespero, essas pessoas sentem que elas não têm alternativas a não ser buscar refúgio em outro lugar, a despeito das dificuldades e perigos em que isso pode acarretar. Nem todos fogem de seus países. Muitos deles deslocam-se internamente. Mas todos têm abandonado sua terra natal de forma semipermanente ou permanente, com pouca esperança de retorno previsível (Myers, 2005).

Segundo a Agência da ONU para Refugiados (ACNUR), o termo “Refugiados Climáticos”, muito utilizado em publicações diversas e difundido na mídia, é mal empregado, uma vez que a definição de “Refugiados” é utilizada pelo direito internacional e se refere a pessoas que saíram de e/ou não podem retornar ao seu país devido a fundados temores de perseguição por motivos de raça, religião, nacionalidade, pertença a determinado grupo social ou opiniões políticas. Embora estas pessoas precisem de proteção internacional, seria equivocado identificá-las como “refugiadas” ou equiparar suas necessidades e status com as de um refugiado. Pimenta (2009) afirma que os deslocados pelas mudanças climáticas não

têm status ou proteção contemplados em nenhuma lei internacional, por isso o termo “migrantes ambientais” foi criado como alternativa.

A Organização Internacional para as Migrações (OIM) estima que o número total de migrantes aumentou nos últimos 10 anos, desde a última estimativa, ocorrida no ano 2000, quando o número era de 150 milhões. Hoje, esse número alcança 214 milhões de pessoas que viram-se forçadas a deixar suas terras natais.

Nesse contexto, as mudanças climáticas têm provocado o crescente deslocamento de indivíduos e/ou populações, fugidos da seca, da cheia dos rios ou da elevação do nível do mar. A ACNUR estimou que, em 2010, havia mais de 50 milhões de migrantes climáticos em todo mundo. A previsão da organização é de que, em 2050, esse número chegue a 250 milhões.

Assim, torna-se imperativa a criação de uma política de planejamento desse tipo de deslocamento populacional. Um grupo internacional de 12 pesquisadores publicou um artigo recomendando a criação de um aparato internacional que dê suporte ao reassentamento dessas populações afetadas pelas mudanças climáticas, garantindo o bem estar e os direitos desses migrantes (Sherbinin *et al.*, 2011).

Para isso, segundo os autores, é preciso que a Organização das Nações Unidas (ONU) reconheça, oficialmente, a categoria de migrantes ambientais. Sem um status legal, essas pessoas não estão protegidas por nenhuma lei internacional específica.

Esse assunto foi muito discutido na Conferência do Clima da ONU (COP-16), ocorrida em Cancún, no México, em 2010. Na ocasião, pesquisadores e cientistas políticos reforçaram o pedido de reconhecimento da categoria à ONU, o que ainda não ocorreu.

Há um entendimento de que os deslocamentos ambientais, sobretudo em massa, possuem um enorme potencial de geração de conflitos, além de poderem

resultar em situações precárias, com implicações sociais e ambientais (Sherbinin *et al.*, 2011).

No município de Santo Cristo, entre os Censos ocorridos entre 1980 e 2010, a população rural diminuiu em 5.535 indivíduos, como retratado no item 6.1 deste trabalho.

Por esse motivo, é importante verificar se isso pode ter alguma relação com os recorrentes períodos de estiagem na região, configurando a existência de movimentos migratórios, em decorrência de difíceis condições ambientais.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi concebido através de consultas bibliográficas, a fim de embasar, teoricamente, os pontos abordados; obtenção de dados demográficos, socioeconômicos e meteorológicos; organização dos dados; elaboração de gráficos; e análise e discussão das informações.

3.1. Obtenção de Dados

3.1.1. Dados Socioeconômicos e Demográficos

Os dados socioeconômicos e demográficos foram obtidos através de consultas aos sítios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE – www.ibge.gov.br), Fundação de Economia e Estatística (FEE – www.fee.tche.br) e Prefeitura Municipal de Santo Cristo (www.santocristors.com.br).

Em geral, são dados de evolução do PIB municipal (total e rural), bem como acompanhamento de movimentos demográficos do município (total e rural).

3.1.2. Dados de Produção Agrícola

Os dados relativos à produção e rendimento das culturas de soja e milho do município de Santo Cristo foram solicitados, diretamente, à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS).

A base dos dados é composta pelos rendimentos originados da relação de quantidade colhida das culturas (em quilos) pela extensão da área plantada (em hectares).

As informações correspondem ao rendimento mensal de produção, referente ao período de 1991 a 2011 e os dados foram fornecidos em planilha eletrônica do software Microsoft Excel 2010.

3.1.3. Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos de temperatura e precipitação foram solicitados, diretamente, à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do RS (FEPAGRO), através do Centro Estadual de Meteorologia (CEMETE), mediante preenchimento de formulário próprio de solicitação de informações de temperatura média; temperatura máxima; temperatura mínima; e precipitação. As informações correspondem às médias mensais de 1990 a 2011.

Como o município de Santo Cristo não possui estação meteorológica, foram utilizados os dados da estação do município de Santa Rosa, situado a apenas 17 km de distância, ou seja, com condições meteorológicas semelhantes às do município alvo desta pesquisa.

Os dados foram fornecidos em planilha eletrônica do software Microsoft Excel 2010.

3.2. Tratamento Estatístico dos Dados

Os dados brutos recebidos foram filtrados, conforme o objetivo da pesquisa.

Após, foram tabulados, originando tabelas e gráficos, permitindo uma melhor visualização das informações, de forma a tornar clara a interpretação e explicação das mesmas. Neste ponto, foi utilizado o software Microsoft Excel 2010.

Cabe ressaltar que, ao longo do trabalho, foi utilizado o período de análise sazonal de dezembro a março, amplamente utilizado em bibliografia específica sobre o assunto, tendo em vista o enfoque sobre as culturas de soja e milho, cujos ciclos, após a semeadura até a colheita, correspondem a esse período.

3.2.1. Rendimento Normalizado

É a variação de rendimento anual a mais ou a menos do rendimento normal de produção (relacionado à média de produção no período de 1991 a 2001).

3.2.2. Temperatura Média Mensal e Sazonal

Os dados de temperatura máxima e mínima, para cada mês, foram obtidos, diretamente, das planilhas fornecidas pela FEPAGRO/CEMETE. A partir daí, a aplicação do cálculo de média simples determinou a temperatura média mensal de cada ano entre 1990 e 2011.

Para determinação da temperatura média sazonal, foi utilizada a soma das temperaturas médias de dezembro de um ano a março do ano seguinte, dividindo-se esse valor por quatro, que vem a ser a quantidade de meses envolvidos. Como mencionado anteriormente, esse período compreende o espaço de tempo entre plantio e colheita das culturas de soja e milho e é o mesmo utilizado por Berlato *et al.* (2003).

3.2.3. Precipitação Acumulada Mensal e Média Sazonal

Os dados de precipitação acumulada mensal foram informados, diretamente, da planilha fornecida pela FEPAGRO/CEMETE-RS.

Para as determinações da precipitação média sazonal, relativas ao período de dezembro de determinado ano a março do ano seguinte, foi feita a divisão do total acumulado no período pelos 4 meses envolvidos (dezembro, janeiro, fevereiro e março).

3.2.4. Anomalia de Precipitação Sazonal

Para a determinação da anomalia de precipitação sazonal, utilizou-se o valor da média de precipitação pluviométrica dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março do período de 1990/91 a 2010/11. Os desvios acima ou abaixo dessa média caracterizam comportamentos anômalos.

4. DADOS METEOROLÓGICOS

4.1. Temperatura

A temperatura média sazonal obtida para o período de dezembro a março de Santo Cristo, no período de 1990 a 2011, oscilou de 24,1°C, em 1999/2000 (mínima), a 27°C, em 2009/2010 (máxima).

A figura 13 mostra uma clara tendência de elevação da temperatura média sazonal para o período de dezembro a março. Esse é um elemento preocupante, na medida em que aumento de temperatura significa intensificação da evapotranspiração, reduzindo, ainda mais, a umidade disponível para maturação das culturas sazonais.

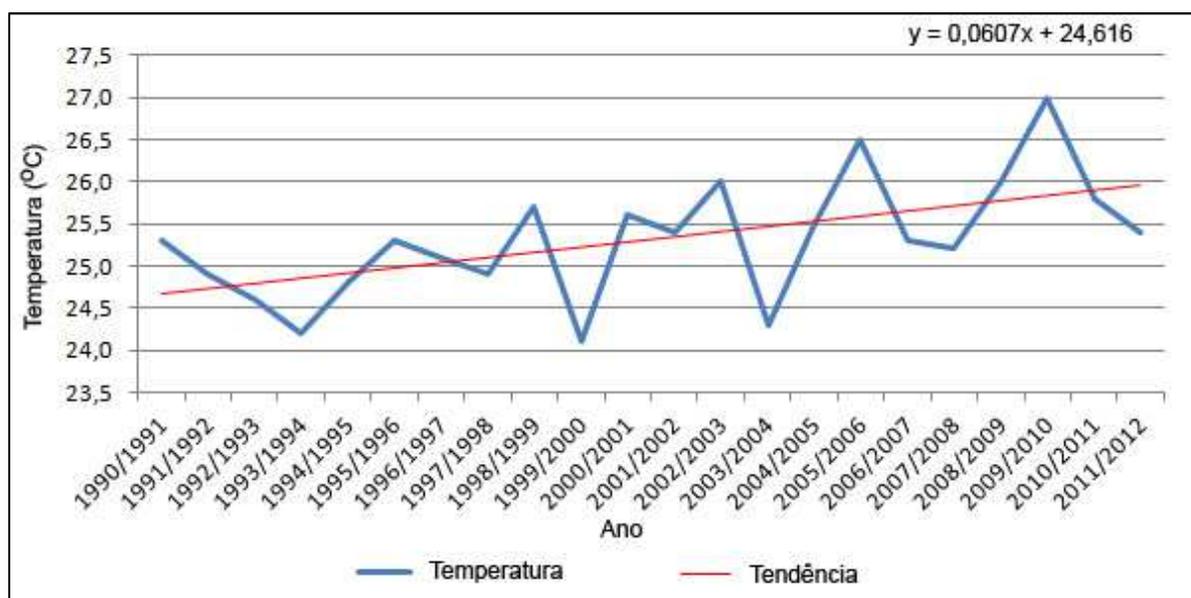


Figura 13: Temperatura média sazonal 1990/1991-2010/2011 e tendência.

4.2. Precipitação Pluvial Sazonal

A precipitação pluvial sazonal média (dezembro a março), em Santo Cristo, no período de 1990/1991 a 2000/2011 (figura 14), apresentou uma grande variação, alcançando acúmulo máximo de 250,28 mm, em 2002/2003, e mínimo de 45,25 mm, em 2004/2005. No período considerado, o regime de precipitação tende a decrescer.

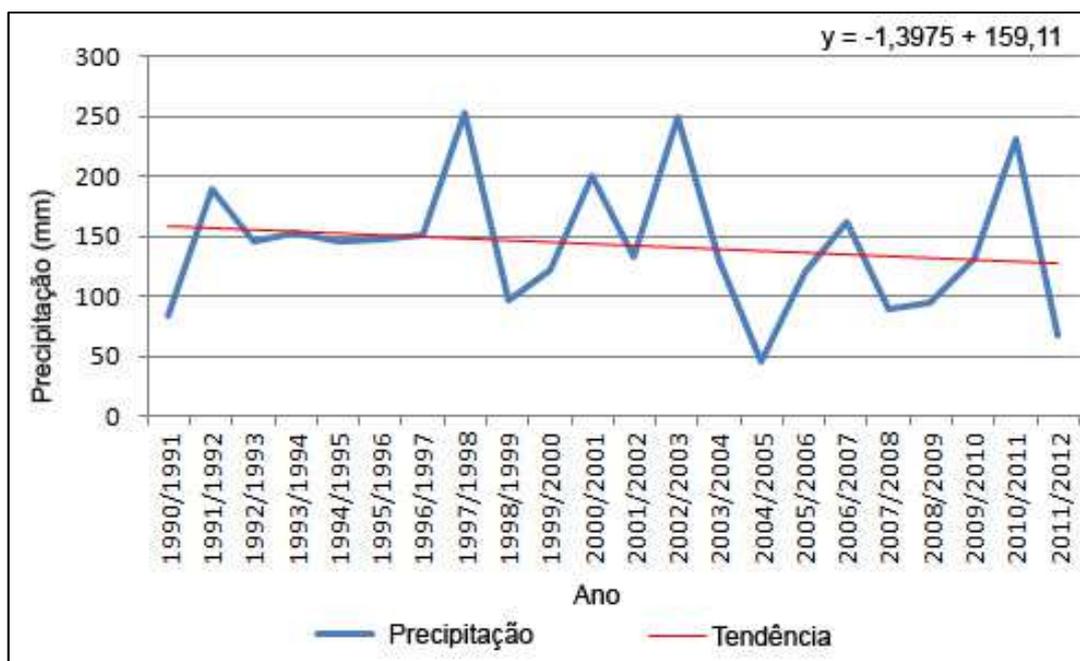


Figura 14: Precipitação pluvial média sazonal 1990/1991-2010/2011 e tendência.

4.3. Precipitação Pluvial Sazonal X Temperatura

Birot (1959), conforme sua metodologia, afirmou que os períodos são caracterizados como secos quando a precipitação média fica abaixo da linha que representa a temperatura média daquele mesmo período.

Na figura 15, que faz a relação entre a precipitação média sazonal e temperatura média, observa-se que, nos últimos 10 anos, 4 deles podem ser considerados como secos, segundo a metodologia de Birot, seguindo a tendência de aumento de temperatura e decréscimo do regime de precipitação pluvial, vista anteriormente. Essa propensão do período entre dezembro e março à ocorrência de

estiagens, tendem a prejudicar os resultados das culturas sazonais desse período, em decorrência de possível déficit hídrico.

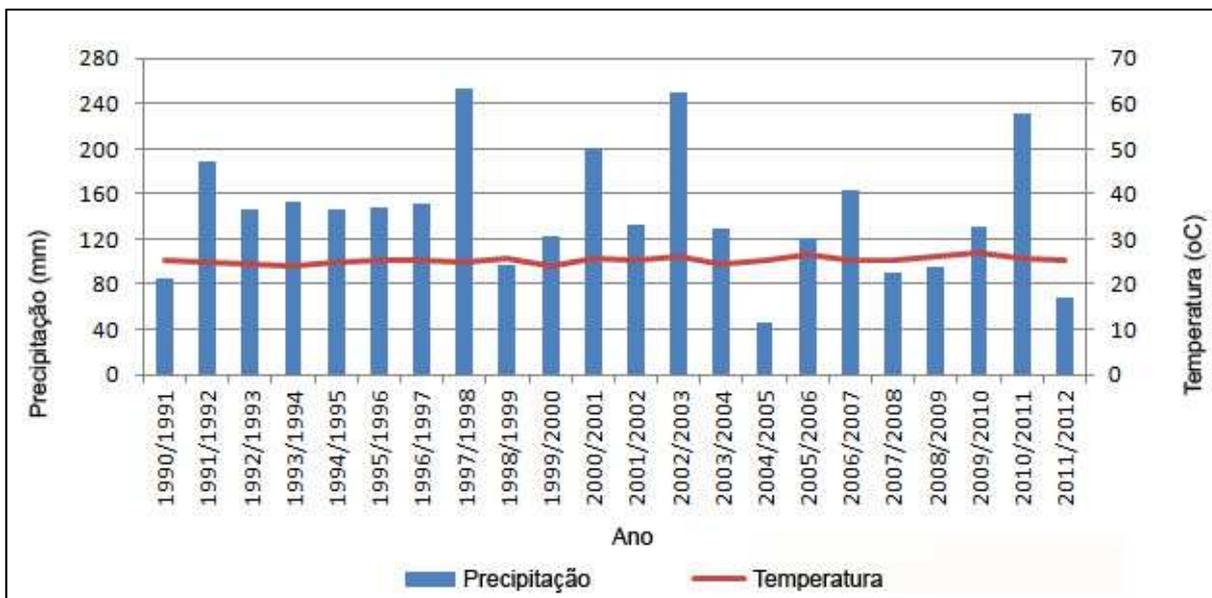


Figura 15: Precipitação pluvial sazonal média X temperatura média - 1990/1991 a 2010/2011.

Essa constatação corrobora com os resultados de Berlato (2002), que afirmou que o RS apresenta crescente deficiência hídrica no final da primavera e verão, como decorrência da maior demanda de evaporação nesse período.

4.4. Anomalias de Precipitação Pluvial Sazonal

A Normal de precipitação pluvial sazonal (dez/jan/fev/mar), no período de 1990 a 2011 é de 146,6 mm.

Ao observarmos a Figura 16, gerada a partir dos dados da Tabela 2, constata-se que, nesses 21 anos compreendidos pela análise, houve uma predominância de ocorrências de eventos de anomalias negativas (12).

Tabela 2: Anomalias de precipitação pluvial sazonal média (dezembro a março) - 1990/1991 a 2010/2011

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	TOTAL	ANOMALIA
1990/1991	131,4	67,9	29,2	110,3	84,7	-61,9
1991/1992	271,8	30,9	310,9	141,5	188,8	42,2
1992/1993	27,4	258,0	55,4	244,7	146,4	-0,2
1993/1994	114,4	163,0	282,3	52,5	153,1	6,5
1994/1995	124,4	215,2	112,0	133,2	146,2	-0,4
1995/1996	40,6	244,3	261,9	46,3	148,3	1,7
1996/1997	266,0	130,5	193,2	13,0	150,7	4,1
1997/1998	308,3	211,6	280,8	212,1	253,2	106,6
1998/1999	106,8	54,1	148,0	80,2	97,3	-49,3
1999/2000	110,9	76,2	113,5	186,0	121,7	-25,0
2000/2001	206,4	257,2	161,8	173,8	199,8	53,2
2001/2002	51,0	174,0	68,0	236,0	132,3	-14,4
2002/2003	403,3	251,0	242,0	104,8	250,3	103,7
2003/2004	309,5	40,0	130,0	37,0	129,1	-17,5
2004/2005	42,0	62,0	4,0	73,0	45,3	-101,4
2005/2006	131,0	130,5	47,0	174,5	120,8	-25,9
2006/2007	250,7	171,4	90,9	137,6	162,7	16,1
2007/2008	165,6	70,0	31,6	93,4	90,2	-56,5
2008/2009	74,1	138,0	131,3	38,0	95,4	-51,3
2009/2010	65,9	161,2	180,8	117,6	131,4	-15,2
2010/2011	320,5	129,1	279,0	198,0	231,7	85,1

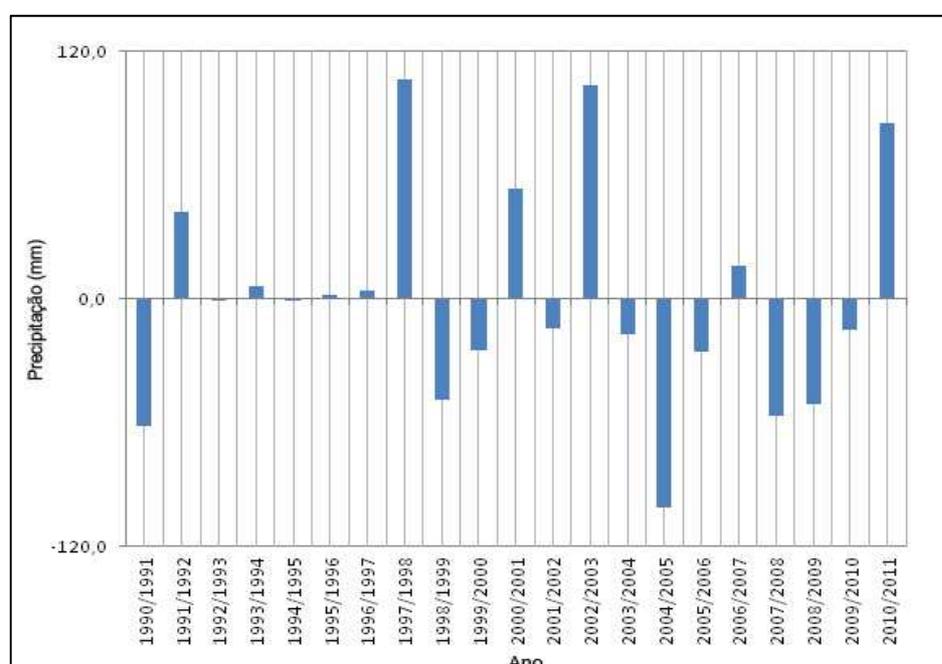


Figura 16: Anomalias de precipitação pluvial sazonal média - 1990/1991 a 2010/2011.

Se considerarmos apenas os dados dos últimos 10 anos, observa-se que, na última década, ocorreu um total de 70% dos eventos de anomalia de precipitação pluvial negativas, evidenciando déficit hídrico no período.

Como veremos adiante, essa grande amplitude de precipitação afeta a produção da soja e milho em Santo Cristo e boa parte dela advém do sinal da região aos eventos de El Niño/La Niña, com origem no Oceano Pacífico equatorial.

4.5. Eventos de El Niño/La Niña

O Centro de Previsão Climática da NOAA, mantém na internet um acompanhamento mensal, atualizado, das anomalias da temperatura superficial das águas do Oceano Pacífico tropical, em uma série histórica com início no ano de 1950.

A metodologia da NOAA para definir a ocorrência dos eventos é simples. A anomalia de TSM do Pacífico tropical deve ser de, no mínimo 0,5°C mais quente (positivo) ou mais fria (negativo) do que a normal.

Para ser considerado um evento de El Niño ou La Niña, a anomalia deve persistir por, no mínimo, 5 períodos sazonais consecutivos. Cada período sazonal é composto por 3 meses contíguos (jan/fev/mar; fev/mar/abr; mar/abr/mai; e assim por diante).

A tabela 3, extraída do site da NOAA, mostra o acompanhamento da TSM, onde os valores em vermelho (anomalias de TSM positivas) são eventos de El Niño e, em azul (anomalias de TSM negativas), eventos de La Niña.

Tabela 3: Anomalias de TSM do Pacífico tropical. Fonte: NOAA

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	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4
1992	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.7	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	0.5	0.7	1.0	1.2
1995	1.0	0.8	0.6	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-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	0.7	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4	2.3
1998	2.2	1.8	1.4	0.9	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5
1999	-1.5	-1.3	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7
2000	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8
2001	-0.7	-0.6	-0.5	-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	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	1.2	1.3	1.3
2003	1.1	0.8	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	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8
2006	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.0
2007	0.7	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.4
2008	-1.5	-1.5	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.6
2010	1.6	1.3	1.0	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	-1.0	-1.0

A Partir daí é possível elaborarmos uma tabela que resuma os períodos de ocorrência de eventos de El Niño/La Niña e relacionarmos às anomalias de precipitação pluvial ocorridas.

Através da tabela 4 podemos visualizar que, nos 21 anos compreendidos entre 1990 e 2011, houve uma ligeira predominância de eventos La Niña (8), seguida de El Niño (7) e condições normais (6).

No entanto, se compararmos as anomalias de precipitação pluvial aos fenômenos El Niño/La Niña, verificaremos que, ao contrário do que se esperaria, ocorreram 3 ocasiões de anomalia negativa em período de El Niño (1994/1995; 2004/2005; 2009/2010) e de anomalias positivas em períodos de La Niña (1995/1996; 2000/2001; 2010/2011).

Tabela 4: Anomalias de precipitação pluvial sazonal média (dez/jan/fev/mar) referente aos anos de 1990/1991 a 2010/2011 e associação a eventos de El Niño/La Niña

	ANOMALIA	EVENTO
1990/1991	-61,9	Neutro
1991/1992	42,2	El Niño
1992/1993	-0,2	Neutro
1993/1994	6,5	Neutro
1994/1995	-0,4	El Niño
1995/1996	1,7	La Niña
1996/1997	4,1	Neutro
1997/1998	106,6	El Niño
1998/1999	-49,3	La Niña
1999/2000	-25,0	La Niña
2000/2001	53,2	La Niña
2001/2002	-14,4	Neutro
2002/2003	103,7	El Niño
2003/2004	-17,5	Neutro
2004/2005	-101,4	El Niño
2005/2006	-25,9	La Niña
2006/2007	16,1	El Niño
2007/2008	-56,5	La Niña
2008/2009	-51,3	La Niña
2009/2010	-15,2	El Niño
2010/2011	85,1	La Niña

Isso mostra que o efeito ENOS sobre a precipitação pluvial, apesar de importante e influente no NW do RS, não é totalmente determinante.

5. DADOS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

5.1. SOJA: Rendimento

A região NW do RS é a maior produtora de soja do Estado. Nesse contexto, a soja não poderia deixar de ser um dos protagonistas da economia de Santo Cristo.

Como principal produto agropecuário, o rendimento da soja vem a ser um indicador de importância superior no desempenho econômico do município.

A figura 17 ilustra a variação de rendimento entre 1991 e 2011, com destaque às quebras de safra de 2005 e 2007, anos de algumas das piores estiagens enfrentadas pelo município.

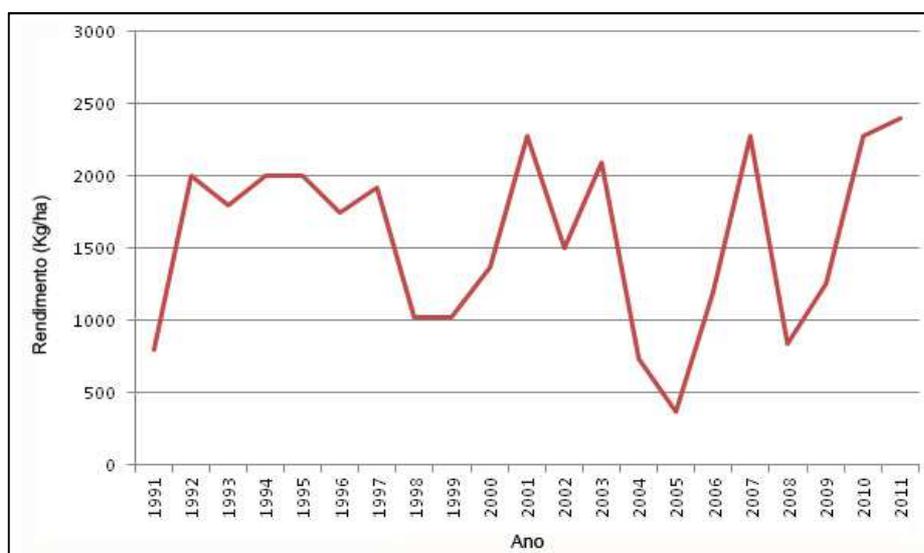


Figura 17: Rendimento de produção de soja no município de Santo Cristo no período de 1991 a 2011.

Entretanto, ao compararmos o gráfico de rendimento com o de precipitação pluviométrica média no mesmo período (figura 18), constatamos uma relação direta entre o regime de chuvas e a produção da cultura de soja em Santo Cristo.

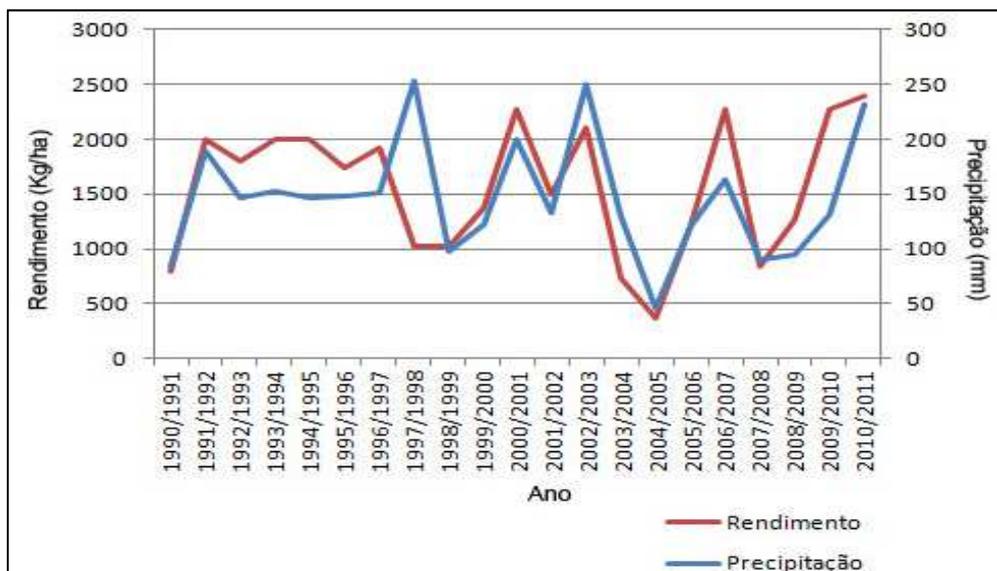


Figura 18: Precipitação pluvial x rendimento de produção de soja no período de 1991 a 2011.

Os números mostram que os períodos de estiagem afetam negativamente a produção de soja. Além disso, é evidente que precipitações abaixo de 100 mm, entre dezembro e março, inviabilizam um rendimento de produção maior do que 1000 Kg/ha, levando a uma quebra de, no mínimo, 1/3 da safra, levando-se em conta a produção média de 1567,81 Kg/ha, entre 1991 e 2011.

5.2. SOJA: Anomalia de Rendimento

Nesse período, a produção apresentou uma anomalia negativa de rendimento em 10 ocasiões.

Nos últimos 10 anos 60% da quantidade de colheita ficou abaixo da média e os 3 piores resultados, entre 1991 e 2011, ocorreram a partir de 2004 (figura 19 e tabela 5).

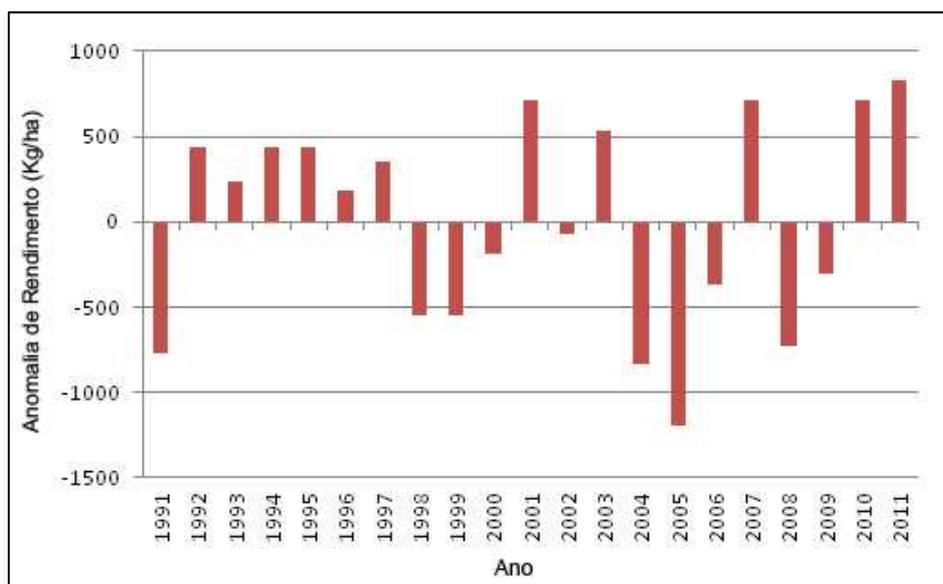


Figura 19: Anomalias de rendimento de produção de soja no município de Santo Cristo - 1991 a 2011.

Tabela 5: Rendimento e anomalias de rendimento de produção de soja no município de Santo Cristo no período de 1991 a 2011.

ANO	RENDIMENTO	ANOMALIA
1991	800	-767,81
1992	2000	432,19
1993	1800	232,19
1994	2000	432,19
1995	2000	432,19
1996	1746	178,19
1997	1920	352,19
1998	1020	-547,81
1999	1020	-547,81
2000	1375	-192,81
2001	2280	712,19
2002	1500	-67,81
2003	2100	532,19
2004	735	-832,81
2005	368	-1199,81
2006	1200	-367,81
2007	2280	712,19
2008	840	-727,81
2009	1260	-307,81
2010	2280	712,19
2011	2400	832,19

5.3. MILHO: Rendimento

Além da soja, Santo Cristo também é um forte produtor de milho, dependendo, igualmente, dessa cultura para o atingimento de resultados econômicos satisfatórios.

Nos 21 anos abrangidos pela pesquisa, em 9 deles houve redução de produção, comparada com o ano anterior. O ano de 2009 apresentou o pior resultado em termos de rendimento, com 720 Kg/ha. O melhor rendimento no período ocorreu em 2011, com 4400 Kg/ha (figura 20).

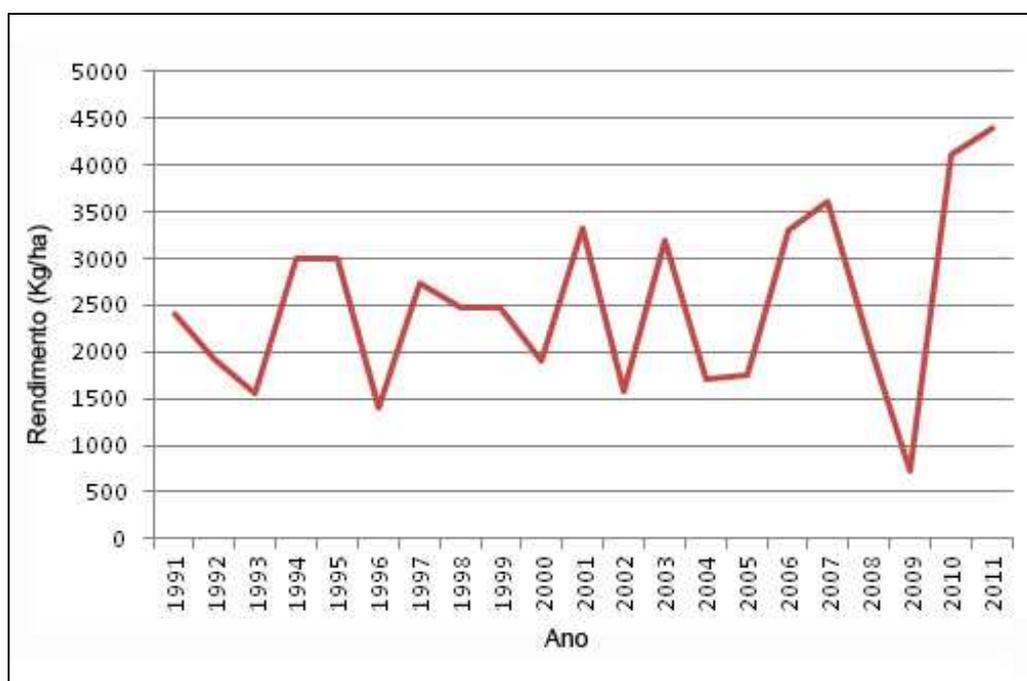


Figura 20: Rendimento de produção de milho no município de Santo Cristo - 1991 a 2011.

A exemplo do que foi feito com a produção de soja, se compararmos os gráficos de precipitação pluvial com o de rendimento de produção da cultura de milho no período de 1991 a 2011 (figura 21), podemos constatar que há, da mesma forma, uma relação aproximada entre as duas variáveis.

Ou seja, as estiagens possuem impacto negativo, como era de se esperar, também na cultura de milho.

A quebra mais significativa da produção de milho ocorreu em 2008/2009, um período de intensa estiagem em todo o RS, principalmente em sua região NW.

O ano de 2008 foi um ano de ocorrência de La Niña intenso.

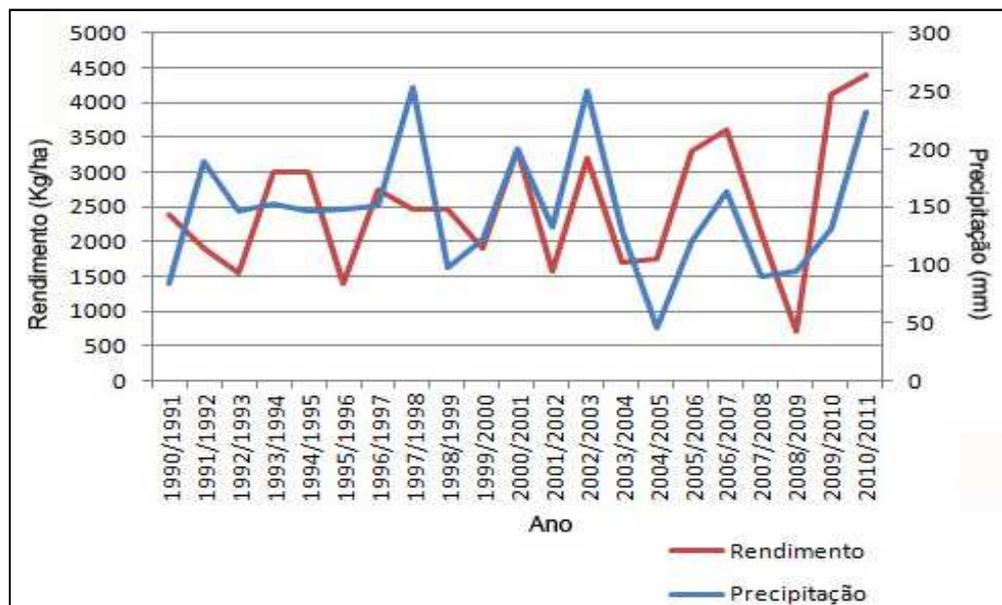


Figura 21: Precipitação pluvial X rendimento de produção de milho - 1991 a 2011.

5.4. MILHO: Anomalia de Rendimento

Entre 1991 e 2011 foram verificadas 12 colheitas com anomalia negativa do rendimento de produção de milho, se compararmos com a média de produção no período, de 2510 kg/ha (figura 22 e tabela 6).

Nos últimos 10 anos, houve produção abaixo da média em 50% das colheitas, incluindo a de recorde negativo de produção, ocorrida em 2008/2009.

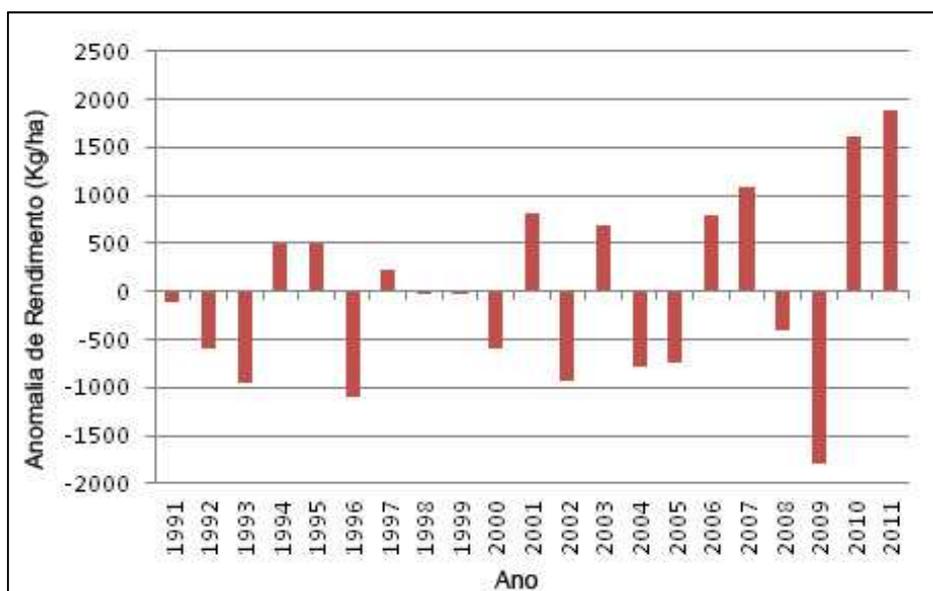


Figura 22: Anomalias de rendimento de produção de milho no município de Santo Cristo - 1991 a 2011.

Tabela 6: Rendimento e anomalias de rendimento de produção de milho no município de Santo Cristo no período de 1991 a 2011.

ANO	RENDIMENTO	ANOMALIA
1991	2400	-109,952
1992	1920	-589,952
1993	1560	-949,952
1994	3000	490,048
1995	3000	490,048
1996	1407	-1102,95
1997	2740	230,048
1998	2475	-34,952
1999	2475	-34,952
2000	1905	-604,952
2001	3333	823,048
2002	1573	-936,952
2003	3200	690,048
2004	1717	-792,952
2005	1764	-745,952
2006	3300	790,048
2007	3600	1090,048
2008	2100	-409,952
2009	720	-1789,95
2010	4120	1610,048
2011	4400	1890,048

6. DADOS SOCIOECONOMICOS

6.1. População Rural

Como o município de Santo Cristo é forte produtor de soja e milho, culturas sensíveis às condições climáticas, como vimos anteriormente, esta pesquisa ateu-se aos dados de população da área rural.

Como na década de 1960, parte do município foi desmembrada, originando a cidade de Alecrim, os dados do IBGE do Censo de 1960 não serão utilizados, pois os números demográficos de Santo Cristo englobavam os atuais dois municípios. Portanto, seriam números pouco representativos. Por conta disso, esta pesquisa trabalha com os dados a partir do Censo de 1970. Nessa contagem, Santo Cristo apresentava uma população rural de 13.137 indivíduos. Desde então, a população rural vem decrescendo, ao longo de cada contagem do IBGE, como nos Censos de 1980 (12.130 indivíduos), 1991 (9.656 indivíduos), 2000 (7.606 indivíduos) e 2010 (6.595 indivíduos), como mostra a figura 23.

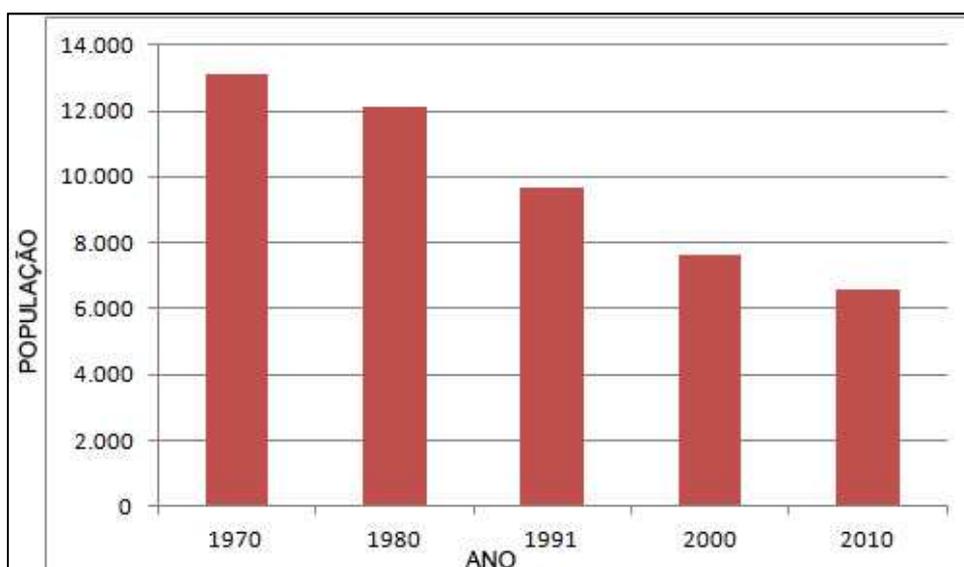


Figura 23: Evolução da população rural do município de Santo Cristo – 1970-2010. Fonte: IBGE.

De 1970 a 2010, houve uma redução de, praticamente, a metade da população rural do município de Santo Cristo. Um total de 6.542 pessoas abandonaram suas moradias, em busca de melhores condições de vida.

A tabela 7 mostra os números da redução da população rural, bem como a sua diminuição em relação ao Censo anterior.

Tabela 7: Total de indivíduos e redução da população rural de Santo Cristo no período de 1970 a 2010.

CENSO	POPULAÇÃO RURAL	DIMINUIÇÃO
1970	13.137	-
1980	12.130	-1.007
1991	9.656	-2.474
2000	7.606	-2.050
2010	6.595	-1.011

6.2. Valor Adicionado Bruto (VAB) da Agropecuária em Santo Cristo

Os cultivos de milho e, principalmente, de soja, tendem a obter melhores resultados produtivos, progressivamente, tendo em vista terem sofrido processos de intensa modernização (Conceição, 1986).

Além disso, a inserção da soja transgênica, nos últimos anos, acabou por revolucionar o rendimento de sua produção. Enquanto a área de soja plantada no RS passou de 3.030.556 ha, em 2000, para 4.075.389 ha, em 2011, a quantidade produzida, no mesmo período, passou de 4.783.895 toneladas para 11.717.548 toneladas. Ou seja, enquanto a área plantada aumentou 34,48%, a produtividade aumentou em 144,94% (FEE), denotando um sensível acréscimo de rendimento.

De fato, o VAB da agropecuária no município de Santo Cristo aumentou em, aproximadamente, 350% entre 1999 e 2010 (figura 24).

Verifica-se que houve redução do desempenho econômico agropecuário nos anos de 2003/2004, 2004/2005 e 2008/2009, quando ocorreram períodos de intensa estiagem.

Isso evidencia o impacto do regime de precipitação sobre a produção e a economia local. Em anos de ocorrência de estiagem o ritmo de crescimento do Valor Adicionado Bruto desacelera, podendo, inclusive, diminuir seu valor, conforme a intensidade da deficiência de precipitação pluvial.

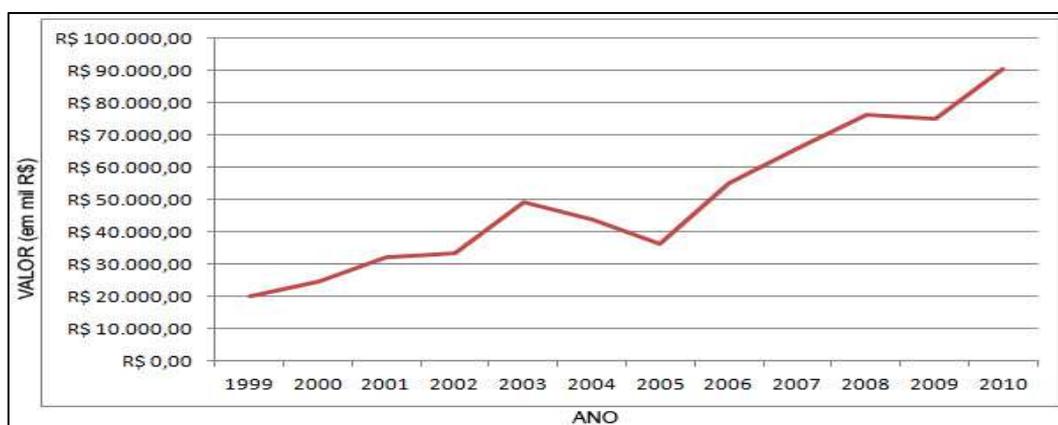


Figura 24: Evolução do Valor Adicionado Bruto Agropecuário de Santo Cristo – 1999-2010.

7. CONCLUSÕES

7.1. Considerações Finais

O objetivo deste estudo foi verificar a associação entre recorrentes eventos de estiagem e movimentos migratórios no município de Santo Cristo. As principais conclusões obtidas deste trabalho serão apresentadas a seguir:

Entre o período de 1990/1991 a 2010/2011, observou-se uma tendência de aumento da temperatura média sazonal, entre os meses de dezembro a março, na ordem de $0,06^{\circ}\text{C a}^{-1}$. Ao mesmo tempo, o volume de precipitação apresenta tendência de diminuição de $-1,40 \text{ mm a}^{-1}$, entre os mesmos meses, intensificada na última década.

A combinação dessas duas tendências faz com que diminua-se a disponibilidade de umidade, aumentando a evapotranspiração e prejudicando as culturas sazonais de soja e milho, dentre outras. Como consequência, eventos de estiagens têm sido cada vez mais recorrentes nos últimos anos.

Com relação ao regime pluvial, no caso da soja, ficou claro que precipitações abaixo de 100 mm entre dezembro e março resultam em uma produção cujo rendimento, dificilmente, ultrapassa os 1000 Kg/ha. Uma quebra de 1/3 da safra normal. O mesmo padrão de diminuição da produção em períodos de escassez hídrica também é observado no caso do milho.

O impacto socioeconômico da conjunção dessas condições é relevante. Períodos de fortes estiagens, como em 2004-2005 e 2008-2009 resultaram em queda do PIB agropecuário na ordem de R\$ 7 milhões e R\$ 2 milhões, respectivamente.

À medida que as variações das condições atmosféricas influenciam no resultado agropecuário e, por conseguinte, na insegurança financeira das famílias, tendendo à intensificação da estiagem em Santo Cristo, a população rural do município tem decrescido, sensivelmente, nos últimos 40 anos. A redução demográfica da zona rural foi de, aproximadamente, 50% no período, passando de 13.137 habitantes, em 1970, para 6.595, em 2010.

7.2. Sugestões de Trabalhos Futuros

Como sugestão, ainda que aqui tenha-se observado as evidências de emigração em virtude de eventos de estiagens em Santo Cristo, há de se mensurar a importância e participação desse motivo no total de movimentação migratória, em estudos futuros.

Propõe-se que novos estudos investiguem outras possíveis causas para a diminuição demográfica no município como, por exemplo, o acompanhamento de uma tendência nacional de redução populacional, envolvendo um possível aumento de níveis de educação e IDH; a crescente participação das mulheres como força de trabalho; dentre outras.

8. REFERÊNCIAS

ACNUR - *Mudanças Climáticas: Perguntas e Respostas*. Disponível em < <http://www.acnur.org/t3/portugues/sobre-o-site/envolva-se/eventos/acnur-na-rioplus20/mudancas-climaticas-perguntas-e-respostas> > Acesso em 29 de novembro de 2012.

ALBUQUERQUE, T.M.A. 2010. *Estudo dos processos de gestão da seca: aplicação no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS. 406p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BASSO, C.; Piran, N.L. 2010. *Estiagens no Rio Grande do Sul: a linguagem climática*. In Congresso Internacional das Linguagens, IV, 2010, Erechim, URI. Anais. Erechim: URI, 2010. p. 43-47

BERGAMASCHI, H. et al., 2004. *Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos*. In: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, set., n. 9, p. 831-839.

BERLATO, M.A. et al., 2001. *Relação entre o rendimento agrícola de grãos de soja e variáveis meteorológicas*. In: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 27, n. 5, p. 695-702.

BERLATO, M.A.; Farenzena, H.; Fontana, D. 2005. *Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do RS*. In: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.. 40, n.5.

BERLATO, M.A.; Fontana, D. 2003. *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: UFRGS, 110 p.

BERTOLDI, C.R.C. 2009: *Pesquisa avalia estiagem no RS*. Em: < <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/janeiro/4a-semana/pesquisa-avalia-estiagem-no-rio-grande-do-sul>>. Acesso em: 22 dezembro 2012.

BIROT P. 1959. *Précis de Geographie Physique Générale*. Paris. Librairie Armand Colin. 403p.

BRITO, T.A.S., 2009. *Antártica: bem comum da humanidade*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

CARDOSO, A. O., 2005. *Relações entre a TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico e as condições climáticas nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil*. Tese (Doutorado) ACA/IAG/USP, São Paulo.

COSTA, A.M.; WAQUIL, P.D. 2008. *O empobrecimento e a vulnerabilidade da população rural em situações de seca: o caso de Santo Cristo, RS*. In: 4º Encontro de Economia Gaúcha, 2008, Porto Alegre. Anais..., 2008. p. 1-20.

COSTA, A.M. 2006. *Pobreza e vulnerabilidade de agricultores familiares de Santo Cristo/RS: Uma análise da seca a partir da abordagem das capacitações*. 145 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Dessai, S.; Trigo R. 2001. *A ciência das alterações climáticas*. In: Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia. - Vol. XXXVI, nº 71, p. 117-132.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA – FEE. Disponível em www.fee.tche.br. Acesso em 03, 07, 08, 08 e 12 de abril de 2013.

FOCHEZATTO, A., GRANDO, M.Z. 2011. *Efeitos da estiagem de 2008 na economia do RS: uma abordagem multissetorial*. In: Ensaio FEE, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 137-160, jun. 2011. Porto Alegre: FEE, 2011.

FREIRE, J.R.; COSTA, J.A.; STAMMEL, J.G. 2006. *Principais fatores que propiciaram a expansão da soja no Brasil*. Revista Plantio Direto, 92:39-47, 2006.

FUENTES, M. V., 1997. "Climatologia de bloqueios próximos à América do Sul e seus efeitos". Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

GRIMM, A.M. 2003: *The El Niño impact on Summer Monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences*. Journal of Climate, 16, p. 263-280.

GRIMM, A.M.; Ferraz, S.; Gomes, J. 1998. *Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events*. In: Journal of Climate, v.11, p. 2863-2880.

GRIMM, A.M.; Tadeschi, R.G. 2004. *Influência de eventos de El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil*. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, CD ROM. Fortaleza - CE, SBMET.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 02, 05, 17 e 23 de março de 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MIGRATION (OIM). Disponível em www.ion.int. Acesso em 04 e 05 de maio de 2013.

JACÓBSEN, L. 2002. *Efeitos associados a El Niño e La Niña na vegetação do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre. 124p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

JORNAL NW. *Marcas da Estiagem se Acentuam na Região*. Disponível em <http://www.jornalNW.com.br/DESTAQUES/Marcas-da-estiagem-se-acentuam-na-regiao>. Acesso em 02 de novembro de 2012.

JUNGES, A.; Cardoso, L. *Estiagem no Rio Grande do Sul: um problema recorrente no estado*. Ijuí, Unijuí, 22 jan. 2012. Entrevista concedida à IHU On-Line.

LIVI, F.P. 2006. *Elementos do clima: o contraste de tempos frios e quentes*. In: MENEGAT, Rualdo et al. Atlas Ambiental de Porto Alegre. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 256 p.

MADDOX, R.A. 1980. *Mesoscale Convective Complexes*. Bul Amer Meteorol Soc., v.61, n.11, p.1374 – 1387, 1980.

MARENGO, J.A. 2007. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: MMA,2007. 2ª edição.

MEZOMO, A.M. (Org.). 2009. *Irrigação é a solução: manual operativo*. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 57 p.

MYERS, Norman. 2005. *Environmental Refugees: an emergent security issue*. 13th OSCE Economic Forum, Prague, 23-27 May 2005. Disponível em: <www.osce.org/eea/14851>. Acesso em 10/02/2013.

NATIONAL DROUGHT POLICY COMISSION – NDPC (2000). *Preparing for drought in the 21st Century*. National Drought Policy Comission Report. Disponível em <www.govinfo.library.unt.edu/drought/finalreport/fullreport/pdf/reportfull.pdf>. Acesso em 12 e 13 de abril de 2013.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. Disponível em www.noaa.gov. Acesso em 02 de fevereiro a 30 de junho de 2013.

NIMER, E. 1979. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE.

NOBRE, C., 2001. *Mudanças climáticas globais: possíveis impactos no ecossistema do País*. Parcerias Estratégicas, Brasília, n. 12, p. 240.

PBMC, 2012: Sumário Executivo do Volume 1 - Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 para o 1 Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Ambrizzi, T., Araújo, M., Silva Dias, P.L., Wainer, I., Artaxo, P., Marengo, J.A. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil, 34 pp.

PEZZI, L.P; Cavalcanti, I.F.A., 1998. *Anomalias de temperatura e precipitação sobre o Brasil durante o inverno de 1995: características atmosféricas e oceânicas*. In: Revista Brasileira de Geofísica., Jul/Nov., v. 16, n. 2-3, p. 209-218.

PIMENTA, M. 2009: *Migrantes ou refugiados ambientais? A polêmica por trás do conceito*. Em: http://www.bassidemelo.com.br/not_exibe.html?not_id=140>. Acesso em: 14 abril de 2012.

SARTORI, M. da G.B. 2003. *A dinâmica do clima no RS: indução empírica e conhecimento científico*. Revista Terra Livre. São Paulo. Ano 19 - Volume 1n.

SHERBININ, A. et al. 2011. *Climate Change: Preparing for resettlement associated with climate change*. Science Magazine. 28 de outubro de 2011. Vol. 334 no 655 pp 456-457.

SILVA, E.R; Silva, M.E.S.; Takeshi, P. 2008. *Influência da temperatura da superfície do mar das regiões de Niño 1+2 e 3 na precipitação mensal na América do Sul*. In: XV Congresso Brasileiro de Meteorologia, São Paulo-SP, CD ROM XV CBMET.

SILVA, G.A.M, 2005. *Variabilidade inter-El Niños e seu impacto nos jatos de baixos níveis a leste dos Andes durante o verão austral*. Dissertação (Mestrado). ACA/IAG/USP.

SILVA, I. R. 2001. *Variabilidade sazonal e interanual das precipitações da Região Sul do Brasil associadas às temperaturas dos oceanos Atlântico e Pacífico*. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

SIQUEIRA, L.H.S. 2004. *A Perspectiva de inserção de jovens rurais na unidade de produção familiar*. Porto Alegre, UFRGS. 125p. Tese (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

STUDZINSKI, C. 1995. *Um estudo da precipitação na região sul do Brasil e a sua relação com os Oceanos Pacífico e Atlântico Tropical Sul*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Meteorologia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

VIANA, D.R.; Aquino, F.E.; Matzenauer, R. 2006: *Comportamento espaço-temporal da precipitação no RS entre 1945-1974 e 1975-2004*. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, SBMET, Anais...CD-ROM.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

ALUNO: Vicente de Seixas Grimberg

Composição da Banca Examinadora:

1º) Orientador: Francisco Eliseu Aquino

2º) Prof. Examinador: Fernando Pohlmann Livi

3º) Prof. Examinador: Ricardo Burgo Braga

Título do Trabalho de Graduação:

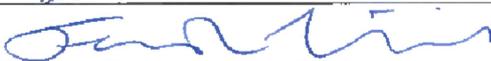
MIGRANTES AMBIENTAIS: MOVIMENTOS MIGRATÓRIOS, DERIVADOS DA ESTIAGEM NA REGIÃO DE SANTO CRISTO/RS

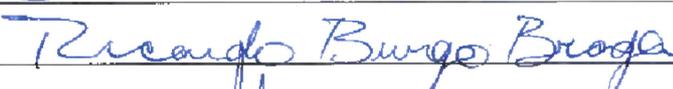
Data da Defesa do TG: 04/07/2013

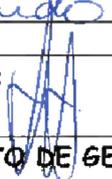
Parecer da Comissão Examinadora: O aluno cumpriu plenamente com os requisitos de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Tendo sido claro na definição dos objetivos, na escolha e aplicação da metodologia, mostrado habilidade na utilização destes métodos, alcançando os resultados propostos. Considerando a atualidade do tema e a sua originalidade em conjugar áreas do conhecimento geográfico, recomenda a continuidade e aprofundamento do tema em questão. A banca concede conceito máximo (A).

Assinatura dos Membros da Comissão:

1) 

2) 

3) 

Ciente do Aluno: 

Data: 04/07/2013