

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

MARCIA GARCIA FERREIRA

**Análise da variabilidade da precipitação e da estiagem no
município de Erechim e Região Norte do Rio Grande do Sul**

PORTO ALEGRE

2014

MARCIA GARCIA FERREIRA

**Análise da variabilidade da precipitação e da estiagem no
município de Erechim e Região Norte do Rio Grande do Sul**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção
do grau de Bacharel em Geografia

Orientador: Dr. Francisco Eliseu Aquino

Porto Alegre

2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo ensino gratuito e de qualidade. Ao Departamento de Geografia juntamente com todo o corpo docente. Com carinho especial aos professores Mário Lahorgue, Ronaldo dos Santos, Dejanira Saldanha, Roberto Verdum, Carlos Sommer, e Oscar Sobarzo.

Gostaria de agradecer as minhas queridas colegas Amanda Cabette, Karoline Bauermann, Iara Gross, Márcia Costa pela amizade que construímos ao longo do curso, por todas as conversas e trabalhos que fizemos juntas. Agradeço especialmente a Amanda por todas as conversas e pela ajuda na produção deste trabalho.

Agradeço a minha família em especial a minha linda mãe pelo carinho, incentivo e apoio incondicional que sempre me deu. Por todos os ensinamentos e atenção que sempre me foi prestada de forma delicada e bondosa.

A minha segunda família Gewehr de Mello (Pedro, Jordana, Raquel), Claudia Beatriz e José Antônio, em especial, sou muito grata pelo apoio, obrigada pela confiança, pelos conselhos, pela ajuda na elaboração desse trabalho, pelas saídas de campo. Obrigada pelo carinho me deram todos esses anos, foram todos muito importantes para que eu conseguisse chegar até aqui. Obrigada por me permitir fazer parte de suas vidas, obrigada por fazerem parte da minha vida, agradeço o acolhimento de toda família. Raquel por todos os livros que devolveu na biblioteca.

Agradeço ao meu grande amor Jeferson pela paciência, carinho, incentivo, atenção que sempre me deu, especialmente pelo apoio e compreensão nesta fase que estive um pouco ausente. Obrigada por ser tão dedicado e gentil e por sempre estar do lado.

Um agradecimento especial ao meu orientador professor Francisco Eliseu Aquino, obrigada pelo apoio dado ao longo de todo o curso de Geografia, sempre incentivando e lançando desafios de pesquisas, que foi ponto fundamental para que esse trabalho acontecesse. Muito obrigada por acreditar nesse projeto e dar todo o suporte para que ele pudesse ser executado, pelo tempo disponibilizado, esclarecimentos de dúvidas que surgiam a cada nova fase e por todo apoio, que foi fundamental ao longo desse processo.

RESUMO

O Rio Grande do Sul (RS) tem registrado frequentes ocorrências de extremos climáticos, como enchentes, inundações e estiagens. Esses fenômenos afetam, não apenas a economia da região, como a do Estado em vários segmentos, seja na produção agrícola, base econômica do RS, seja no abastecimento da população. Estudos sobre a variabilidade climática buscam entender a dinâmica dos mesmos bem como sua ocorrência. Este trabalho tem como principal objetivo investigar as causas da ocorrência de estiagem no município de Erechim e na região Norte do RS. A precipitação pluviométrica anual da região Norte é a maior registrada no RS, com valores entre 1600 e 1800 mm no período entre 1975-2004 e chegando a 2000 mm em 2011, com maior desvio registrado nas estações transição (primavera e outono). Estudos recentes apontam o avanço da estiagem por todas as regiões do Estado, a análise feita com dados entre os períodos de 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, e 1981-2011, comprovam a evolução desse fenômeno. Para atenuar os efeitos causados pelo déficit hídrico do município de Erechim e região foi necessária a implantação de cisternas para o abastecimento da população. Os métodos utilizados para a realização desse trabalho são de análise dos índices pluviométricos anuais e mensais do RS, dados da população rural do município de Erechim e mapas da evolução da estiagem no RS onde foi possível comparar os índices pluviométricos e a ocorrência e evolução da estiagem. Também se observou que o fenômeno ENOS é um dos responsáveis pela variabilidade climática observada no RS. Com base nos dados apresentados no trabalho é possível afirmar que a estiagem que atinge o município de Erechim e a região Norte é provavelmente em decorrência de desequilíbrio climático e não causada por déficit de precipitação.

Palavras-chave: Cisternas, Estiagens, Mudanças Climáticas, Erechim, Rio Grande do Sul

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização do Município de Erechim no Estado do RS.....	09
Figura 2: Mapa de Precipitação Média Anual a) 1945-1974 b) 1975-2004.....	22
Figura 3: Mapa do Desvio de Precipitação (mm) Anual.....	23
Figura 4: Desvio de Precipitação (%) a) Verão (DJF) b) Inverno (JJA).....	24
Figura 5: Desvio de Precipitação (%) a) Outono (MAM) b) Primavera (SON).....	25
Figura 6: Precipitação mensal de janeiro a dezembro (a ⁻¹) no RS em 2011.....	26
Figura 7: Mapa da estiagem no RS entre 2011-2012.....	27
Figura 8: Decreto de estiagem no RS, a) 1º dia de decreto, b) 30 dias após decreto, c) 60 dias após decreto, d) 90 dias após decreto.....	28
Figura 9: Mapa de ocorrência de desastres naturais no RS de janeiro a julho de 2012.....	29
Figura 10: Mapa de zoneamento da estiagem no RS nos períodos entre 1981 e 2011.....	30
Figura 11: a) Precipitação anual (mm) do RS no ano de 2011, b) Mapa de zoneamento de estiagem no RS no período entre 1981-2011.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Endereço das fontes consultadas.....	19
Quadro 2: Tipos de Estiagem e Impactos Relacionados.....	21
Quadro 3: Tipos e Capacidade de cisternas.....	35
Quarto 4: Comparativo das cisternas implantadas na região.....	38

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	08
1.1- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	09
1.2- OBJETIVOS.....	10
1.3- JUSTIFICATIVA.....	10
2- CLIMA.....	12
2.1- CLIMA DO RS.....	12
2.2- CLIMA DO MUNICÍPIO DE ERECHIM E REGIÃO NORTE.....	13
2.3- MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	13
2.3.1- Causas Naturais.....	14
2.3.2- Causas Antrópicas.....	16
3- MÉTODOS E DADOS.....	17
4- RESULTADOS E DISCUÇÃO.....	20
4.1- PRECIPITAÇÃO.....	22
4.2- ESTIAGEM NO RS.....	28
4.3- CISTERNAS.....	34
4.4- CISTERNAS IMPLANTADAS NA REGIÃO NORTE DO RS.....	37
4.5- SISTEMA DE FILTRAGEM.....	38
CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS.....	41

INTRODUÇÃO

A incidência de estiagens no Estado do Rio Grande do Sul (RS) tem ocorrido com grande frequência. De cada dez anos, sete apresentam deficiências hídricas, as quais prejudicam a produção agrícola (SEAPA, 2014). A criação de bovinos, suínos e aves e, até mesmo, comprometendo o abastecimento humano em algumas regiões. Mesmo naquelas regiões com alto volume de precipitação (de 1.400 a 1.600 mm a⁻¹), ocorre escassez na época de estiagem, principalmente nas atividades de produção agropecuária. Isso se deve ao fato de que poucas propriedades utilizam práticas de armazenamento de água e sistemas de irrigação segundo o Programa Estadual de Irrigação (PEI, 2012).

As regiões Norte e Noroeste têm sofrido com a estiagem, estas regiões do RS têm sua economia baseada na produção agrícola, e a ocorrência desse fenômeno tem afetado a população e os produtores que dependem do regime equilibrado das chuvas para sua produção. O RS é o terceiro maior produtor de soja do país (IBGE, 2014), sendo a Mesorregião Noroeste responsável pela maior área cultivada e pela maior produção de soja do Estado, fator este, sendo de extrema importância e determinante para o desenvolvimento e economia da região e do RS.

De acordo com estudos da Fundação de Economia e Estatística (FEE, 2014) a estiagem age de forma direta na economia da região atingida assim como no PIB do RS. Apesar do Estado não apresentar uma diminuição significativa no seu regime de chuvas este tem sofrido com a escassez de água em determinados períodos do ano devido à precipitação intensa e concentrada em alguns períodos do ano. A deficiência hídrica no RS ocorre principalmente nos meses de dezembro a março, justamente nos meses de intensa produção agropecuária, enquanto os excedentes pluviométricos ocorrem nos meses de maio a outubro, quando se demanda pouca água para irrigação (PEI, 2012).

Para amenizar o problema da falta de água em determinados períodos do ano o governo federal e o governo estadual têm investido na construção de cisternas no RS. O público alvo são os pequenos agricultores que enfrentam problemas com a falta de chuva, como produtores das regiões Norte e Noroeste do Rio Grande do Sul.

1.1. Localização da Área de Estudo

O município de Erechim está localizado ao Norte do Rio Grande do Sul (Figura 1), na região do Alto Uruguai, pertencente à Região Norte Rio-grandense e a Microrregião Erechim. O município está situado a uma latitude $27^{\circ}83'30''$ S e longitude $52^{\circ}16'26''$ W, a aproximadamente 780 m acima do nível do mar. A população estimada da cidade é de 101.752 habitantes e tem área de 430,668 km², e predomínio do bioma Mata Atlântica (IBGE, 2014).

Tem como limites ao norte os municípios de Aratiba e Três Arroios, ao sul Getúlio Vargas e Erebango, ao leste Gaurama e Áurea e a oeste Paulo Bento e Barão de Cotegipe; (Prefeitura Municipal de Erechim, 2014).

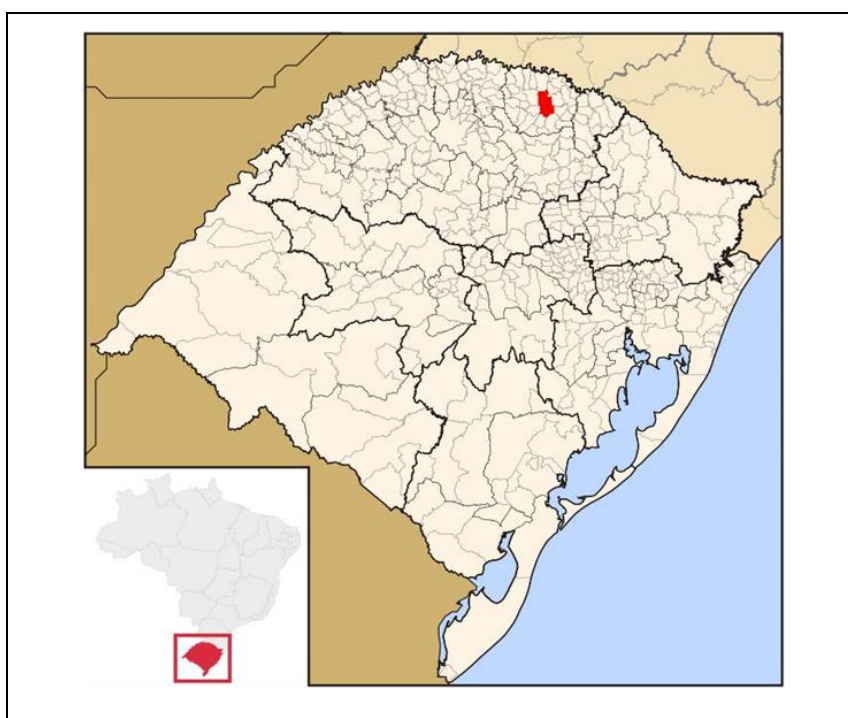


Figura 1: Mapa de localização do RS no Brasil, com destaque para o município de Erechim, situado no norte do RS (em vermelho).

1.2 Objetivos

Este trabalho tem a finalidade de analisar a variabilidade climática da região Norte e no município de Erechim, em decorrência dos frequentes períodos de estiagens enfrentados nas últimas duas décadas, além de verificar a distribuição da precipitação na região no período de 1980 e 2012.

1.2.2 Objetivos secundários

- Verificar a distribuição da precipitação pluviométrica na região Norte e a ocorrência de estiagens;
- Análise das causas das irregularidades nas precipitações em Erechim e região Norte do RS.

1.3 Justificativa

O RS é um dos estados mais importantes economicamente do país, com isso faz-se necessário uma análise dos impactos causados pelas constantes estiagens que tem atingido o estado nos últimos anos, com mais frequência e intensidade.

O município de Erechim localizado ao Norte do estado tem sofrido com as constantes estiagens que atingem a região, por isso o município tem adotado sistemas de armazenamento de água, como cisternas, para tentar amenizar os problemas causados pelas estiagens. Apesar de a região ter precipitações pluviais anuais superiores a 1500 mm segundo Leivas (2003), a região tem enfrentado períodos de estiagens mesmo registrando altos índices de precipitação.

O uso de cisternas tem destaque no trabalho, pois é uma técnica, que já é muito utilizada na Região Nordeste do país, que vem sendo implantada na região. Estatisticamente o RS não sofre com déficit de chuvas, ainda assim registra períodos de estiagens. Mais comumente utilizada em regiões com ocorrência de secas mais severas, as cisternas agora se fazem cada vez mais necessárias na vida dos habitantes da Região Sul do Brasil, especialmente o RS.

O município de Erechim além de sofrer os impactos dessa mudança no seu regime hídrico, vem registrando também uma diminuição na sua população rural. Entre os anos de 2000

e 2010 a população rural da cidade decresceu de 8.321 para 5.535 habitantes, uma diminuição de quase cinquenta por cento da população (FEE, 2014).

O fenômeno climático La Niña é apontado como principal responsável pelo déficit de precipitação do RS, principalmente devido às passagens rápidas das frentes frias sobre a região (Berlato e Fontana, 2003).

2. CLIMA

De acordo com Ayoade (2011), clima refere-se às características da atmosfera, inferidos de observações contínuas durante um longo período (entre 30 e 35 anos). O clima abrange um maior número de dados do que as condições médias do tempo numa determinada área. Ele inclui considerações dos desvios em relação às médias, condições extremas, e as probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições de tempo.

Por tempo entende-se o estado médio da atmosfera numa dada porção de tempo e determinado lugar (Ayoade, 2011).

2.1. Clima do RS

O clima do RS, de acordo com Köppen, é do tipo Cfa, onde “C” significa o tipo temperado ou clima temperado quente e o descreve como clima mesotérmico, com temperatura média do ar dos 3 meses mais frios entre -3°C e 18°C e a temperatura média do mês mais quente acima de 10°C , tem as estações de verão e inverno bem definidas.

A segunda letra, “f”, na descrição do autor define o clima como úmido e com ocorrência de precipitação em todos os meses do ano e a inexistência de estação seca definida. A terceira letra “a” identifica o verão quente com temperatura média do ar no mês mais quente $>$ de 22°C ; a letra “b” indica que verão é temperado com temperatura média do ar no mês mais quente $<$ 22°C e temperaturas médias do ar nos quatro meses mais quentes $>10^{\circ}\text{C}$ (Köppen).

Devido à sua posição geográfica, entre os paralelos $27^{\circ}03'42''$ S e $33^{\circ}45'09''$ S, e $49^{\circ}42'41''$ W e $57^{\circ}40'57''$ W, apresenta grandes diferenças em relação ao Brasil. A latitude reforça as influências das massas de ar oriundas da região polar e da área tropical continental e Atlântica. A movimentação e os encontros destas massas definem muitas de nossas características climáticas.

As temperaturas apresentam grande variação sazonal, com verões quentes e invernos bastante rigorosos, com a ocorrência de geada e precipitação eventual de neve. As temperaturas médias variam entre 15 e 18°C , com mínimas de até -10°C e máximas de 40°C .

Com relação às precipitações, o Estado apresenta uma distribuição relativamente equilibrada das chuvas ao longo de todo o ano, em decorrência das massas de ar oceânicas que penetram no RS. A precipitação média da região Norte está entre 1.500 mm e 1.800 mm anuais, segundo o Atlas Socioeconômico do RS publicado em 2014.

2.2. Clima do município de Erechim e Região Norte

O clima do município de Erechim e da região Norte é idêntico ao registrado no RS, o clima da região se difere pelos altos índices de precipitação pluviométrica anuais, com médias anuais acima das registradas nas demais regiões do RS. Na metade Norte, onde se situa o município as precipitações variam entre 1700 e 2000 mm⁻¹, enquanto na região Sul são registrados índices entre 1200 e 1600 mm⁻¹, dados do Atlas climático do RS para o ano de 2011.

2.3. Mudanças climáticas

Já são observadas algumas mudanças no clima global, como derretimento das geleiras, elevação do nível dos oceanos. Os modelos Globais do clima projetam para o futuro, ainda com algum grau de incerteza, possíveis mudanças em extremos climáticos, como ondas de calor, ondas de frio, chuvas intensas e enchentes, secas e ocorrências de ciclones tropicais e extratropicais mais intensos e /ou frequentes (Marengo, 2006). Exemplos desses fenômenos observam-se na Europa com enchentes e ondas de calor, invernos intensos na Ásia e Europa, furacão Catarina no Brasil, intensos furacões nos EUA, bem como secas no Sudeste do Brasil em 2001, na Amazônia em 2005 e no sul em 2004, 2005 e 2006 (Marengo, 2006). Esses fenômenos têm sido atribuídos a variabilidade natural climática, mudanças no uso do solo e aquecimento global anômalo, aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera (Marengo, 2006).

As mudanças climáticas afetam diversos setores da sociedade como saúde, economia, recursos hídricos. O aumento de epidemias, uma mudança na distribuição de doenças transmissíveis sensíveis ao clima no Brasil e maior número de mortes provocadas por problemas relacionados à poluição do ar, enchentes e deslizamentos são algumas consequências graves do aquecimento global para saúde pública do país (Greenpeace, 2006). A economia sofre grande

impacto, pois tem sua base na produção de grãos onde é imprescindível o uso de água para seu cultivo, culturas como soja, trigo e milho tem grande queda de produção em anos de déficit ou excesso de chuvas.

Sendo a agricultura e a pecuária a base econômica do RS, e tendo a soja o seu principal produto, sua economia pode sofrer como já sofreu em anos anteriores, grandes perdas na produção em decorrência da falta de chuvas regulares. A região Norte é a uma produtora de grãos do RS, e tem a soja como uma de suas principais culturas.

Os recursos hídricos também são afetados pelas mudanças climáticas, podendo alterar não apenas o regime natural dos rios, assim como impactos diretos as cidades, campo, geração de energia e até o turismo (Greenpeace, 2006). A vazão dos rios pode aumentar, pois com chuvas irregulares e mais intensas e concentradas o solo não consegue infiltrar a água e acaba escoando direto para dentro dos corpos d'água. O aumento de temperatura faz com que ocorra uma rápida evaporação impedindo, assim que água permaneça no solo.

No sul do Brasil, houve um aumento de 1,4°C na temperatura mínima anual entre 1913 e 1998 e um incremento nas ondas de calor, das chuvas mais intensas e da precipitação pluvial anual, que cresceu, nos últimos 50 anos, em média 6,2 mm a⁻¹ (Greenpeace, 2006).

2.3.1. Causas Naturais

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), faz parte de uma variação irregular em condições normais do Oceano e da atmosfera na região do Pacífico Tropical (Berlato e Fontana, 2003).

El Niño e La Niña são extremos da variação de fenômeno ENOS, no caso do El Niño tem-se o aquecimento das águas do Pacífico e a diminuição da pressão atmosférica no Pacífico leste. Durante o La Niña ocorre o resfriamento das águas e o aumento da pressão atmosférica. O índice de oscilação sul (IOS) durante o El Niño é negativo e a anomalia da Temperatura Superficial Marítima (TSM) do Pacífico Equatorial é positiva, no caso da LA Niña o IOS é positivo e a anomalia da TSM é negativa (Berlato e Fontana, 2003).

Para Marengo (2006) impactos dos fenômenos El Niño e La Niña têm sido observados nas regiões do país, mais intensamente nas regiões Norte, Nordeste (secas durante EL Niño) e Sul do Brasil (secas durante La Niña e excesso de chuva e enchentes durante El Niño).

Em grande parte a variabilidade interanual da precipitação pluvial na Região Sul do Brasil é provocada pelo fenômeno ENOS, quer na sua fase quente (El Niño) quer na sua fase fria (La

Niña); no primeiro caso (El Niño) provocando precipitações acima da média climatológica na primavera e início de verão e no segundo caso (La Niña) provocando estiagens no mesmo período (Leivas, 2003).

O Oceano Atlântico também tem grande influência nas condições climáticas no RS. A variação do Atlântico Sul em fins de 2011 foi determinante para a última estiagem no RS. Nem sempre a ocorrência de fenômenos como o El Niño ou o La Niña corresponde à falta ou excesso de chuvas (FEPAGRO, 2012).

ENOS é um fenômeno de grande escala que ocorre no Oceano Pacífico Tropical, esse fenômeno refere-se a uma combinação de dois mecanismos que demonstram, de forma marcante o vínculo existente entre atmosfera e o oceano (Berlato e Fontana, 2003). O fenômeno El Niño pode ser caracterizado como cíclico, mas não possui um período estritamente regular, reaparecendo no intervalo de dois a sete anos. As condições clássicas do fenômeno são caracterizadas por anomalias positivas de TSM ao longo da costa Oeste da América do Sul (Marengo, 2006).

A La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, e que se caracteriza por um resfriamento anormal nas águas superficiais do oceano Pacífico Tropical (INPE, 2014).

Em condições de La Niña há um fortalecimento das condições normais do oceano e da atmosfera na região tropical do Oceano Pacífico. Os ventos alísios são intensificados, o que acarreta um aumento no carregamento das águas quentes para leste e ressurgências das águas frias no Pacífico leste. As diferenças de temperatura tendem a se acentuar, o que auxilia na intensificação dos ventos alísios (Berlato, 1996).

Os ventos alísios se fortalecem, carregando uma maior quantidade de água superficial para o oeste e definindo, ainda mais a célula de Walker, aumentando os efeitos decorrentes como uma maior precipitação pluvial a oeste e escassez a leste. Durante o La Niña ocorre diminuição das chuvas na maioria dos meses do ano RS, sobretudo entre o final da primavera e início do verão (Grimberg, 2013).

O fenômeno climático La Niña, é um dos principais fatores contribuintes para a ocorrência de estiagens no estado, pois causa uma diminuição no regime das chuvas do estado e influência nos índices de desenvolvimento das regiões afetadas. A agricultura é uma das áreas que mais sente o impacto negativo causado pela estiagem, pois tem sua produtividade comprometida (Greenpeace, 2006).

2.3.2 Causas antrópicas

A alteração do clima em escala mundial, de acordo com estudos, não é apenas de ordem natural. A identificação da influência humana na mudança do clima é um dos principais aspectos apresentados pelo IPCC-TAR (Marengo, 2006) o uso de aerossóis, queima de combustíveis fósseis, desmatamento, são fatores com grande destaque no aquecimento global.

O aquecimento do planeta é o maior desafio ambiental do século XXI. A temperatura média mundial já subiu 0,7°C nos últimos cem anos, de acordo com o Greenpeace (2006). O derretimento das geleiras e o desmatamento da Amazônia são fortes indícios dessas alterações.

Projeções feitas pelo PBMC (2013) indicam mudanças nos biomas do Brasil, para a Mata Atlântica que ocupa uma área desde o sul até o nordeste, indicam que até 2040 haverá um aumento relativamente baixo de temperatura entre 0,5 e 1°C, com intensificação nos padrões de chuva em torno de 5% a 10%. Entre 2041 e 2070, continuam as tendências de aumento gradual da temperatura entre 1,5 e 2°C e um aumento entre 15% e 20% nas chuvas, sendo que essas tendências tendem a se acentuar no final do século com padrões de clima entre 2,5 e 3°C mais quentes e entre 25 e 30% mais chuvoso.

As previsões para o bioma Pampa no período até 2040, prevalecem as condições de clima regional de 5 a 10% mais chuvoso e até 1°C mais quente, mantendo a tendência de aquecimento de 1 a 1,5°C e intensificação das chuvas entre 15 e 20%. Para o final do século no bioma Pampa, as projeções são mais agravantes, com aumento de temperatura estimado entre 2,5 e 3°C e chuvas de 35 a 40% acima da média (PBMC, 2013).

As alterações no clima, não apenas provocam mudanças na atmosfera e biomas da terra, como atingem diretamente ao homem e sua sobrevivência denominados refugiados ambientais. Segundo o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) refugiados ambientais são pessoas que foram obrigadas a abandonar temporária ou definitivamente o local onde vivem, devido ao visível declínio do ambiente seja por razões naturais, seja por razões humanas e que possam impedir sua existência e/ ou qualidade da mesma de forma que possa por em risco sua sobrevivência.

Declínio do ambiente é uma modificação de forma química, física ou biológica do ecossistema que impede o ambiente de ser utilizado temporário ou permanentemente (LISER, 2014).

3. MÉTODOS E DADOS

Os métodos utilizados para a realização desse trabalho foram análises de material bibliográfico, dados de precipitação do RS. O quadro 1 dispõe dos endereços onde foram consultadas as informações.

Os dados referentes à população rural do município de Erechim, no período de 2000 a 2010 foram obtidos na Fundação de Economia e Estatística - FEE.

As informações da produção de grãos, sendo a soja como principal produto citado nesse trabalho, foram obtidas no banco de dados do IBGE.

A definição de estiagem adotada nesse estudo foi proposta pela Defesa Civil do Estado do Tocantins que define estiagens como fenômenos climáticos causados pela insuficiência da precipitação pluviométrica em determinada região. Utilizou-se também a definição empregada por Grimberg (2013) também utiliza esse conceito e acrescenta que tal fenômeno acarreta em desequilíbrios, afetando de forma adversa o sistema de produção e abastecimento da população. A NPDC propõe três tipos de estiagens, a estiagem meteorológica, que se dá em consequência do desequilíbrio entre a precipitação e a evaporação é o tipo que atinge a região de acordo com as definições.

Foram gerados, a partir dos produtos elaborados pelo Grupo de Gestão de Riscos e Desastres - GRID, quatro mapas que apontam a evolução da estiagem no RS, com início no dia 19 de dezembro de 2011. Contados após o 1º dia de decreto, os mapas foram produzidos em intervalos de 30, 60 e 90 dias, onde se observa a expansão da estiagem em todas as regiões do RS.

Para se afirmar a ocorrência da estiagem no Estado foi analisado um mapa de anomalias na vegetação na estação de verão de 2012, com imagens do período de 19/12/2011 a 01/01/2012, obtido do grupo Geodesastres – Sul INPE. Para o período de janeiro a julho de 2012, também se analisou, a ocorrência de desastres naturais no RS, em um levantamento dos municípios atingidos.

A análise do trabalho realizado por Kulman *et.al* (2014) foi possível verificar a evolução da estiagem no RS entre os períodos 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010 e uma análise entre 1981 e 2011. Nesse estudo é possível observar que no início do zoneamento a estiagem era registrada em aproximadamente 50% da área do RS e mais concentrada na metade sul, e que a partir da década de 90 verifica-se a expansão do fenômeno para a maioria

das regiões do RS. Entre os anos 2000 e 2010 a estiagem é mais intensa na porção norte-noroeste do Estado. No último período de análise o fenômeno abrange quase que a totalidade do território do RS.

Viana et al. (2006), demonstraram através de análise de dados de 24 estações meteorológicas do RS, que a precipitação anual no período entre 1931 a 1960 foi de 1488 mm, sendo registrado no mesmo período na região Norte índices entre 1600 e 1700 mm. No período entre 1975 e 2004 a precipitação para a região Norte variou entre 1700 e 1800 mm. Quando se comparam os desvios anuais entre os períodos de 1975-2004 e 1945-1974, observa-se que houve um desvio positivo na precipitação pluvial superior a 150 mm. Esses autores também observaram que os desvios sazonais mais expressivos ocorrem nas estações de transição (primavera e outono). No outono o desvio foi de 17%, e na primavera de 9%.

Já em anos de ocorrência do fenômeno La Niña ocorre diminuição na precipitação pluvial no período de transição das estações primavera e verão de acordo com Jacobsen *et.al* (2004).

Com dados obtidos do Atlas climático do RS (2011), produzido pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO foi possível analisar a precipitação mensal no RS no ano de 2011, assim como a precipitação anual do RS. Dadas essas informações foi elaborado uma figura onde se analisam os mapas, da precipitação anual do RS (Atlas Climático do RS) e evolução da estiagem no RS (Kulman *et. al*, 2014), onde se verifica que a precipitação estado tem aumentado em comparação com os estudos realizados por Viana et al. (2006), até o período de 2004 e que ainda assim há grande ocorrência de estiagens no RS.

A cisterna é uma tecnologia popular para captação e armazenamento da água da chuva que escorre do telhado (MDS, 2014) e tem como principal objetivo disponibilizar o acesso à água em tempos de escassez (MAB, 2011). Existem vários tipos de cisternas, com capacidades diferentes, em razão disso foi elaborado um quadro onde se apresentam tipos e capacidades de cisternas. Apesar de a capacidade variar entre 15.500 e 40.000 litros, Gnadlinger (2014) sugere que a capacidade máxima de uma cisterna deve ser de 20.000 litros, pois assim o risco de haver qualquer tipo de avaria é praticamente nulo. A cisterna mais utilizada no Nordeste do Brasil e que está sendo implantada no RS é a de placa, e isso se deve a fatores como, menor custo de produção, utilização de materiais de fácil acesso e fácil manutenção. A cisterna de polietileno apesar de fazer parte do projeto, ainda encontra resistência de aquisição devido ao seu alto custo.

FEE	www.fee.tche.br
IBGE	(http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/indicadoresagro_19962003/defaulttab.shtm).
DEFESA CIVIL TO	(http://defesacivil.to.gov.br/seca/)
GRID	(http://www.ufrgs.br/grid/pesquisas/pesquisas-em-andamento/mapas-de-probabilidades-anuais-de-estiagem-e-inundacoes)
GEODESAS TRES-SUL	(http://www.inpetrov.ru/desastres5.php.htm) (http://www.inpetrov.ru/desastres6.php.htm)
FEPAGRO	(http://www.cemet.rs.gov.br/conteudo/3933/?5_-_Precipita%C3%A7%C3%A3o)

Quadro 1: Endereços das fontes consultadas.

4. RESULTADOS E DISCUÇÃO

Devido a frequente ocorrência de estiagens no RS, o governo tem investido em programas, como Programa Água para Todos (federal), Programa Cisternas (federal), Programa Mais Água Mais Renda (estadual), para amenizar a falta de água nos municípios afetados, dentre as cidades beneficiadas, está Erechim localizado no Norte do RS. A água é imprescindível para sobrevivência humana e a preservação desse recurso se faz necessária para que não haja escassez do mesmo.

As estiagens são fenômenos meteorológicos considerados desastres naturais que ocasionam elevados prejuízos a diversos segmentos da economia, afetando diretamente a sociedade (Silva, 2010). De acordo com a defesa civil do TO, estiagem é um fenômeno climático causado pela insuficiência de precipitação pluviométrica, numa determinada região por um período de tempo muito grande. Do ponto de vista meteorológico a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes.

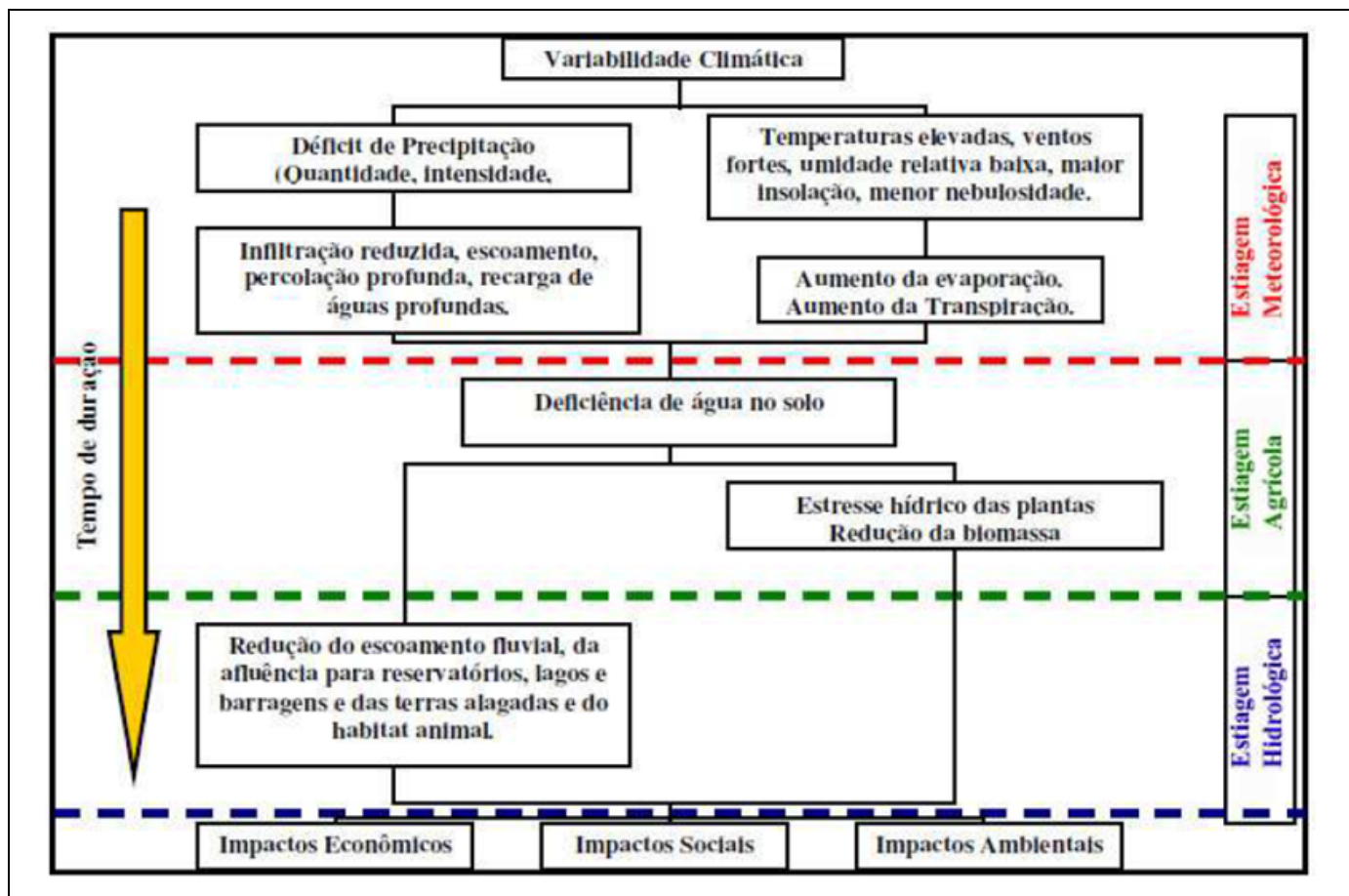
De acordo com Grimberg (2012) estiagens são fenômenos caracterizados pela precipitação pluvial abaixo de níveis normais, acarretando em desequilíbrios que afetam de forma adversa, o sistema produtivo dependente da terra, bem como abastecimento domiciliar, da indústria e da pecuária. As estiagens referem-se a um determinado período de tempo, ao contrário das secas, que são situações permanentes de déficit hídrico.

Existem 3 tipos de estiagens que causam grande impacto, seja de ordem econômica, social ou ambiental, como explica o quadro 2.

Estiagem Meteorológica: Refere-se à falta de água, como consequência do desequilíbrio entre precipitação e evaporação.

Estiagem Agrícola: diz respeito a falta de umidade, afetando o desenvolvimento e ou sobrevivência de culturas agrícolas, pastoris ou florestais.

Estiagem Hidrológica: É a deficiência do suprimento de água superficial ou subterrânea.



Quadro 2: Tipos de estiagens e impactos relacionados. Fonte: NPDC, 2000.

4.1. Precipitação

A variabilidade interanual da precipitação pluvial é a principal causa da variação dos rendimentos agrícolas. A precipitação pluvial no sul do Brasil está associada, principalmente aos efeitos dos sistemas frontais, sendo estes fortemente influenciados pelos oceanos (Marques *et. al.* 2004).

Está amplamente demonstrado que em grande parte da variabilidade interanual da precipitação pluvial da região Sul está associada ao El Niño (Berlato e Fontana, 2003). Durante a ocorrência de La Niña, ocorre a diminuição da precipitação pluvial, notadamente nos períodos de primavera e verão. Além da quantidade, verifica-se alteração também na distribuição pluvial, sendo o número de dias de chuva inferior em anos de ocorrência do fenômeno (Jacóbsen *et. al.*, 2004).

Em períodos de La Niña, segundo Jacóbsen *et. al.* (2004), ocorre à diminuição na precipitação pluvial no período de transição das estações primavera e verão. Além da quantidade de precipitação, observa-se também alteração na distribuição da precipitação, sendo o número de dias de chuva inferior em anos de ocorrência de La Niña.

O déficit hídrico leva os municípios e Estado a adotarem meios de armazenamento de água para o consumo humano e animal em períodos de escassez. Apesar do aumento na precipitação média anual em todas as regiões do RS. A figura 2a apresenta a precipitação média anual do RS no período de 1945 - 1974, onde se observam que as médias anuais do RS eram inferiores as registradas no período de 1975 - 2004 como mostra a figura 2b, o RS tem registrado uma média anual de precipitação maior que a do período anterior e mesmo assim a ocorrência de estiagens tem ocorrido com grande frequência.

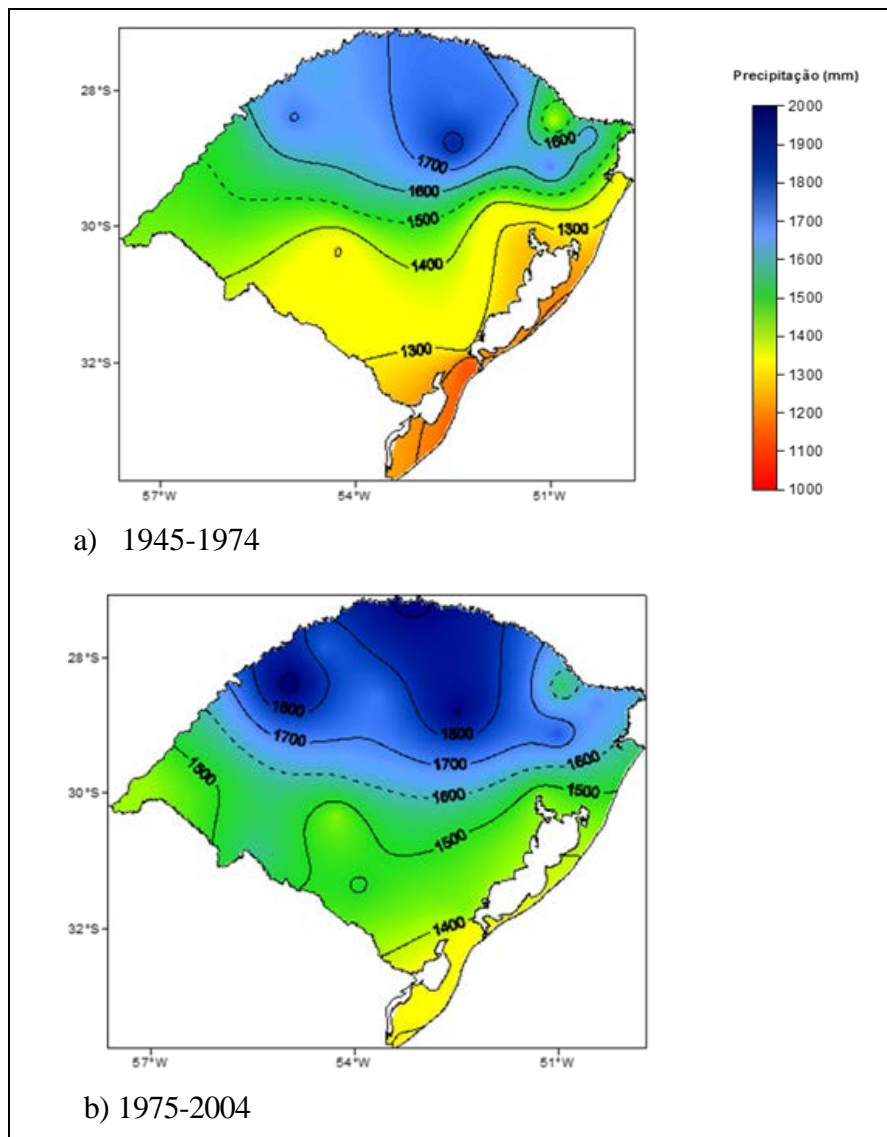


Figura 2: Precipitação média anual no RS entre 1945 e 1974 (a), e entre 1975 e 2004 (b). Fonte: Viana *et al.*, 2006.

De acordo com Viana *et al.* (2006), a precipitação média anual no RS variava de 1.162 mm (Rio Grande) a 2.162 mm (São Francisco de Paula) no período de 1931 a 1960. No mesmo período os valores ficavam entre 1.191 mm (Santa Vitória do Palmar) e 1.972 mm (São Luiz Gonzaga). No mesmo estudo verificou-se, através de dados de 24 estações meteorológicas do RS que a precipitação média anual do RS variou entre 1.833 mm em Soledade e 1.152 mm em Rio Grande. A precipitação anual nesse período foi de 1.488 mm, tendo as regiões Norte e Noroeste registrados índices entre 1.600 mm e 1.700 mm no mesmo período.

No período que compreende os anos entre 1975 e 2004 os valores oscilam entre 1.940 mm em São Luiz Gonzaga e 1.301 mm em Santa Vitória do Palmar, ficando com 1.613 mm de média. Observa-se que nesse período foi registrado na Região Norte uma precipitação entre 1.700 e 1.800 mm (Viana *et al.*, 2006).

É possível observar que os desvios sazonais mais pronunciados ocorreram nas estações de transição. No outono o desvio médio foi de 17% e na primavera de 9%, no inverno e verão ocorreram os menores desvios 2% e 7%, respectivamente. Entre as regiões com maior destaque nos desvios anuais, no extremo norte Iraí, noroeste São Luiz Gonzaga (Viana *et al.*, 2006).

Viana *et al.* (2006), mostram que os desvios anuais de precipitação (Figura 3), comparando o período mais recente (1975-2004) em relação ao anterior (1945-1974), mostra a concentração dos desvios positivos em alguns setores do estado. Destacam-se as regiões leste, o setor sul, sudoeste e extremo norte e noroeste do RS, todos esses locais com desvios anuais superiores a 150 mm.

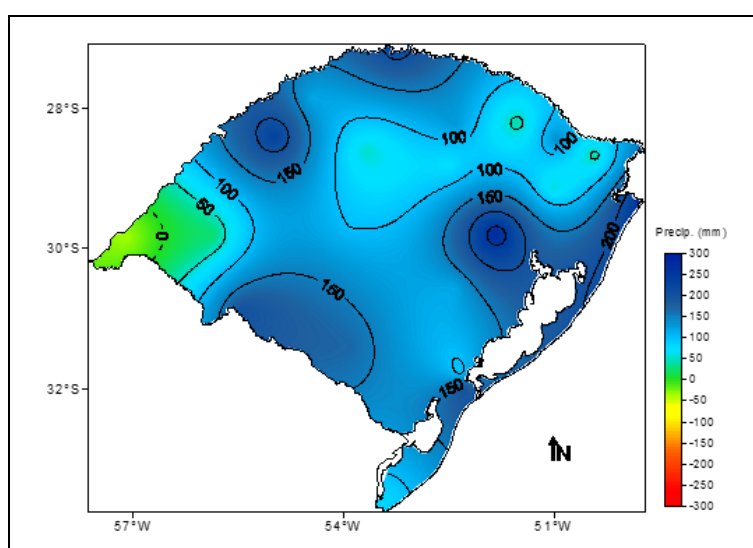


Figura 3: Desvio da precipitação (mm) anual. Fonte: Viana *et al.*, 2006.

É possível verificar, a partir de análise sazonal, que os desvios de precipitação comportam-se de maneira diferente ao longo das estações.

Observou-se que a precipitação, durante o verão (figura 4a), sofreu um incremento acima de 20% no setor sul do RS, enquanto que no outono houve o maior desvio médio, 17%, os desvios foram positivos em praticamente todo o RS. Na região Sul os desvios registrados foram na ordem de 40%, já nas regiões sudeste, centro, oeste e região metropolitana de Porto Alegre os desvios registrados foram superiores a 20%.

Na maior parte do RS não foram observados desvios significados de precipitação no inverno (figura 4b), com o desvio médio de 2%, exceto por duas regiões, Torres que registrou um aumento de 34% no volume anual de precipitação e no extremo oeste que teve uma redução de cerca de 14% na precipitação.

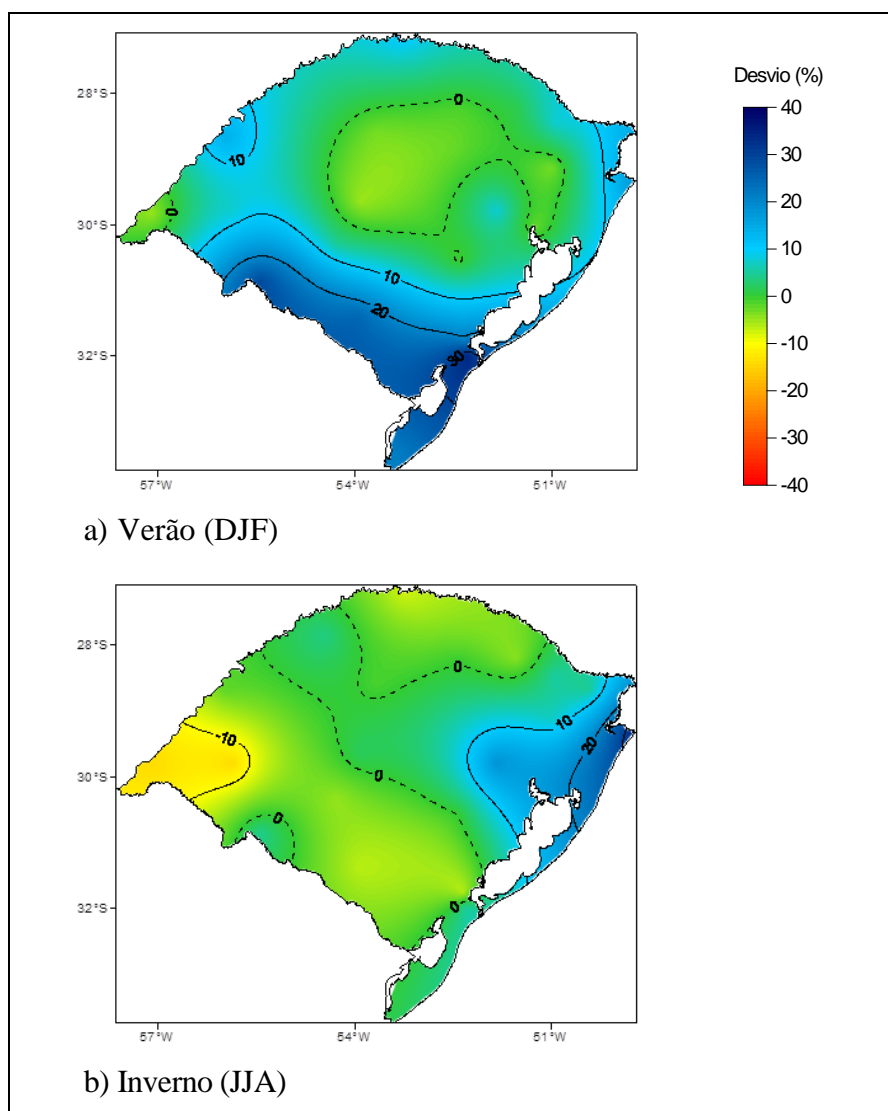


Figura 4: a) desvio da precipitação (%) no verão, e b) inverno. Fonte: Viana *et al.*, 2006.

As estações que registraram os maiores desvios foram as estações de transição, outono e primavera (Figura 5). Outono registrou o maior desvio médio, 17%, em praticamente todo o RS os desvios foram positivos. Desvios na ordem de 40% foram observados na região Sul, já nas regiões sudeste, centro, oeste e metropolitana de Porto Alegre os desvios foram superiores a 20%. Com o segundo maior desvio médio, a primavera registrou desvio de 9%, sendo na região Norte e Central, registrados os desvios positivos mais significativos, acima de 30% (Viana *et al.*, 2006).

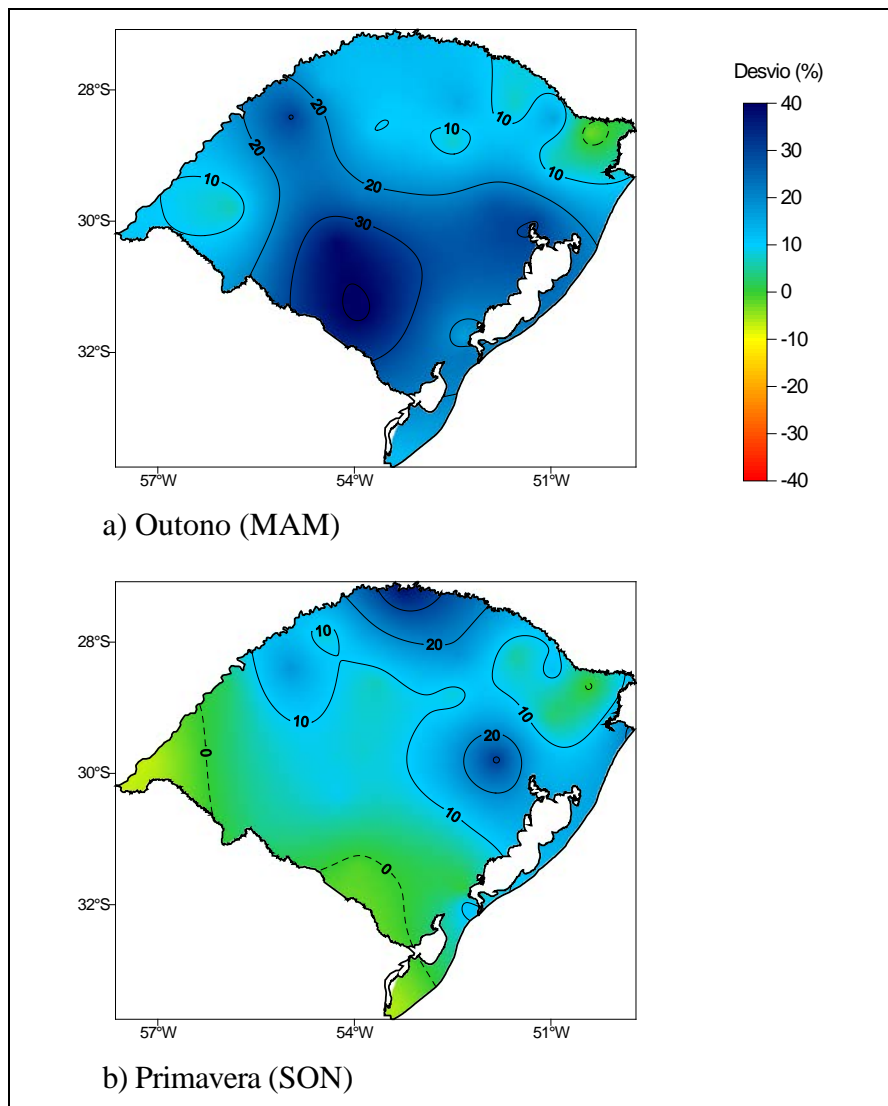


Figura 5: a) desvio de precipitação (%) outono, b) primavera. Fonte: Viana *et al.*, 2006.

A figura 6 apresenta a distribuição mensal da precipitação no RS em 2011. Verifica-se a concentração da precipitação nas estações de transição. Em setembro precipita entre 200 e 240 mm, com as precipitações concentradas na metade norte do RS. Em abril a precipitação concentra-se na metade oeste do RS com valores entre 180 e 220 mm. É possível observar que a metade norte registra precipitações mensais acima de 140 mm na maior parte do ano, tendo apenas no mês de março registros abaixo da média.

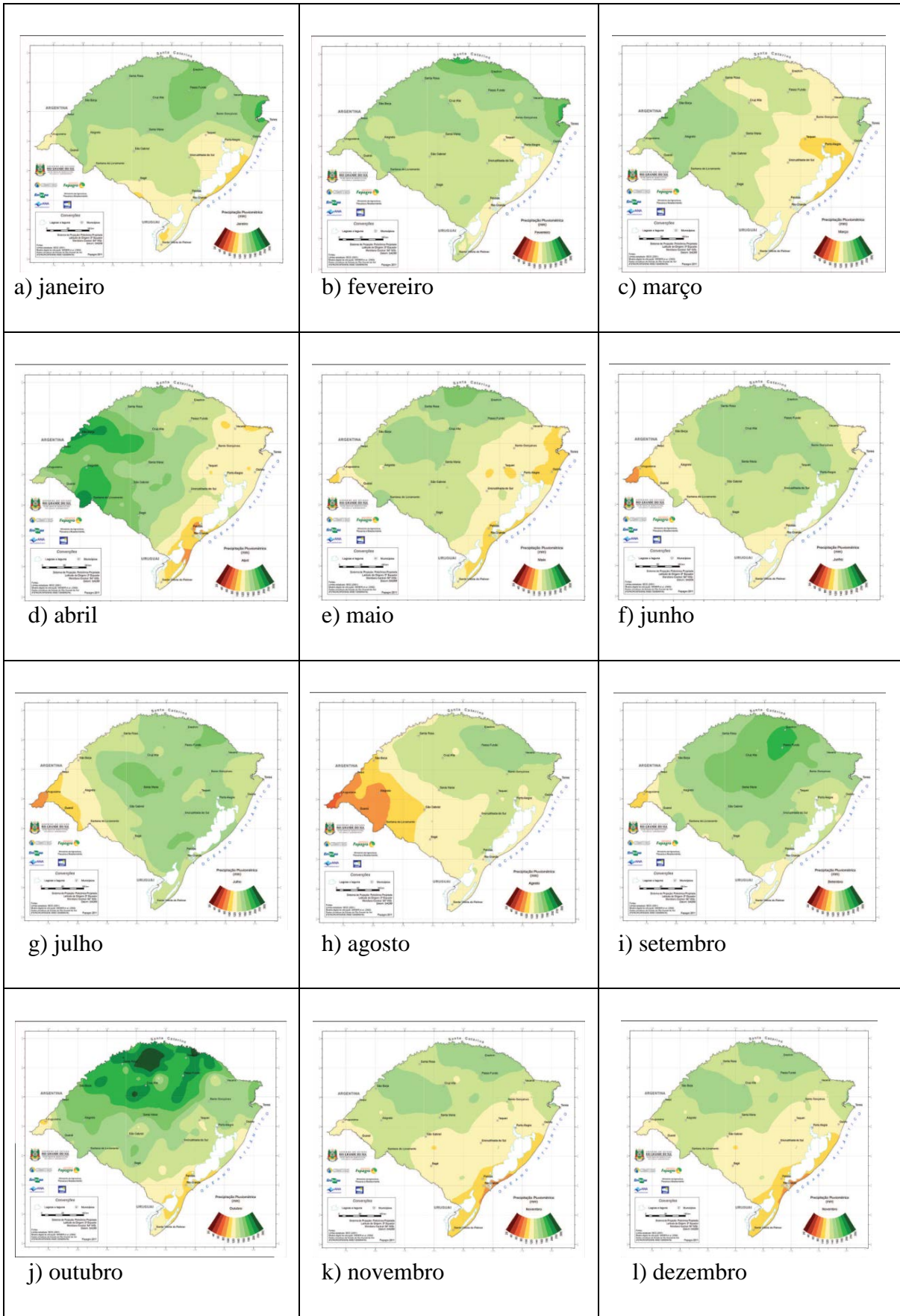


Figura 6: Precipitação mensal de janeiro a dezembro (a - l) do RS em 2011. Fonte: Cemet, 2014.

4.2. Estiagem no RS

A seca ou estiagem é um fenômeno climático causado pela insuficiência de precipitação pluviométrica (chuva), numa determinada região por um período de tempo muito grande. Do ponto de vista meteorológico a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes. Existe uma pequena diferença entre seca e estiagem, pois estiagem é o fenômeno que ocorre num intervalo de tempo, já a seca é permanente (Defesa Civil TO, 2014).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mapeou as regiões do RS, identificando e demarcando os locais de ocorrência de estiagem e anomalias da vegetação em decorrência da falta de chuvas no período entre 19/12/2011 e 01/01/2012, de acordo com a figura 7.

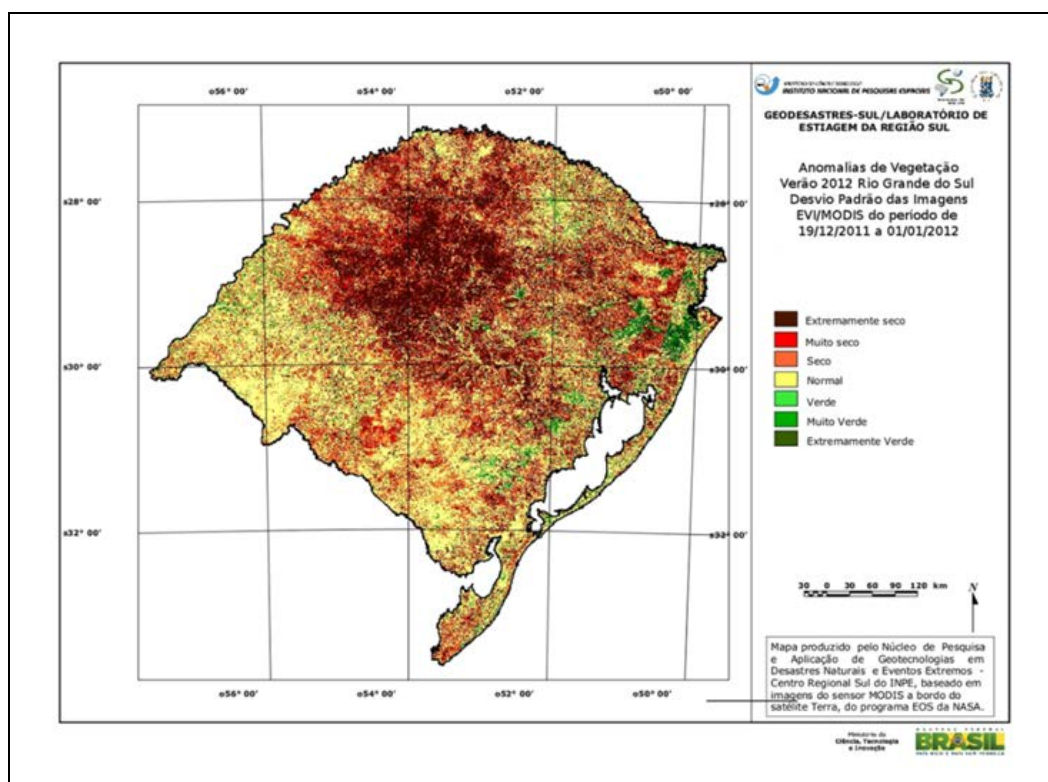


Figura 7: Mapa da estiagem no RS entre 2011-2012. Fonte: INPE (2014).

De acordo com a classificação do clima, o RS não possui clima seco, mas sim ocorrência de estiagem em determinados períodos do ano. Durante os episódios de La Niña os ventos alísios no Pacífico são mais intensos que a média climatológica. O IOS apresenta valores positivos, o que indica a intensificação da pressão no Pacífico Central e Oriental em relação à pressão no Pacífico Ocidental (Marengo, 2006). Observa-se que em períodos de

La Niña a precipitação pluvial fica abaixo da média na maioria dos meses (Berlato e Fontana, 2003).

O Grupo de gestão de Riscos e Desastres (GRID, 2014) elaborou um estudo onde mostra a evolução da estiagem no RS por um período de 100 dias a partir do dia 19 de dezembro de 2011. As figuras 8a, 8b, 8c, 8d mostram a evolução da estiagem em intervalos de 30, 60 e 90 dias a partir do 1º dia de decreto.

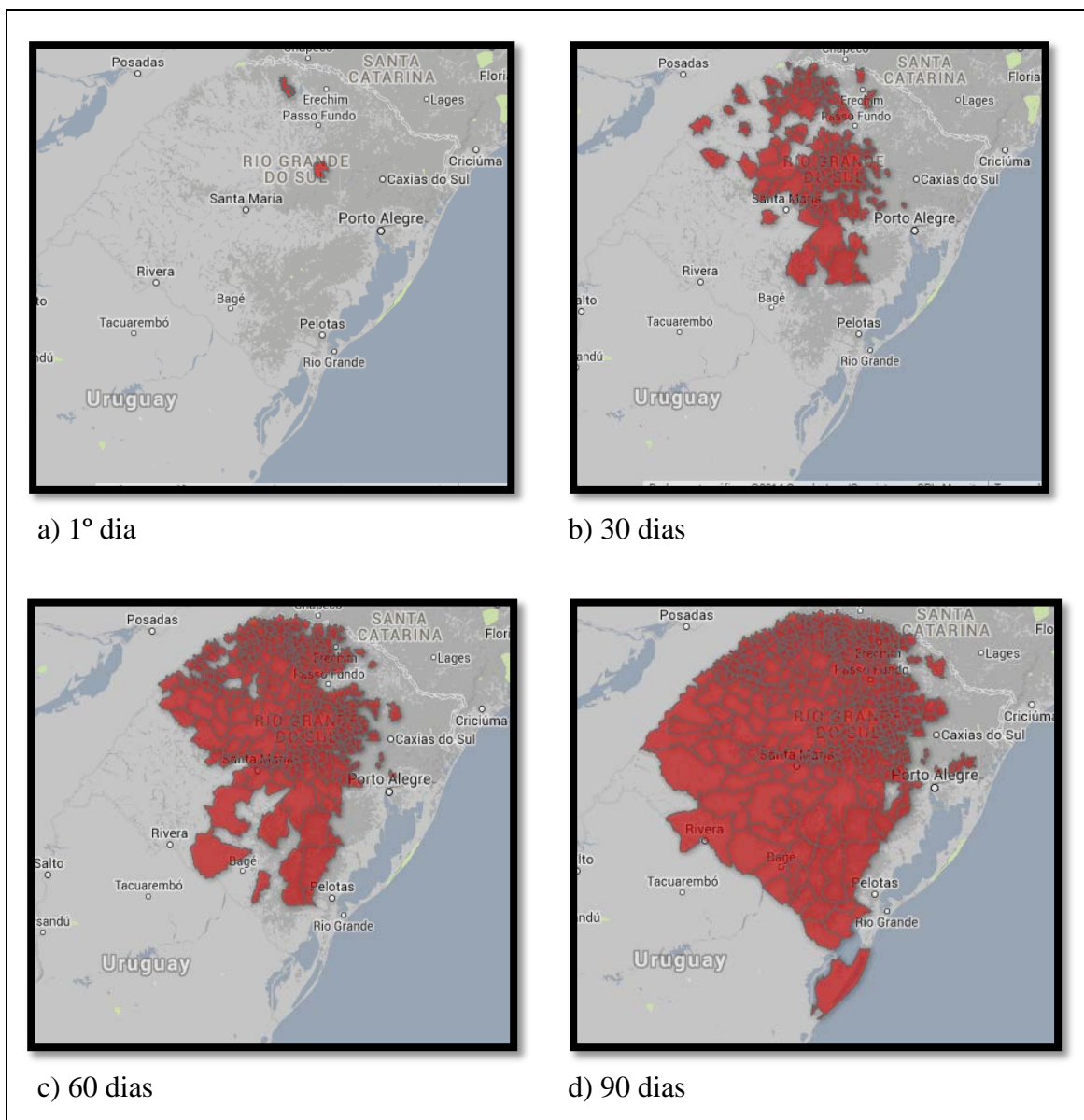


Figura 8: decreto de estiagem no RS, a) 1º dia de decreto, b) 30 dias após decreto, c) 60 dias após decreto, d) 90 dias após decreto. Fonte: GRID, 2014.

Observa-se que no primeiro dia de decreto de estiagem apenas dois municípios estavam sob alerta, trinta dias após o decreto municípios da região Noroeste, Central já

estavam sob alerta do fenômeno. Após 60 dias de alerta praticamente metade dos municípios do RS são atingidos pela estiagem, 90 dias após o decreto apenas o município de Uruguaiiana na fronteira Sudoeste, alguns municípios da região metropolitana de Porto Alegre, e do litoral não estavam sob alerta.

O INPE mapeou as áreas de ocorrência de desastres naturais no RS (figura 9), no período de janeiro a julho de 2012, fenômenos como inundação brusca, estiagem, granizo, vendaval e tornado, na imagem fica claro que a ocorrência de estiagem predomina no estado no período. De acordo com o mapeamento fica evidente que a estiagem é fenômeno que atinge o maior número de municípios no RS.

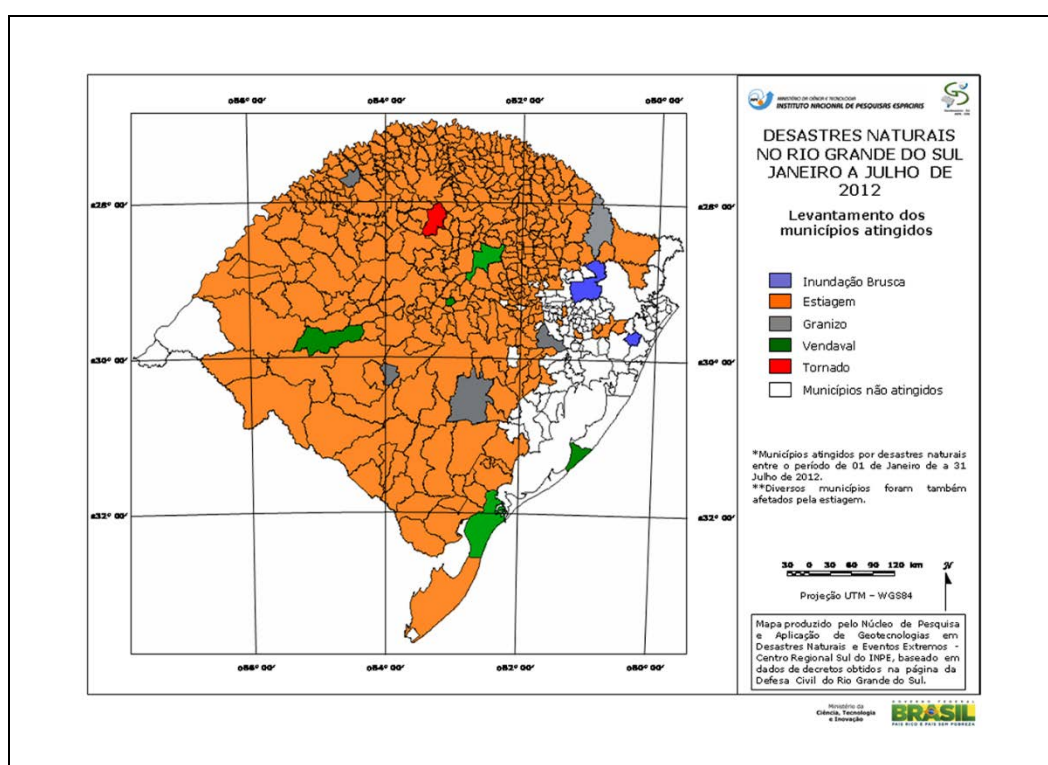


Figura 9: Mapa de ocorrência de desastres naturais no RS de janeiro a julho de 2012. Fonte: INPE (2014).

Kulman *et. al* (2014) realizou um estudo sobre evolução da estiagem no RS nos períodos de 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010 e 1981-2011. A figura 10a mostra que a metade sul é a região mais atingida no primeiro período. Na década seguinte, 1991-2000, figura 10b, há uma expansão na área de ocorrência, a metade norte passa a ser atingida pela estiagem. Praticamente todo o RS registra ocorrência de estiagem no período de 2001-2011, figura 10c, apenas uma pequena faixa do litoral a classe de ocorrência de baixa ou nula.

O zoneamento de 1981-2011 (figura 10d), comprova a existência de estiagem em todo estado, com intensidade maior nas regiões da fronteira sul e oeste. Em comparação com período de 1981-1990 nota-se a expansão crescente da estiagem em todas as regiões do RS.

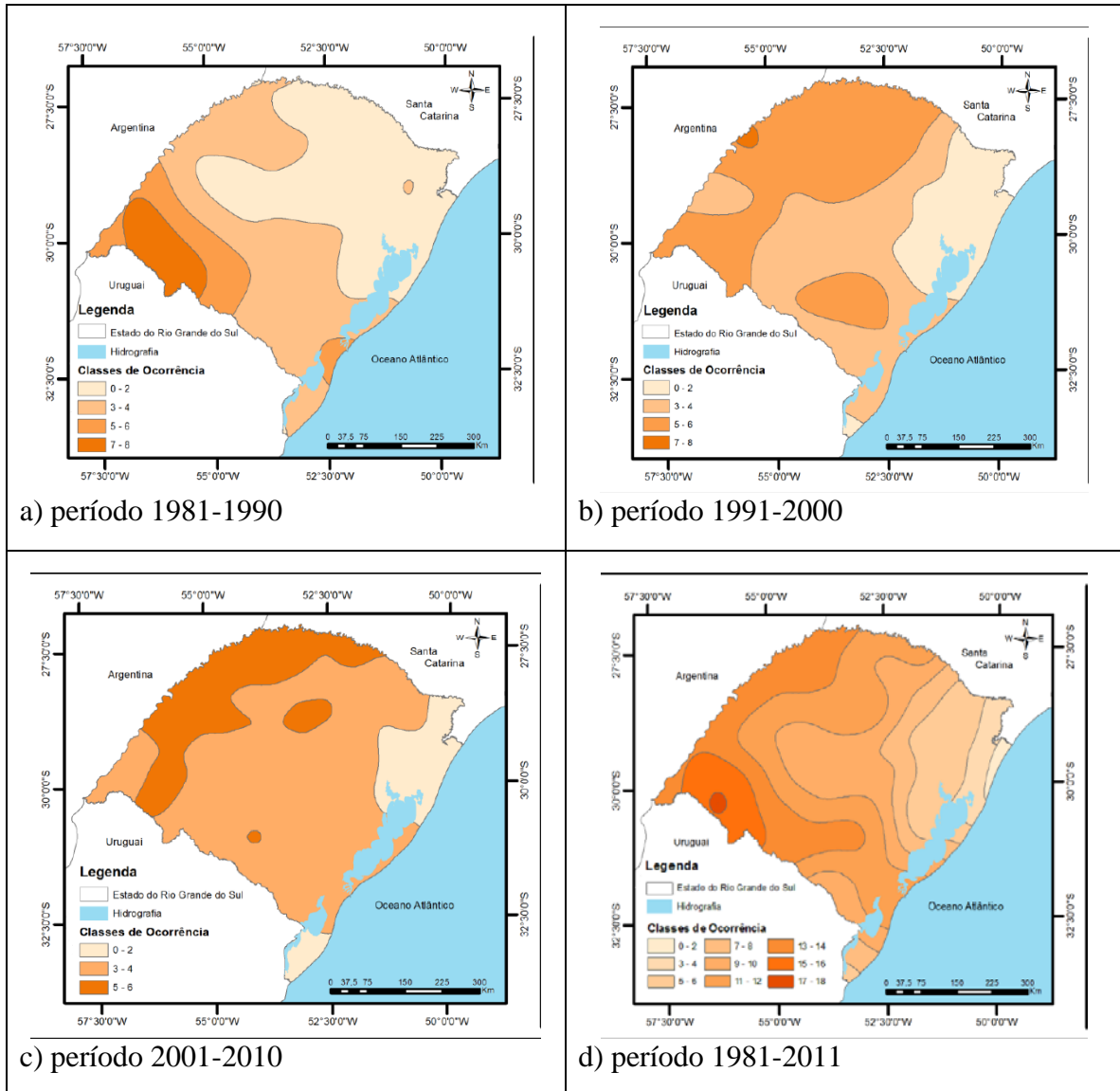
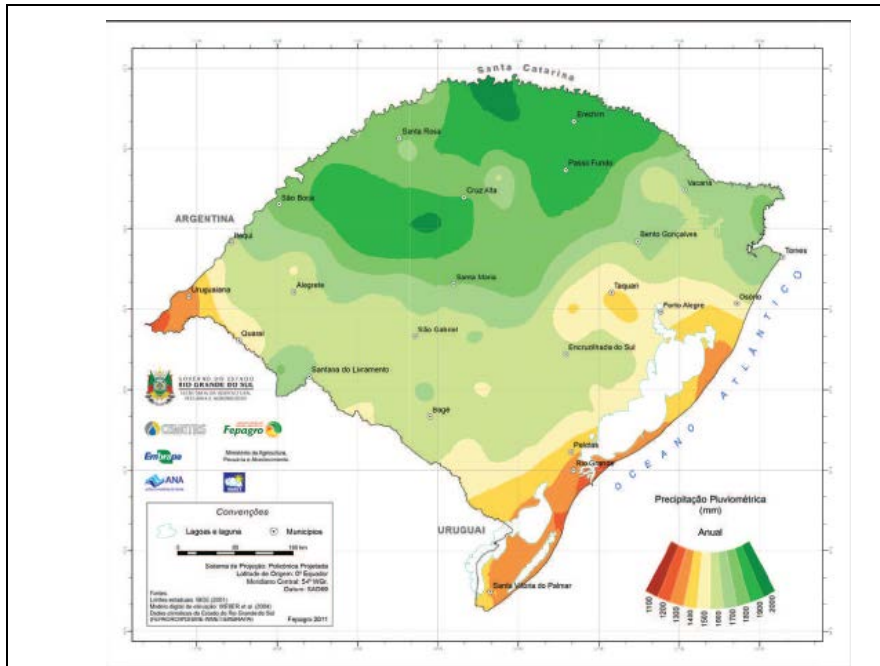
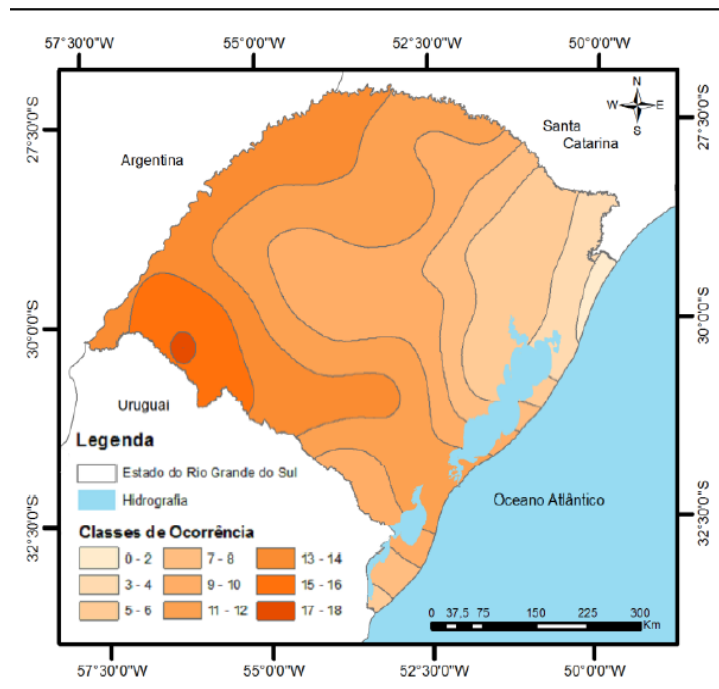


Figura 10: mapa de zoneamento da estiagem no RS nos períodos entre 1981 e 2011. Fonte: Kulman *et. al*, 2014.

Na comparação dos dois mapas, precipitação e estiagem (Figura 11a e 11b), observa-se que a precipitação na metade norte varia entre 1700 e 2000 mm e mesmo nessas condições são registrados períodos de estiagem. A metade sul tem maior registro de estiagem e precipitação entre 1200 e 1600 mm a^{-1} . Mesmo com o registro positivo de precipitação o RS ainda há ocorrência de estiagem em todas as regiões.



a) Precipitação anual em 2011



b) Zoneamento de estiagem no RS entre 1981-2011

Figura 11: a) Precipitação anual (mm) no RS em 2011. Fonte: Atlas Agroclimático do RS, 2014. b) mapa de zoneamento de estiagem no RS entre 1981-2011. Fonte: Kulman *et.al* (2014).

4.3- Cisternas

Sistemas para aproveitamento de água de chuva são utilizados desde a antiguidade. Existem relatos do uso de água de chuva por vários povos como Incas, Maias e Astecas (Cohim *et. al*, 2008).

A falta de água, comum em parte da Região Nordeste do Brasil passa a ser observada também na Região Sul do Brasil, principalmente no RS, se fazendo necessárias estratégias de abastecimento de água. Ao contrário do Nordeste do Brasil onde há uma estação seca e um índice pluviométrico anual muito baixo, no RS há registro de alta densidade pluviométrica, com excesso de chuvas concentradas. Porém nos meses de novembro a abril, o RS recebe uma influência menor do trópico úmido. A ausência de chuva no verão do RS é um fenômeno natural, o que exige medidas de prevenção de abastecimento (Koetz *et. al*, 2010).

Para amenizar e prevenir os danos causados pela estiagem o governo em conjunto com a sociedade vem implantando sistemas de armazenamento de água da chuva para o abastecimento. As cisternas são reservatórios que captam a água principalmente dos telhados das casas por meio de calhas ligadas a tubulações (Koetz *et.al*, 2010).

A cisterna é uma tecnologia popular para a captação e armazenamento de água, onde a água que escorre do telhado da casa é captada pelas calhas e cai direto na cisterna (MDS, 2014). Ela tem como objetivo disponibilizar para as famílias o acesso à água, para o consumo humano e animal, principalmente em épocas de seca ou falta de água (MAB, 2011).

O quadro 2 apresenta os tipos de cisternas e suas capacidades de armazenamento, sendo a cisterna de placa a mais utilizada, principalmente na região Nordeste do Brasil, esta, juntamente com a cisterna de polietileno, é utilizada no RS. O volume de 16 mil litros de água armazenado nas cisternas permite o consumo diário de 13 litros por pessoa e, segundo a ASA, devem ser utilizados exclusivamente para beber, cozinhar, lavar as mãos e utensílios domésticos de uso imediato (Santos e Silva, 2009).

A recomendação da Organização Mundial de Saúde, que estabelece o mínimo de 50 L/hab/dia de água potável, atentando, também, para o fato de que existem outros usos da água para higiene, por exemplo, que são absolutamente necessários tendo vista que a essencialidade do acesso à água deve ir além da simples sobrevivência (Santos e Silva, 2009). No entanto, de acordo com Gnadlinger é sugerido que cisternas com volume máximo de 20.000 litros, pois estas não apresentam praticamente nenhum risco de rachaduras mesmo que se utilizem materiais mais baratos para construção.

TIPOS DE CISTERNA	CAPACIDADE (L)
Cisterna de Placa	16.000, 20.000
Cisterna de Tela- Cimento	10.000, 20.000, 40.000
Cisterna de Tijolo	15.500
Cisterna de Cal	10.000, 20.000
Cisterna de Polietileno	16.000

Quadro 3: Tipos e capacidade de cisternas. Fonte: Gnadlinger, 2014.

A captação de água de chuva parece ter surgido a milhares de anos atrás em diversas partes do mundo. O uso de sistemas de captação de água vem sendo utilizado a muito tempo em várias partes do mundo, na Europa, principalmente Alemanha, no Japão, China, no Brasil esses sistemas de captação e armazenamento é ainda muito recente, essa prática vem recebendo maior atenção nos últimos 25 anos (Tavares *et.al*, 2007).

No Brasil o uso de cisterna foi primeiramente implantado no Nordeste, região onde as estão presentes períodos de grandes estiagens e são imprescindíveis sistemas de armazenamento de água para a subsistência das populações locais.

O sistema de armazenamento por cisternas representa uma solução de acesso à água para a população. Além da melhoria na qualidade de água consumida, a cisterna reduz o aparecimento de doenças em adultos e crianças (MDS, 2014).

A cisterna tem como base principal o armazenamento da água da chuva por meio de captação de calhas. É necessário, no entanto que se usem métodos de controle da qualidade da água, pois há risco de contaminação.

Cisterna de placa de cimento

Este modelo de cisterna é muito encontrado na Região Nordeste do Brasil. Essas cisternas são usadas por pequenas comunidades e pequenos agricultores, esses modelos também estão sendo construídos por pequenas empreiteiras da região e com investimentos das prefeituras.

A cisterna de placas de cimento fica enterrada no chão e consiste em placas de concreto que são curvadas de acordo com o raio projetado da parede da cisterna, dependendo da capacidade prevista. Estas placas são fabricadas no lugar mesmo em simples moldes de madeira. A parede da cisterna é levantada com essas placas finas, à partir do chão já cimentado. Para evitar que a parede venha a cair durante a construção, ela é sustentada com varas até que a argamassa esteja seca. As ferramentas utilizadas para construção dessa cisterna são de fácil acesso e tem baixo custo de produção, apesar de necessitar de mão de obra especializada e ser de difícil manutenção.

Cisterna de tela e arame

Este tipo de cisterna normalmente é construído na superfície. Ela tem uma altura de dois metros. Para a construção dessa cisterna é preciso uma forma de chapa de aço. Essa consiste de chapas de aço plano que são seguradas por cantoneiras e parafusadas uma nas outras em forma cilíndrica. A forma levantada é primeiramente envolta com tela de arame e em seguida com arame de aço galvanizado.

O teto da cisterna pode ser fabricado também com a ajuda de uma forma de aço, porém é muito mais fácil e rápido utilizar a tecnologia usada na cisterna de placas. A construção desse tipo de cisterna é facilmente assimilada pela população o que torna sua construção mais fácil e rápida e requer pouco material e tem manutenção simples, sendo apropriada tanto para pequenos como grandes projetos.

Os obstáculos para essa construção são a disponibilidade de determinados materiais nas localidades e apesar da maioria dos materiais serem simples precisam ter suas medidas respeitadas, a retirada da água é mais complicada sendo necessário o uso de uma pequena escada ou de uma torneira.

Cisterna de tijolos

Esta cisterna fica também cerca de dois terços debaixo do chão como a cisterna de placas de cimento. Ele também exige uma escavação maior, para que se possa trabalhar na parte externa da parede. A parede circular de tijolos é levantada em uma base concretada. A espessura da parede é de 20 cm. A parede é rebocada pelo lado de dentro e de fora e o lado de dentro é coberto com nata de cimento.

Essa cisterna pode ser construída tanto individualmente como em mutirões, o material é de fácil acesso e disponibilidade além de ter um baixo custo. Uma das desvantagens dessa cisterna é o tempo de construção que é demorado.

Cisterna de ferro cimento

A cisterna de ferro-cimento é adequada especialmente para a construção individual. Tem uma armação de arame de aço que é enrolada várias vezes. A proporção entre cimento e areia é muito importante e imprescindível na obra.

A grande desvantagem dessa obra é o alto valor em virtude da quantidade de materiais industrializados e grande quantidade de aço, além de exigir mão de obra especializada.

Cisterna de cal

A cisterna de cal fica praticamente na sua totalidade debaixo da terra, sendo que muitas vezes só uma pequena parte da cúpula superior aparece na superfície. Para o levantamento usa-se em geral argamassa de cal pura. O reboco interno é aplicado em duas ou três camadas de argamassa de cal com pouco cimento e coberto com nata de cimento.

O teto da cisterna pode ser feito de tábuas, pode ser um telhado comum, porém bem vedado contra a entrada de pequenos animais, ou, mais simples, pode ser uma cúpula feita de tijolos. Tem como vantagem a disponibilidade de material e a técnica de construção também são bastante simples e conhecidas.

São necessários trabalhos de escavação para construção o que pode ser uma desvantagem em alguns casos.

4.4. Cisternas implantadas na região Norte do RS

Os tipos de cisternas implantadas na região foram de placa e de polietileno (Quadro 3). A cisterna de placa de concreto é a mais utilizada para resolver o problema de abastecimento no nordeste brasileiro, e é um dos tipos implantados no município de Erechim. A cisterna de polietileno tem grande resistência e baixo peso e pode ser assentada diretamente no solo (Santos e Silva, 2009).

Cisterna de Polietileno	Cisterna de Placa
Capacidade: 16.000 litros	Capacidade: 16.000 litros
Material: polietileno (plástico)	Material: cimento, areia e cal
Valor: R\$ 5.090 (aquisição e instalação)	Valor: R\$ 2.500 (aquisição e instalação)
Tempo de instalação: 2 dias	Tempo de instalação: 5 dias
Produtor: Dalka	Produtor: Governo repassa recurso. O material é adquirido nos municípios beneficiados assim como a mão de obra para construção.

Quadro 4: Comparativo de cisterna de placa e polietileno: Fonte dos dados Santos e Silva, 2014.

Com capacidade para armazenar 16 mil litros de água, o suficiente para atender a família de cinco pessoas num período de estiagem de até seis meses, de acordo com o MI (2014).

As cisternas de placa é um tipo de reservatório de água cilíndrico, coberto e semienterrado, que permite a captação e armazenamento de águas das chuvas a partir de seu escoamento nos telhados das casas, por meio da utilização de calhas de zinco ou PVC. O reservatório, fechado, é protegido da evaporação e das contaminações causadas por animais e dejetos trazidos pelas enxurradas (MDS, 2014).

As cisternas de polietileno (plástico) têm capacidade de 16 mil litros e com a vantagem de uma instalação mais rápida que as demais cisternas, a cisterna pode ser instalada em apenas dois dias, pois não necessita ser construída. A desvantagem desse tipo de cisterna advém do valor, que acaba custando o dobro do valor de uma cisterna de placa, além da exclusão da mão de obra local para a construção (Globo, 2012).

4.5. Sistemas de Filtragem

Durante os períodos secos as áreas de captação da água de chuva interceptam e acumulam resíduos como folhas, poeiras, pequenos animais mortos, fezes de animais, poluentes industriais, entre outro. Vários estudos têm mostrado que a primeira parcela da chuva geralmente é a mais poluída, por isso se faz necessário que cuidados específicos para se manter a qualidade da água (Hagemann, 2009).

A qualidade da água deve ser tratada com rigor e cuidado, por isso a filtragem é um processo muito importante e fundamental, pois a água armazenada escoo do telhado para

dentro da cisterna e isso requer atenção e sistema de filtros aplicados para evitar a contaminação.

De acordo com o Artigo 2º, Capítulo I da Norma de Qualidade estabelecida pela Portaria 1.469/00, o qual dispõe que “toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água”, assim como, o inciso III, Artigo 4º, Capítulo II, que define como solução alternativa de abastecimento água para consumo humano, toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical”, o abastecimento de água por meio de cisternas domiciliares, se enquadra como uma “solução alternativa de abastecimento”, especialmente quando este é abastecimento realizado em carro-pipa, devendo, pois, seguir as normas de controle e vigilância da qualidade da água, ditadas pela portaria 1.469/00 (Amorim e Porto, 2003).

Segundo Carlon (2005), as fezes de pássaros e outras aves e animais depositados sobre os telhados e carregados com a chuva, podem trazer problemas de contaminação por bactérias e de parasitas gastrointestinais e, dependendo dos materiais utilizados na confecção dos telhados a contaminação pode ser ainda maior.

CONCLUSÃO

A ocorrência de eventos climáticos extremos e a variabilidade climática foram o principal objetivo desse trabalho. Nele foram analisados índices de precipitação, evolução de estiagem e tipos de sistemas de armazenamento de água implantados no município de Erechim e região Norte do RS.

A precipitação anual no período de 1931 e 1960 foi de 1488 mm, tendo sido registradas na região Norte e Nordeste os índices entre 1600 e 1700 mm. Entre os anos de 1975-2004 a precipitação anual registrada na região Norte foi entre 1700 e 1800 mm, enquanto a média registrada no Estado foi de 1.613 mm. No ano de 2011 foram registradas as maiores variações de precipitação no RS com índices variando entre 1800 e 2000 mm para a região Norte.

Durante o outono e a primavera foram observados maiores desvios sazonais 17 e 9% respectivamente, tendo a região norte e noroeste como destaque de maiores desvios. Em 2011, também foi verificado maior concentração de precipitação durante a primavera, com índices entre 1800 e 2000 mm para a região norte.

A estiagem observada no RS se dá a partir de 1981 com análises feitas em períodos de 10 anos. No período que compreende os anos de 1981 a 1990 a estiagem mais severa atinge apenas uma pequena porção na fronteira sudeste do RS. Entre os anos de 1991 e 2000 a evolução da estiagem já atinge a região Noroeste e parte da região Norte. Na década de 2001 a 2010 a estiagem atinge praticamente todas as regiões, exceto uma pequena parte do litoral norte e extremo sul. No zoneamento feito entre os anos de 1981 e 2011, o mapa gerado apresenta o avanço da estiagem por todas as regiões do RS.

Além da estiagem outros desastres naturais foram registrados no RS no ano de 2012 entre janeiro e julho, eventos como tornado, inundação brusca, granizo e vendaval. Anomalias na vegetação foram mapeadas em decorrência da estiagem, a região de maior destaque foi a centro-norte onde se registrou áreas extremamente secas, muito secas e secas durante o verão no período entre 19/12/2011 a 01/01/2012. No mesmo período foi decretado período de estiagem no RS, confirmando o déficit hídrico do Estado nesse período.

Devido a essas alterações climáticas o município de Erechim e a região Norte tem sofrido com o desequilíbrio entre a precipitação e a evaporação o que denota a estiagem do tipo meteorológica. Em decorrência desses fatores foram necessárias medidas para amenizar

os efeitos causados pelo fenômeno climatológico que atinge a região. As cisternas foram adotadas, como forma de mitigar a falta de água em períodos pontuais, pois são um meio de armazenamento de água da chuva utilizado a muito tempo em várias partes do mundo como meio de suprir a necessidade hídrica em tempos de escassez. O tipo de cisterna mais utilizado no Brasil e também a implantada no RS, é a cisterna de placa devido ao seu baixo custo e ser de fácil manutenção, tem capacidade de 16 mil litros, quantidade suficiente para manter uma família de 5 pessoas por um período de 8 meses.

Vários estudos apontam as mudanças climáticas como principal causa da variação climatológica seja de origem antrópica e natural. Mudanças relacionadas ao acúmulo de gases do efeito estufa, aumento de temperatura. O fenômeno ENOS é apontado como causas das variações no ciclo das chuvas que atingem a região e o RS. O El Niño é responsável pelo aumento das chuvas na Região Sul e RS, enquanto o La Niña é apontado como principal agente natural responsável pela diminuição das chuvas no Estado.

Sendo assim, é possível afirmar que provavelmente as estiagens que ocorrem no RS não são decorrentes da falta ou diminuição das chuvas e sim de uma má distribuição da precipitação. Têm ocorrido eventos extremos, como chuvas intensas e concentradas o que impede a infiltração da água no solo para abastecer o subsolo e evitar períodos de deficiência hídrica.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M.C.C., PORTO, E.R. **Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos.** Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva, 4, 2003, Juazeiro. Anais. Juazeiro: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semiárido. 1 CD-ROM.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** Rio de Janeiro: Editora: Bertrand Brasil, 2011

ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). **Cisternas de Plástico/PVC-somos contra.** Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=5635> Acesso em: 17 de novembro de 2014.

BERLATO, M.A., FONTANA, D.C. El Niño e a Agricultura da Região Sul do Brasil. Embrapa – Trigo. Disponível em <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/agromet/elniolanina/elni2.pdf>> . Acesso em: 11 de outubro de 2014.

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: Editora: UFRGS, 2003.

CARLON, M.R. **Percepção dos Atores Sociais Quanto as alternativas de Implantação de Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de chuva em Joinville- SC.** Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Itajaí, SC. 2005.

CENTRO ESTADUAL DE METEOROLOGIA (CEMETRS). **Atlas Climático do Rio Grande do Sul – Precipitação.** Disponível em: <http://www.cemet.rs.gov.br/lista/676/Atlas_Clim%C3%A1tico_do_Rio_Grande_do_Sul> Acesso em 01 de dezembro de 2014.

COHIM, E., GARCIA, A., KIPERSTOK, A. **Captação e Aproveitamento de Água de Chuva: dimensionamento de reservatórios.** Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Salvador, 4, 2008.

DEFESA CIVIL DO TOCANTINS. **Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC).** Disponível em: <<http://defesacivil.to.gov.br/seca/>> Acesso em: 30 de novembro.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). **Dados Abertos 1994 a 2000**. Disponível em < www.fee.tche.br. >. Acesso em 13 de novembro de 2014.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (FEPAGRO). **Campo e Lavoura- Meteorologia indica tendência de primavera chuvosa no Estado**. Disponível em:

<http://www.fepagro.rs.gov.br/conteudo/2911/?12%2F07%2F2012_Campo_lavoura_Meteorologia_indica_tend%C3%Aancia_de_primavera_chuvosa_no_Estado> Acesso em: 11 de outubro de 2014

GNADLINGER, J. **Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas, Construídas em Comunidades Rurais do Semiárido Brasileiro**. IRPAA, C.P. 21. Disponível em: <<http://www.irpaa.org/publicacoes/relatorios/9-conferencia-de-cisternas.pdf>> Acesso em: 12 de novembro de 2014

GREENPEACE. **Mudanças do Clima, Mudanças de vidas: como o aquecimento Global já afeta o Brasil**. São Paulo: Greenpeace, 2006.

GRID - GESTÃO DE RISCOS DE DEASTRES. **Mapeamento de Risco e Mitigação das Consequências de Desastres Naturais com uso de Engenharia**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/grid/pesquisas/pesquisas-em-andamento/mapas-de-probabilidades-anuais-de-estiagem-e-inundacoes>> Acesso em: 01 de dezembro de 2014.

GRIMBERG, V.S. **Movimentos Migratórios, derivados da estiagem na região de Santo Cristo/RS**. (Trabalho de Conclusão de curso). 2013. Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

GEODESASTRES-SUL. (INPE-CRS). Núcleo de Pesquisa e Aplicação de Geotecnologias em Desastres Naturais e Eventos Extremos para região Sul do Brasil e Mercosul. **Estiagem nos estados da região Sul do Brasil 2011-2012**. Disponível em: <<http://www.inpetrov.ru/sites.php.htm>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

GEODESASTRES-SUL. (INPE-CRS). Núcleo de Pesquisa e Aplicação de Geotecnologias em Desastres Naturais e Eventos Extremos para região Sul do Brasil e Mercosul. **Registro de Desastres Naturais na região Sul do Brasil**. Disponível em: <<http://www.inpetrov.ru/sites.php.htm>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

GLOBO. (G1). **Economia – Agronegócio**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2012/03/governo-troca-cisternas-de-cimento-por-reservatorios-de-plastico.html>> Acesso em: 17 de novembro de 2014

HAGEMANN, S.E. **Avaliação da Qualidade da água da chuva e viabilidade de sua captação e uso** (Dissertação de mestrado). Centro de tecnologia Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censos Demográficos de 1970, 2000 e 2010**. Disponível em < www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de novembro de 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. (INPE). Disponível em: <<http://www.inpe.br>> Acesso em: 11 de outubro de 2014.

JACÓBSEN, L.O., FONTANA, D. C., SHIMABUKURU, Y. E. Efeitos Associados a El Niño na Vegetação. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v.19, n.2, 2014.

KOETZ, M., SANTOS, R.C., SILVA, N.M., CABACINHA, C.D. FERREIRA, W.C. **Uso de cisternas como prevenção às secas no Rio Grande do Sul, Brasil**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.9, 2010.

KOEPPEL, W. **Climatologia- Com um estudo de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura, Buenos Aires- México, 1948.

KULMAN, D., REIS, J.T., SOUZA, A.C., PIRES, C. A. F., SAUSEN, T.M. Ocorrência de Estiagem no Rio Grande do Sul no período de 1981 à 2011. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – Santa Maria**. UFSM, v.36, n.3, set-dez. 2014.

LEIVAS, J. F. **Climatologia das Condições Hídricas e Análise de risco de Deficiência Hídrica Decendial na metade Sul do estado do Rio Grande do Sul**. (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio grande do Sul, 2003.

LISER (2014). LIVING SPACE FOR ENVIRONMENTAL REFUGEES. **Refugiados Ambientais**. Disponível em: < <http://www.liser.eu/pt>> Acesso em: 03 de dezembro de 2014.

MARENGO, J.A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade**-caracterização clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, Estação Gráfica, 2006.

MARQUES, J. R., BERLATO, M., FONTANA, D., LEIVAS, J. **Probabilidade empírica da precipitação pluvial durante o trimestre outubro-novembro-dezembro no Rio Grande do Sul em eventos El Niño - Oscilação Sul**. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza. CD-ROM. Rio de Janeiro: SBMet, 2004. v.1.

MAB, 2014. MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS. **MAB realiza curso para implementação de cisternas no RS.** Disponível em: <<http://www.mabnacional.org.br/noticia/mab-realiza-curso-para-implementa-cisternas-no-rs>>. Acesso em: 11 de outubro de 2014.

MDS (2014) MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE A FOME. **A importância do acesso a água.** Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/segurancaalimentar/programa-cisternas/entenda-o-programa/a-importancia-do-acesso-a-agua>> Acesso em: 13 de outubro de 2014.

MDS, 2014. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE A FOME. **A tecnologia cisternas.** Disponível em: <http://www.mds.gov.br/backup/teste/seguranca-alimentar-e-nutricional-san/cisternas/antiga/arquivos/a_tecnologia_cisternas.pdf> Acesso em: 12 de novembro de 2014.

MI, 2014. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Água para todos- cisternas, barreiros e sistemas coletivos.** Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/web/guest/cisternas-barreiros-e-sistemas-coletivos>> Acesso em: 13 de outubro de 2014.

NDPC (2000). NATIONAL DROUGHT POLICY COMISSION. **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: 30 de novembro de 2014.

PBMC. **SUMÁRIO EXECUTIVO – Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação- Contribuição de grupo de Trabalho 2 para primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças climáticas.** PBMC, Rio de Janeiro, Brasil 2013.

PEI- **Programa Estadual de Irrigação Irrigando A Agricultura Familiar-** Manual Operativo- Secretaria de Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo (SDR). Porto Alegre, 2012. Disponível em: (<http://www.sdr.rs.gov.br/busca.php>)Acesso em: 30 de setembro de 2014

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM. **Município-Geografia-Localização.** Disponível em: <<http://www.pmerechim.rs.gov.br/pagina/155/localizacao>>. Acesso em 20 de setembro de 2014.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E AGRONEGÓCIO. (SEAPA). **Mais água, Mais Renda**. Disponível em: <http://www.agricultura.rs.gov.br/conteudo/1032/?Mais_%C3%81gua%2C_Mais_Renda> Acesso em: 09 de outubro de 2014.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ DO RIO GRANDE DO SUL- (SEPLAG). **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul** Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/atlas>> Acesso em: 14 de novembro de 2014.

SILVA, M.R.M. **Identificação da Ocorrência de Estiagens em Bagé (RS) entre 1961-2009**. (Trabalho de conclusão de Curso). Departamento de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.

SANTOS, M.J., SILVA, B.B., **Modelo conceitual do programa de cisternas rurais, uma análise em Sergipe**. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo da Água da Chuva, 7, 2009, Caruaru. ABCMAC, PE.

TAVARES, A.C., SILVA, M.M.P., OLIVEIRA, L.A., SOUTO, R.Q., NÓBREGA, R.L.B., CEBALLOS, B.S.O., **Captação e manejo de água de chuva em cisternas: uma forma de mitigar os efeitos das secas prolongadas no nordeste semi-árido- estudo de caso: assentamento Paus Brancos, Paraíba**. 6º Simpósio Brasileiro de captação e manejo de água de chuva – Água de chuva: Pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável; Belo Horizonte, 2007.

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