

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA

DANILO PINHO DE ALMEIDA

**COMPORTAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS,
MATO GROSSO DO SUL, NO PERÍODO DE 1983 A 2015.**

TRÊS LAGOAS, MS

2018

DANILO PINHO DE ALMEIDA

**COMPORTAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS,
MATO GROSSO DO SUL, NO PERÍODO DE 1983 A 2015**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Senso em Geografia Campus de Três Lagoas da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para
obtenção do título de Mestre em Geografia, sob a
orientação do Prof. Dr. André Luiz Pinto.

TRÊS LAGOAS, MS

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

DANILO PINHO DE ALMEIDA

**COMPORTAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS,
MATO GROSSO DO SUL, NO PERÍODO DE 1983 A 2015**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Senso em Geografia Campus de Três Lagoas da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para
obtenção do título de Mestre em Geografia, sob a
orientação do Prof. Dr. André Luiz Pinto.

Resultado: APROVADO

Três Lagoas, MS, 26 de Abril de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Pinto
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dra. Patrícia Helena Mirandola Garcia
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Renato Alberto Momesso Franco
Faculdades Integradas de Três Lagoas



Ata de Defesa de Dissertação
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Mestrado

Aos vinte e seis dias do mês de abril do ano de dois mil e dezoito, às oito horas e trinta minutos, no Anfiteatro da Unidade VI, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos membros: Andre Luiz Pinto (UFMS/CPTL), Patricia Helena Mirandola Garcia (UFMS/CPTL) e Renato Alberto Momesso Franco (Aems), sob a presidência do primeiro, para julgar o trabalho do aluno: **DANILO PINHO DE ALMEIDA**, CPF 01427372160, Área de concentração em Análise Geoambiental e Produção do Território, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Curso de Mestrado, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, apresentado sob o título "**Comportamento das precipitações no município de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, no período de 1983 a 2015**" e orientação de Andre Luiz Pinto. O presidente da Banca Examinadora declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra ao aluno que expôs sua Dissertação. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, o presidente da Banca Examinadora fez suas considerações. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu Parecer expresso conforme segue:

EXAMINADOR

Dr. Andre Luiz Pinto (Interno)

Dra. Patricia Helena Mirandola Garcia (Interno)

Dr. Renato Alberto Momesso Franco (Externo)

ASSINATURA

AVALIAÇÃO

[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]

[Assinatura]
[Assinatura]
APROVADO

RESULTADO FINAL:

Aprovação

Aprovação com revisão

Reprovação

OBSERVAÇÕES:

Nada mais havendo a ser tratado, o Presidente declarou a sessão encerrada e agradeceu a todos pela presença.

Assinaturas:

[Assinatura]

Presidente da Banca Examinadora

[Assinatura]

Aluno

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que fizeram possível sua realização, proporcionando forças para que eu não desistisse. Muitos obstáculos foram impostos durante esses últimos anos, mas graças a vocês, não fraquejei e nem desisti.

Obrigado por tudo família, professores, amigos e colegas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À minha fiel companheira Thalita Ramos Costa, que entendeu as necessidades nos momentos que precisei ficar estudando horas nas madrugadas a dentro;

Ao meu filho Lucas Ramos de Almeida, que limitei o tempo e atenção;

Ao meu orientador Prof. Dr. André Luiz Pinto, pelo incentivo, dedicação e ensinamentos que foram essenciais ao desenvolvimento desta dissertação;

À minha mãe Ana Maria Pinho de Almeida, que mesmo não nos falando mais, ajudou significativamente para que chegasse ao término de mais uma etapa dos estudos;

À minha avó Antônia Branco de Almeida, que deu apoio nos momentos de necessidade;

À minha tia Cristina Pinho de Almeida que deu apoio e sustento nos momentos críticos;

Aos meus Amigos Rafael, Lucas, Anderson, Odanir e Rony que negligenciei durante os estudos;

Ao programa de pós-graduação Geografia, Análise Geoambiental e Produção do Território no Campus de Três Lagoas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela oportunidade;

A todos os professores do programa de pós-graduação, que tive aulas, em que aprendi muito sobre vários temas;

À todas as pessoas que, de alguma maneira ajudaram-me, e por falta tenha esquecido de mencionar.

O cientista não é o homem que fornece as verdadeiras respostas; é quem faz as verdadeiras perguntas.

Claude Lévi-Strauss

RESUMO

O município de Três Lagoas/MS tem suas chuvas distribuídas de forma irregular e com isso existem problemas como secas e inundações que afligem a população local, e com a implantação das indústrias celulósicas torna-se relevante o entendimento do comportamento das precipitações. Este entendimento, foi baseado em estudo de meteorologia estática, que se mune de estatística para o desvendar a conduta do fenômeno climático. Como resultados se tem as precipitações totais anuais, apresentaram grande variação (variabilidade) em torno da média, que é de 1302,4mm, além de anomalias, sendo mensurado o extremo de precipitação anual, de 1.683,2mm, em 1997 e o extremo de seca, com apenas 934,97mm, em 2013. As precipitações mensais na maioria (33,08%) ocorrem até 50mm e que as grandes quantidades (450 a 500mm) se limitam a 0,51%, existem padrões de oscilações de chuvas e que no período de 1989 a 1998 sofreu alteração passando por oscilações com quatro anos ao invés de dois anos. A análise dos resultados do índice de precipitação padronizada (SPI) mostra que a classificação de moderadamente úmida teve 16,92% (67 meses) seguido de muito úmido com 14,14% (56 meses), e 12,88% (51 meses) moderadamente seco. A normalização do índice não permitiu verificar movimentos periódicos como ciclos, e conseqüentemente dificulta outros tratamentos estatísticos como as previsões de eventos futuros para as classificações de seca e umidade. As notícias dos eventos foram resgatadas parcialmente e registradas frente as análises estatísticas. Algumas medidas de controle e prevenção sofram sugeridas como a instalação de mais estações pluviométricas e parceria pública e privada.

Palavras-chaves: Precipitação; Índice de Precipitação Padronizada; Eventos Extremos; Três Lagoas/MS.

ABSTRACT

The municipality of Três Lagoas/MS has irregularly distributed rainfall and there are problems such as droughts and floods that afflict the local population, and with the implementation of the cellulosic industries it becomes relevant to understand the precipitation behaviour. This understanding was based on a static meteorological study, which relies on statistics to unravel the behaviour of the climatic phenomenon. As a result of the total annual precipitation, there was a large variation (variability) around the mean, which is 1302.4 mm, in addition to anomalies, and the annual precipitation end was measured at 1,683.2 mm in 1997 and the extreme (33.08%) occur up to 50 mm and that the large amounts (450 to 500 mm) are limited to 0.51%, there are patterns of rain which in the period from 1989 to 1998 suffered an alteration going through oscillations with four years instead of two years. The analysis of the results of the standardized rainfall index (SPI) shows that the classification of moderately wet was 16.92% (67 months) followed by very humid with 14.14% (56 months), and 12.88% (51 months) moderately dry. The normalization of the index did not allow to verify periodic movements as cycles, and consequently hinders other statistical treatments such as predictions of future events for the drought and humidity classifications. Event news items were partially redeemed and recorded against statistical analysis. Some measures of control and prevention are suggested as the installation of more rainfall stations and public and private partnership.

Keywords: Precipitation; Standardized Precipitation Index; Extreme Events; Três Lagoas/MS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do município de Três Lagoas/MS.	20
Figura 2 - Modelo de Análise de Indicadores Climáticos	27
Figura 3 - Ilustração Esquemática de Leitura do Gráfico R.	44
Figura 4 – Mapa de localização da estação meteorológica Fibria Celulose Ltda.....	54
Figura 5 - Distribuição Empírica das Precipitações Anuais do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	58
Figura 6 – Comportamento Rítmico da Precipitação Mensal do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	61
Figura 7 - Distribuição Empírica das Precipitações Mensais no Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	61
Figura 8 - Gráfico R das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, Período de 1983 a 2015.	64
Figura 9 - Distribuição pelo Índice SPI do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	65
Figura 10 – Distribuição Mensal pelo Índice SPI do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	68
Figura 11 - Gráfico R dos Valores do Índice SPI do Município de Três Lagoas/MS, Período de 1983 a 2015.	70
Figura 12 – Análise de Cluster Anual das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	71
Figura 13 - Análise de Cluster Mensal das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	72
Figura 14 - Análise de Cluster Anual pelo Método de SPI das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	73
Figura 15 - Análise de cluster mensal pelo método de SPI das precipitações do município de Três Lagoas/MS no período de 1983 a 2015.....	73
Figura 16 – Meses Consecutivos de Seca e Umidade Segundo o Índice de Precipitação Padronizado (SPI) para o Município de Três Lagoa/MS de 1983 a 2015.....	74
Figura 17 - Análise de Frequência das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	76
Figura 18 – Análise de Curva Polida dos Dados de Precipitação do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	76

Figura 19 - Análise de Frequência dos Resultados dos Cálculos do Índice de Precipitação Padronizada das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	79
Figura 20 – Análise por Curva Polida dos Resultados de SPI do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	82
Figura 21 - Análise de Componente Principal (PCA) das Precipitações Mensais do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	83
Figura 22 - Análise de Componente Principal (PCA) dos Resultados do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) do município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	84
Figura 23 – Sequência rítmica as precipitações anuais do município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015.	85
Figura 24 - Sequência rítmica as precipitações mensais do município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015.	86
Figura 25 - Sequência rítmica dos resultados do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) do município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015.	86
Figura 26 – Áreas susceptíveis a alagamentos no município de Três Lagoas, em 2015.	102
Figura 27 – Estações Meteorológicas de Baixo Custo.	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística básica das precipitações anuais do município de Três Lagoas/MS, no período de 1983 a 2015.	60
Tabela 2 -- Estatística Básica das Precipitações Mensais no Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	62
Tabela 3 – Análise das Precipitações Extremas do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	63
Tabela 4 - Valor das Normais Mensais de Precipitação do Município de Três Lagoas/MS....	64
Tabela 5 - Resultados do Índice de SPI Mensal para o Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	66
Tabela 6 – Estatística Básica dos Índices de Precipitação Padronizada Mensais no Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	67
Tabela 7 – Estatística Básica do Índice de Precipitação Padronizada Mensais no Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	69
Tabela 8 - Análise do Índice de Precipitação Extremos Mensais do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	70
Tabela 9 - Frequência das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.	75
Tabela 10 – Padrão de Oscilação de Cristas da Análise de Curva Polida para o Município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015	77
Tabela 11 - Frequência dos Resultados do Índice de Precipitação Padronizada do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015, em %.	78
Tabela 12– Frequência Anual dos Resultados do Índice de Precipitação Padronizada do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015, em %.	80
Tabela 13 – Frequência Mensal dos Resultados do Índice de Precipitação Padronizada do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015, em %.	81
Tabela 14 – Valores do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) do Município de Três Lagoas/MS com os Maiores PCA, do Período de 1983 a 2015.	85
Tabela 15 – Comportamento das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, de Outubro de 2013 a Março de 2014.....	95
Tabela 16 – Comportamento das Precipitações e dos SPIs no Município de Três Lagoas/MS, em 2014.	96

Tabela 17 – Comportamento das Precipitações e dos SPIs no Município de Três Lagoas/MS de Abril a Agosto de 2015.....	98
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais Índices de Seca Existentes na Comunidade Científica.	48
Quadro 2 - Classificação das Secas pelo Método do Índice de Precipitação Padronizada segundo McKee (1993).....	50
Quadro 3 - Classificação das Secas pelo Método do Índice de Precipitação Padronizada segundo Agnew (2000).....	50
Quadro 4 - Classificação do Índice de Precipitação Padronizada segundo Fernandes (2009). ..	51
Quadro 5 – Notícia do dia 30/01/1985	86
Quadro 6 – Notícia do dia 22/02/1985	87
Quadro 7 - Notícia do dia 06/12/1985	88
Quadro 8 – Notícia do dia 19/10/2007	88
Quadro 9 – Notícia do dia 29/09/2010	90
Quadro 10 – Notícia do dia 10/01/2013	91
Quadro 11 – Notícia do dia 19/09/2012	91
Quadro 12 – Notícia do dia 16/07/2012	92
Quadro 13 – Notícia do dia 06/08/2013	93
Quadro 14 – Notícia do dia 14/01/2014	93
Quadro 15 – Notícia do dia 01/04/2014	94
Quadro 16 – Notícia do dia 27/10/2014	95
Quadro 17 – Notícia do dia 26/02/2015	97
Quadro 18 – Notícia do dia 24/08/2015.	98
Quadro 19 – Notícia do dia 09/11/2015.	99
Quadro 20 – Notícia do dia 25/11/2015.	101
Quadro 21 - Dados de precipitação mensal do Município de Três Lagoas/MS, no período de 1983 a 2015.	120

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo de valor de R	43
Equação 2 – Base para o cálculo para a verificação da duração pelo método de Mood (1940)	44
Equação 3 - Cálculo para construção de dendrograma.....	45
Equação 4 – Cálculo de Polimento de Curva	46
Equação 5 - Cálculo do Índice de Precipitação Padronizado (SPI).....	50
Equação 6 - Cálculo de Magnitude de Seca	50

LISTA DE ABREVIATURAS

SIGLA	DESCRIÇÃO
BMDI	<i>Bhalme & Mooley Drought Index</i> (Índice de Seca de Bhalme & Mooley)
BRO	British Rainfall Organization (Organização Britânica de Chuvas)
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CMI	<i>Crop Moisture Index</i> (Índice de Umidade da Cultura)
CWSI	<i>Crop Water Stress Index</i> (Índice de Estresse Hídrico da Cultura)
EDA	<i>Exploratory Data Analysis</i> (Análise Exploratória de Dados)
EDI	<i>Effective Drought Index</i> (Índice de Seca Efetiva)
EMI	Energia, Matéria e Informação
HSI	<i>Herbst Severity Index</i> (Índice de Severidade de Herbst)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LRDI	<i>Lamb Rainfall Departure Index</i> (Índice de Desvio de Chuva de Lamb)
MBMDI	<i>Modified Bhalme & Mooley Drought Index</i> (Índice de Seca de Bhalme & Mooley Modificado)
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MD	Método de Decis
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
PDSI	<i>Palmer Drought Severity Index</i> (Índice de Severidade de Seca de Palmer)
PIB	Produto Interno Bruto
PN	Porcentagem Normal
RAI	<i>Rain Anomaly Index</i> (Índice de Anomalia de Chuvas)
RDI	<i>Reclamation Drought Index</i> (Índice de Recuperação de Seca)
SPI	<i>Standard Precipitation Index</i> (Índice de Precipitação Padronizada)
SWSI	<i>Surface Water Supply Index</i> (Índice de Abastecimento de Água em Superfície)
TGS	Teoria Geral dos Sistemas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	DISCUSSÃO TEÓRICO METODOLÓGICA.....	23
2.1	Abordagem Sistêmica.....	23
2.2	O Clima como Categoria Analítica na Geografia.....	30
2.3	O Fenômeno Climático das Secas e das Precipitações Abundantes.....	34
2.3.1	O Fenômeno Climático das Secas	34
2.3.1.1	Definição de Seca	35
2.3.1.2	Tipos de Seca	36
2.3.1.3	Impactos da Seca	38
2.3.2	O Fenômeno Climático das Chuvas abundantes	39
2.4	A Importância da Estatística Ambiental para a Compreensão dos Fenômenos de Precipitação	42
2.4.1	Análise da Intensidade	42
2.4.2	Análise de Duração.....	44
2.4.3	Análise de Frequência.....	45
2.4.4	Análises das Precipitações	46
2.4.4.1	Índice de Precipitação Padronizada - SPI.....	50
2.4.5	Análise do Comportamento da Intensidade, Duração e Frequência das Precipitações	51
3	METODOLOGIA.....	53
3.1	Obtenção dos Dados de Precipitação do Município de Três Lagoas/MS.....	53
3.2	Índice de Precipitação Padronizada (SPI)	53
3.3	Análise Estatística.....	55
3.3.1	Análise de Intensidade	55
3.3.2	Análise de Duração	55
3.3.3	Análise de Frequência.....	55
3.3.4	Análise do Comportamento da Intensidade, Duração e Frequência das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015, pelo Método de Componente Principal	56

3.4	Coleta de Informações Históricas sobre Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015	56
3.5	Discussão sobre Possíveis Projetos e Ações para Eventos de Precipitação no Município de Três Lagoas/MS	56
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1	Análise da Intensidade das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	58
4.1.1	Análise da Intensidade das Precipitações, segundo o Índice de Precipitação Padronizada (SPI), do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	65
4.2	Análise da Duração das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015	71
4.2.1	Análise da Duração das Precipitações, segundo o Índice de Precipitação Padronizada (SPI), do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	72
4.3	Análise da Frequência das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	75
4.3.1	Análise da Frequência das Precipitações, segundo o Índice de Precipitação Padronizada (SPI), do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	78
4.4	Análise de Componente Principal (PCA) das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.....	83
4.4.1	Análise de Componente Principal (PCA) das Precipitações segundo o Índice de Precipitação Padronizada (SPI) do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015	84
5	O COMPORTAMENTO HISTÓRICO DAS PRECIPITAÇÕES DO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS/MS	85
6	POSSÍVEIS PROJETOS E AÇÕES PARA EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS/MS.....	103
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
9	ANEXO	120
9.1	Dados brutos de precipitação do município de Três Lagoas/MS (1983 a 2015).....	120

COMPORTAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS, MATO GROSSO DO SUL, NO PERÍODO DE 1983 A 2015

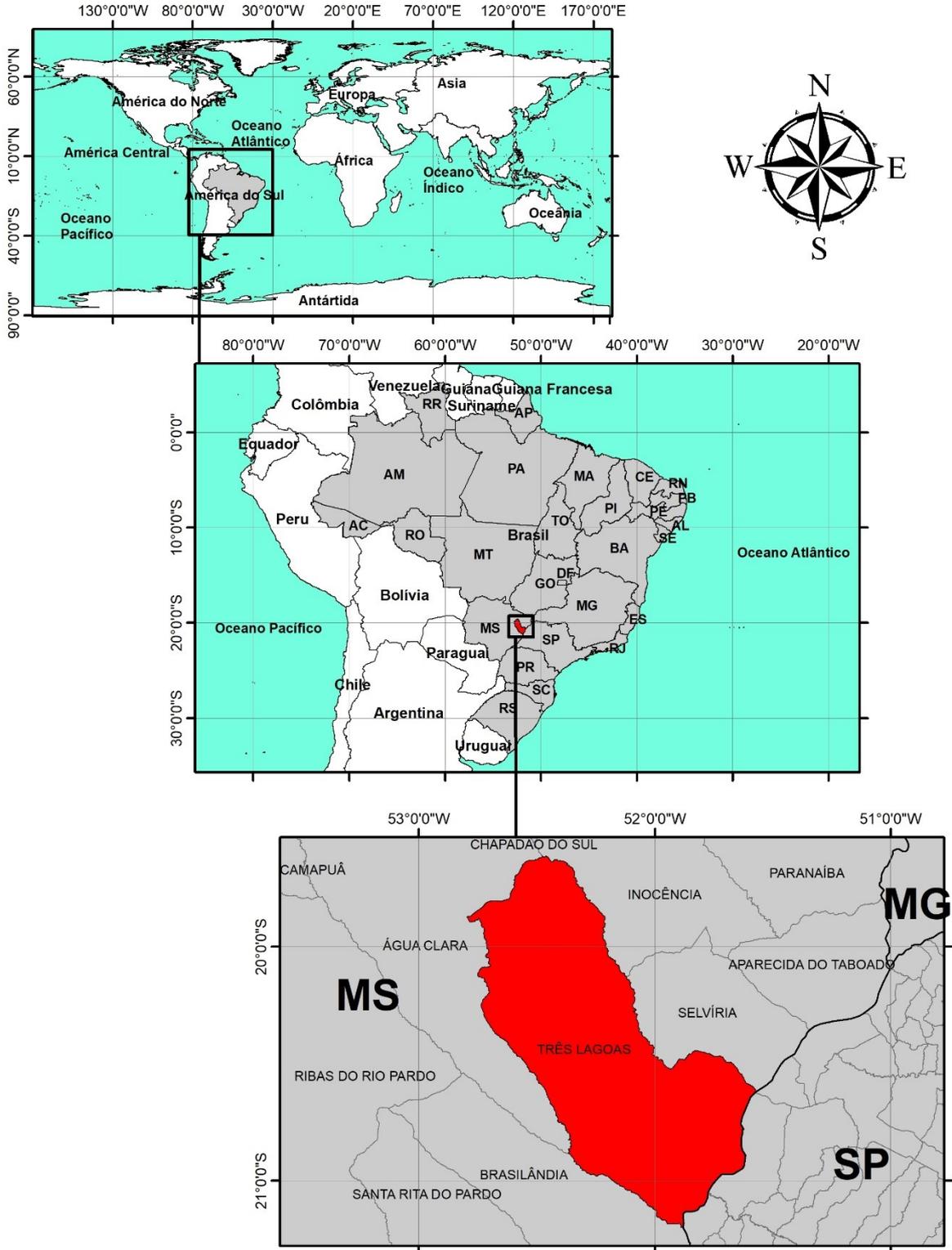
1 INTRODUÇÃO

O município de Três Lagoas/MS, Figura 1, nasceu devido ser ponto estratégico ao longo da linha férrea da Rede Ferroviária Federal, logo após o cruzamento do rio Paraná, na divisa do estado de São Pulo com o do Mato Grosso Sul, e ambiente de grande concentração hídrica. Na atualidade o município recebeu o aporte de duas grandes indústrias de extração de celulose de floresta de eucaliptos certificada, tornando o município referência mundial na produção de celulose, fundamental para produção de diversos produtos como papel, creme dental, copos e outros produtos do dia a dia. Porém o território não tem como exclusividade o plantio de eucaliptos, também conta com fazenda com gado e pequenas fazendas e sítios com diversas culturas fundamentais para a alimentação da população como legumes e verduras.

O estudo climático é de suma importância para o desenvolvimento do subsistema socioeconômico, de forma sustentável, pois possibilita o planejamento prévio e a execução de projetos que visem à melhoria da qualidade de vida da sociedade, como as melhores épocas do ano para plantio, construção civil e organização espacial do território. Os estudos sobre o clima devem obrigatoriamente desenvolver a prática da compreensão da interação sistêmica holística dos elementos dos subsistemas que a englobam.

O sistema climático de forma geral é complexo e é estudado por diversos profissionais, dada sua importância para o desenvolvimento socioeconômico e da natureza. Desta forma, existem maneiras de observar, analisar e avaliar o clima como sua representação espacial em global, regional e local; sua forma estática ou dinâmica; e seus fatores como precipitação, temperatura e umidade. Segundo Machado e Torres (2012, p.81) a precipitação é o principal mecanismo natural de alimentação do ciclo hidrológico e de manutenção dos recursos hídricos. O entendimento dos fenômenos naturais, neste caso as precipitações, têm ajudado o homem a antecipar problemas nas esferas sociais e econômicas e desenvolver planejamento preventivo e de recuperação de ecossistemas degradados.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Três Lagoas/MS.



Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas

Datum: WGS 1984
Fonte: CDC (2010); IBGE (2013)
Org.: ALMEIDA (2018)

Escala
0 30 60 120 Km

Legenda
 Brasil
  Três Lagoas

Os fenômenos das secas e das chuvas abundantes chamam a atenção devido à ligação dos sistemas aos recursos hídricos, que podem acarretar prejuízos socioeconômicos e ambientais. Para a detecção dos eventos das secas e chuvas abundantes são utilizados os chamados índices de seca, tais como o Índice de Seca de Bhalme & Mooley (*Bhalme & Mooley Drought Index* – BMDI), Índice de Umidade da Cultura (*Crop Moisture Index* – CMI), Índice de Estresse Hídrico da Cultura (*Crop Water Stress Index* – CWSI), Índice de Seca Efetiva (*Effective Drought Index* – EDI), Índice de Severidade de Herbst (*Herbst Severity Index* – HSI), Índice de Desvio de Chuva de Lamb (*Lamb Rainfall Departure Index* – LRDI), Índice de Seca de Bhalme & Mooley Modificado (*Modified Bhalme & Mooley Drought Index* – MBMDI), Índice de Severidade de Seca de Palmer (*Palmer Drought Severity Index* – PDSI), Porcentagem Normal (PN), Índice de Anomalia de Chuvas (*Rain Anomaly Index* – RAI), Índice de Recuperação de Seca (*Reclamation Drought Index* – RDI) e Índice de Precipitação Padronizada (*Standard Precipitation Index* – SPI). Este último se destaca pela possibilidade de realizar agrupamentos dos meses e a sensibilidade para os eventos de seca e umidade do ambiente, principalmente, para a disponibilidade de água no solo. Desta forma o objetivo deste trabalho foi descrever o comportamento das precipitações do município de Três Lagoas/MS no recorte temporal de 33 anos de 1983 a 2015, com o uso do índice de precipitação padronizada (SPI) e outras ferramentas estatísticas para a intensidade, duração e frequências.

A escolha do município está relacionada a sua importância econômica e ambiental para o estado de Mato Grosso do Sul e a consolidação de Três Lagoas como polo de celulósico mundial. O período escolhido se deu devido à inexistência de falhas dados nessa série histórica nas estações meteorológicas públicas, e os dados foram fornecidos pela Fibria MS Celulose Ltda. estavam sem interrupção de tempo do período de 1983 a 2015 de forma mensal e sem o uso de correções estatísticas.

Para a realização do estudo foi utilizado a ferramenta software Excel para organizar e formatar tabelas e a programação R¹ para cálculo do índice de precipitação padronizado (SPI²) e tratamento estatístico. A programação para a modelagem das precipitações pela programação

¹ R é uma linguagem e ambiente para computação estatística e gráficos. É um projeto GNU que é semelhante ao idioma e ao ambiente S que foi desenvolvido na Bell Laboratories (anteriormente AT & T, agora Lucent Technologies) por John Chambers e colegas. R está disponível como Software Livre nos termos da Licença Pública Geral GNU do Free Software Foundation em código fonte. Ele compila e funciona em uma grande variedade de plataformas UNIX e sistemas similares (incluindo FreeBSD e Linux), Windows e MacOS (R FOUNDATION, 2017).

² Do inglês *Standardized Precipitation Index* - SPI

R se mostrou robusta e segura visto que um ponto ou virgula não colocado faz com que o programa não execute nenhum cálculo.

A dissertação foi estruturada em sete capítulos, sendo o primeiro a *Introdução* que mostra pequenas intenções do trabalho; o segundo a *Discussão Teórico Metodológica* que aborda nuances já descritos por outros autores; o terceiro *Metodologia* mostra como o trabalho foi desenvolvido da obtenção dos dados de precipitação do município, o cálculo do índice padronizado, análise estatística, coleta de informações histórica e possíveis projetos e ações para os eventos de precipitação municipal; o quarto *Resultados e Discussões* mostram os resultados estatísticos para intensidade, duração, frequência e análise de componente principal; o quinto *Repercussões do Comportamento das Precipitações na Sociedade do Município de Três Lagoas/MS* que mostra diversos problemas que a população local sofreu devido à falta de chuvas ou abundância dela; o sexto *Possíveis Projetos e Ações para Prevenção de Eventos Causados pelas Precipitações no Município de Três Lagoas/MS* neste ponto algumas ideias são mostradas para que os problemas apontados no capítulo anterior diminuam ou deixem de existir; o último as *Considerações Finais* faz o fechamento do trabalho relatando os pontos principais do trabalho e as possibilidades para melhor entender o comportamento das precipitações do município de forma estática.

2 DISCUSSÃO TEÓRICO METODOLÓGICA

Para o entendimento do sistema climático e de sua dinâmica, e mais especificamente dos índices de secas e de precipitações abundantes, faz-se necessário a discussão teórica metodológica de diversos conceitos, metodologias e técnicas, apresentadas a seguir.

2.1 Abordagem Sistêmica

Segundo Tricart (1977), este tipo de abordagem é complexo, devido à quantidade de bases teóricas e metodológicas que existem, porém, estas bases partem do mesmo princípio, de que não existe ecossistema sem que haja a interferência do homem. Portanto, o mesmo participa dos ecossistemas em que vive, modificando-os, que, por sua vez, reagem, proporcionando diversas adaptações ao Ser Humano. Essas interações entre os componentes naturais e antrópicos que compõe o sistema, são permanentes e intensas, qualquer que seja o nível de desenvolvimento técnico da sociedade humana.

Neste sentido de análise, a Teoria Geral dos Sistemas - TGS, criada pelo biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy, apresentou como fundamento, algumas obras preliminares no campo da TGS, e segundo Bertalanffy (1977) essas obras foram: a fundamentação teórica, porém, apenas restringindo aos sistemas da física de Köhler (1924 e 1927); a obra clássica e a que mais se aproximava do objeto, de Lotka (1925), na qual considerava as comunidades como sistemas e o organismo individual como uma soma de células; a filosofia do “mecanicismo orgânico” de Whitehead (1925); o trabalho de Cannon (1929 e 1932) sobre homeostase; e a concepção organísmica de Bernard (1957).

Essas obras acabaram proporcionando uma influência significativa, em vários segmentos do conhecimento científico, apontando, nesta pesquisa, para com seu uso pela Geografia Física, como importante vertente voltada para a análise da interação entre as atividades antrópicas e o meio ambiente, que, por sua vez, proporciona um sinal evidente de crise e esgotamento dos recursos naturais.

Inicialmente, é necessário destacar a contribuição de C. H. Smuts, criador da teoria do Holismo, “essencial para compreender o conceito de integração da paisagem” (PASSOS, 2003), bem como, o conceito de sistema. Capra (1997, p. 23) afirma que na “ciência do século XX, a perspectiva holística tornou-se conhecida como "sistêmica", e a maneira de pensar que ela implica passou a ser conhecida como "pensamento sistêmico"”, criando diversas disciplinas, na

qual os pioneiros (biólogos) destacavam a “concepção dos organismos vivos como totalidades integradas”.

Capra (1997, p. 31) ainda afirma:

De acordo com a visão sistêmica, as propriedades essenciais de um organismo, ou sistema vivo, são propriedades do todo, que nenhuma das partes possui. Elas surgem das interações e das relações entre as partes. Essas propriedades são destruídas quando o sistema é dissecado, física ou teoricamente, em elementos isolados. Embora possamos discernir partes individuais em qualquer sistema, essas partes não são isoladas, e a natureza do todo é sempre diferente da mera soma de suas partes.

David Drew (2005) exemplifica de modo prático e de fácil entendimento as relações existentes no sistema planeta Terra. O referido autor dá um exemplo da construção de uma casa, alterando o meio pelo fato de substituir as características das vegetações ali existentes, com isso, modifica parcialmente, o microclima, que por sua vez, acarretará mudanças no caráter do solo e da vegetação vizinha, a mutação dos mesmos resultará em alterações posteriores no clima local e modificam o escoamento superficial, transformando novamente a vegetação preexistente, e assim sucessivamente. Essa teia de relações e interdependência é a base da TGS.

Com isso, Bertalanffy deu um passo essencial para o reconhecimento de que os organismos vivos são sistemas abertos, pois, os mesmos, precisam “se alimentar de um contínuo fluxo de matéria e de energia extraídas do seu meio ambiente para permanecer vivos”, além disso, a visão de Bertalanffy de uma “ciência geral da totalidade” tinha como embasamento, a observação de diversos campos de estudo, onde o autor acreditava que a “teoria geral dos sistemas ofereceria um arcabouço conceitual geral para unificar várias disciplinas científicas que se tornaram isoladas e fragmentadas” (CAPRA, 1997).

Desde a criação da TGS, Bertalanffy (1972) definiu três aspectos do estudo dos sistemas:

- Ciência dos sistemas: lida com a investigação científica;
- Tecnologia dos sistemas: emprego nas operações de computadores e com o desenvolvimento teórico;
- Filosofia dos sistemas: alteração no pensamento e visão de mundo como resultado de um novo paradigma científico, onde nos sistemas, existem diversos elementos com características variáveis, sendo que todos possuem relações, sobretudo se levar em consideração as relações entre o meio ambiente e as demais variáveis existentes neste sistema.

A definição dos aspectos de estudo acabou norteando diversas pesquisas que tem como embasamento, a TGS, sendo que, essa abordagem e visão sistêmica, segundo Troppmair e Galina (2006, p. 79):

...foi um importante acontecimento para a Geografia. O direcionamento para a sistematização e a integração do meio ambiente com seus elementos, conexões e processos como um potencial a ser utilizado pelo homem, adquire importância crescente (TROPPEMAIR e GALINA, 2006, p. 79).

O estudo dos sistemas passa, necessariamente, pelo entendimento dos processos que ocorreram no passado, oferecendo informações relevantes para prognosticar o futuro a partir desse pensamento sistêmico, levando como base as interações que se processam entre os diversos elementos dos subsistemas, presentes no recorte espacial, quer natural, como bacias hidrográficas ou biomas, ou político administrativo, estado, municípios ou países. Oferecendo-lhe um caráter dinâmico (que é imprescindível para apontar os processos atuais) e definir possíveis intervenções no meio.

Este conceito é, atualmente, um dos melhores instrumentos para estudar a configuração ambiental e seus pontos negativos, pois o mesmo oferece subdivisões essenciais para a análise proposta, que busca a compreensão das características do sistema, apresentando suas correlações, sendo a hipótese central da pesquisa que, por meio da correlação entre os elementos presentes no ambiente, se chegará à identificação do índice de fragilidade ambiental e, conseqüentemente, interfere nos recursos hídricos, mais precisamente, nos parâmetros físicos e químicos das águas superficiais, elaborando assim, uma proposta de zoneamento ambiental, utilizando-se como um subsídio ao planejamento desse ambiente, podendo apontar prognósticos e propostas para um ordenamento do uso, cobertura e manejo da terra.

Os processos dinâmicos que ocorrem nos sistemas ambientais é resultado de diversas forças e, segundo Tricart (1972), é essencial conhecer sua natureza, suas fontes de energia (que as originam), sendo indispensáveis para uma tomada de consciência da própria unidade dos objetos do meio físico.

Com a sistematização das divisões que existem na TGS, a abordagem sistêmica aplicada nesta pesquisa parte do princípio da constante dinâmica, dos subsistemas natural, construído, socioeconômico e produtivo, de se interagem, no recorte espacial do município de Três Lagoas, no estado do Mato Grosso do Sul.

Através da análise das unidades dos elementos deste sistema e suas correlações é possível determinar o estado real da qualidade deste ambiente. Um dos conceitos de abordagem sistêmica, que exemplifica essa constante dinâmica, que ocorre nos sistemas ambientais, é de Tricart (1977) com seu livro “Ecodinâmica”, que inicialmente conceitua sistema como:

[...] um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos. Como consequência, o sistema apresenta propriedades que lhe são inerentes e diferem

da soma das propriedades dos seus componentes. Uma delas é ter dinâmica própria, específica do sistema (TRICART, 1977, p. 19).

Diante dessa abordagem sistêmica nas pesquisas ambientais, Christofoletti (1999, p. 37) afirma que:

o meio ambiente é constituído pelos sistemas que interferem e condicionam as atividades sociais e econômicas, isto é, pelas organizações espaciais dos elementos físicos e biogeográficos (da natureza). Os sistemas ambientais são responsáveis pelo fornecimento de materiais e energia aos sistemas socioeconômicos e deles recebem os seus produtos (edificações, emissões, insumos, dejetos, etc.) (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 37).

Essas interações entre seus componentes acabam originando o conceito de sistema, que pode ser determinado por uma junção de elementos que são encontrados nas conexões e ligações entre si, e que formam uma determinada unidade e integridade. É um todo complexo, único, organizado formado pelo conjunto ou combinação de objetos e partes (MATEO RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

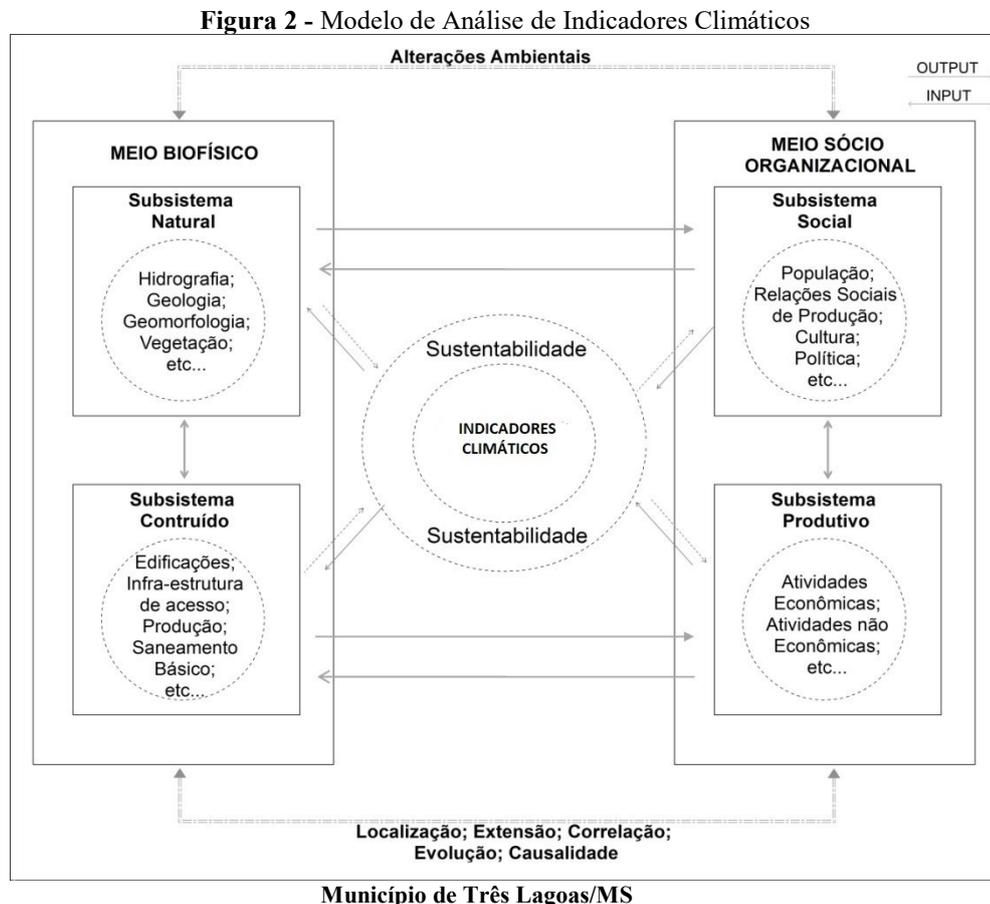
Com isso, Tricart (1977) ainda detalha que esta forma de análise é indispensável para melhor conhecer o meio físico-geográfico, caracterizado por uma dinâmica que se manifesta a níveis de escalas variadas e que são sentidas de forma têmporo espacial pelo globo terrestre. Com isso, cada fenômeno existente neste sistema pode ser analisado, levando-se em conta sua modificação no tempo e espaço, podendo ser analisado ele mesmo, como um sistema.

Ribeiro (1993) se preocupou em delinear a abrangência escalar do clima enquanto uma referência de valor, apoiada em critérios de variabilidade têmporo-espacial e destaca que O comportamento do clima resulta das interações ocorridas na interface multiespectral que intercambia e modifica a radiação solar através do meio terrestre, envolvendo a litosfera, a hidrosfera, a criosfera e a biosfera repercutindo, particularmente, no estado da atmosfera. As trocas de energia, umidade, massa e momentum entre a atmosfera e a superfície do planeta geram estados interativos que apresentarão duração e tamanho compatíveis com a intensidade e a frequência das referidas trocas (RIBEIRO, 1993, p. 288). Para o referido autor a abstração racional do fenômeno climático requer um referencial escalar que indique as possibilidades de seu tratamento metodológico, isto é, para cada nível escalar é indicada uma abordagem específica que correlaciona à extensão e a duração do fenômeno climático com as técnicas analíticas, desde a obtenção dos dados.

É a escala adotada que define, a priori, qual será a metodologia empregada na análise do clima. Diante disso, percebe-se que a noção de escala cartográfica é, ainda, muito confundida

com a noção de escala geográfica. Devido ao fato do clima possuir sua dinâmica interna coordenada por ações meteorológicas explicadas pela termodinâmica dos fluidos e, em algumas vezes, independente das ações humanas, a questão das escalas de análise do fato climático demonstra a necessidade de ampliação desse debate e solicita o resgate das discussões sobre o conceito de escala em geografia, revelando uma carência dessa discussão no interior da climatologia geográfica brasileira.

Cada elemento/variável possui suas próprias características, podendo definir assim, as unidades de paisagem que compõem estes subsistemas. Estes subsistemas exemplificam as alterações que ocorrem e determinam as características dos ambientes como um todo, demonstrando que estes, como podem ser explicados pela Figura 2, possuem particularidade de acordo com sua localidade, extensão, correlação, evolução e causalidade. Portanto, para o que essa pesquisa propôs, essa forma de análise é aplicável, visto que as alterações das unidades de paisagem, seja antrópica e/ou natural, provocam modificações nos recursos hídricos e em todos os demais componentes que compõe essas unidades e, conseqüentemente, o sistema “município de Três Lagoas”.



Fonte: Adaptado de Pinto et. al. (2005).

As entradas (input) e saídas (output) de matéria e energia ocorrem tanto de uma unidade de paisagem, para outra, bem como, de um sistema para outro, e, por meio disso, a relação é mútua entre os diversos componentes.

Por ser essencial na compreensão das dinâmicas que ocorrem, Gregory (1992, p. 229), afirma que nessa análise:

[...] a atenção pode ser dirigida para a estrutura do sistema, seu comportamento, que envolve a transferência de energia, seus limites, seu ambiente, seu estado, seja de transição ou de equilíbrio, e seus parâmetros (GREGORY, 1992, p. 229).

Dessa forma, os sistemas socioambientais vêm sendo cada vez mais utilizados como unidades de análise e planejamento, principalmente ao se abordar a bacia hidrográfica como um sistema, que, por ser “aberto” (não há condição estática total na natureza), obrigatoriamente passa por estas etapas de análise citadas, onde sua paisagem agrega a interação de parâmetros físicos, bióticos e socioeconômicos, reconhecendo suas evoluções ao longo do tempo e do espaço.

Rodriguez (1997) afirma que os Sistemas Ambientais são complexos, e são compostos por mais de dois sistemas subsequentes, como propõe Perez Filho (2007). Para Cavalcanti e Rodriguez (1997) e Pinto et.al. (2005) os Sistemas Ambientais são compostos pela inter-relação de:

a) Geossistema Natural – É um sistema espaço-temporal, uma organização espacial complexa e aberta formada pela interação entre componentes ou elementos físicos (estrutura geológica, relevo, clima, solos, águas superficiais e subterrâneas, vegetação e fauna) que podem em diferentes graus, ser transformados ou modificados pelas atividades humanas. Possui uma expressão espacial na superfície terrestre, representando um sistema composto por elementos que funcionam mediante fluxos de EMI (Energia, Matéria e Informação) em uma interação areal concreta. Pode-se considerar como sinônimo o conceito de “paisagem natural” (complexo territorial natural, sistema físico ambiental ou geocomplexo) ou ainda paisagem antroponatural. Tem um caráter policêntrico e se concebe como uma expressão objetiva e material do meio ambiente físico ou natural, como suporte físico do meio ambiente.

b) Sistema Construído – As estruturas e os processos sociais, ou seja, o modo de organizar a sociedade e a interação dos indivíduos dentro dela, se reflete na utilização e administração dos Geossistemas. As estruturas espaciais, que são resultado das definições e construções sociais, reincidem e reinfluem e até condicionam as formas de vida e de relação

social. O sistema sociocultural pode ser definido como o suporte de sistemas de relações, determinado a partir dos elementos do meio físico e outros procedentes das sociedades humanas, que ordenam o espaço em função da densidade da população, da organização social e econômica, do nível das técnicas e de todo o percurso histórico que constitui uma civilização. É um suporte de relações, mas também o produto social dos vínculos, um fator explicativo fundamental das próprias relações sociais. Esta definição de espaço, como território ou paisagem social, ou meio ambiente na acepção mais ampla do termo, permite concebê-lo como o lugar do homem, como o Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. Para Amorim (2012) é produto de um modelado social, cuja organização e dinâmica está marcada fundamentalmente pelas atuais relações econômico-sociais de onde provieram as marcas de outras formações sociais ou sistemas de produção. Correspondem assim às paisagens ordenadas, reflexo de uma criação humana meditada e conservada sobre o meio natural. “É também o espaço, um sistema social objetivo, uma unidade territorial com suas próprias características socioeconômicas”. “Podem-se considerar outros conceitos como: “geossociosistema” “paisagem ou espaço social”, “paisagem antropológica”, “complexo territorial produtivo”.

c) Sistema Econômico e Produtivo – São os produtos espaço-temporais tangíveis das interações entre a natureza e a cultura. É um sistema complexo, composto por todas as modificações físicas e não físicas, ambientais, elaboradas pelos membros de uma cultura, em uma área concreta da superfície terrestre. Neste sentido, a cultura se define como o eixo da ação e a reflexão humana, sendo a totalidade dos padrões de comportamento socialmente transmitidos através da arte, da religião, das ciências, das instituições e de todos os outros produtos do trabalho e do pensamento humano característico de uma comunidade ou população. Constitui assim um conjunto de valores, de formações ideológicas, de sistemas de significação, de técnicas e práticas produtivas, de estilos de vida. É o resultado de capacidade mental única de “simbolizar ou assinalar as coisas e os acontecimentos de certas ideias que só podem ser percebidas pelos sentidos”. O sistema cultural territorial está formado pelos seguintes subsistemas: Geossistema (sistema biofísico); tecnológico; organizacional; de conhecimento e simbólico. Entender a cultura como um sistema, significa analisá-la como parte de um grande sistema da biosfera e do Planeta. Representa um momento no tempo e um lugar no espaço, e dos seres humanos. Vista desta forma, a cultura é um eixo da ação e da reflexão humana.

A cultura é por sua vez, um resultado da interação entre os seguintes sistemas: (i) o sistema biofísico: a síntese da história natural da Terra; (ii) o sistema tecnológico: que implica

toda a instrumentação técnica; (iii) o sistema organizacional: que tem a ver com todos os processos de produção e reprodução da sociedade, quanto e como se produz e como se reproduz essa sociedade a si mesma; (iv) o sistema de conhecimento: como a sociedade constrói um saber para atuar; (v) o sistema simbólico: como se representa o mundo, como tem o que alguns chamam de cosmovisão, que se expressa na religião e em todas as formas a que se chama, tradicionalmente, de formas culturais. d) Sistema Antropoecológico – Também conhecido como ecossistema humano ou meio ambiente humano. Pode-se defini-lo como o conjunto de todas as condições e influências que afetam o comportamento e o desenvolvimento dos seres humanos como indivíduos e como sociedade. A sociedade humana é o centro do sistema em que os fatores do meio natural, o socioeconômico e o cultural se acoplam diretamente, determinando o estado do sistema humano. Neste caso, estes três subsistemas devem ser considerados como parte de um todo, e não como membros isolados de um conjunto. O homem é assim o meio ambiente do próprio homem, já que os seres humanos vivem rodeados por um entorno formal, não só por objetos e seres vivos, mas também por outros seres humanos. O sistema antropoecológico, de acordo com o grau de complexidade, pode ser analisado em três níveis: (i) o meio ambiente total, que inclui os componentes bióticos, a cultura, a economia, a tecnologia, os sentimentos e problemas humanos. Todos estes fatores em sua totalidade influem sobre um grupo humano em um determinado espaço. Assim concebido, o meio ambiente total é o meio de vida cotidiano, é a síntese de um meio ecológico interativo, da sociedade como suporte e da ideia de vida cotidiana; (ii) o meio ambiente pessoal é o entorno dos indivíduos que se realiza através das condições de vida, do estado biopsíquico, de suas próprias experiências e de suas escalas de valores socioculturais; (iii) o estado biofísico dos seres humanos, formado por variáveis e fatores físicos e biológicos. Desta forma, a aplicação do conceito de Sistemas Ambientais e o estudo dos seus subsistemas subsequentes objetivam análises integradas do ambiente, servindo de subsídio para a compreensão da sua estrutura, funcionalidade e organização/desorganização. E uma das aplicações que mais se fundamentam nesta perspectiva de análise da realidade são os estudos de Planejamento Ambiental.

2.2 O Clima como Categoria Analítica na Geografia

O clima é definido pela média das condições do tempo ao longo de um período de algumas décadas. No dia a dia, temos os sistemas de tempo que provocam a variabilidade que observamos e que afetam as atividades humanas (DIAS et al., 2009). É importante para caracterizar e ordenar as paisagens. Os ecossistemas aquáticos e terrestres estão interligados

pelo movimento da água no sistema, transportando materiais orgânicos e inorgânicos através das bacias hidrográficas. O clima determina as condições hídricas de uma bacia hidrográfica, os processos hidrológicos fazem parte do ciclo hidrológico, considerado um sistema que interliga água entre grandes reservatórios, como os oceanos, rios, geleiras, lagos, vapor d'água da atmosfera, águas subterrâneas e água retida nos seres vivos. Essas condições obedecem a uma escala temporal dos fenômenos atmosféricos, com variação diária dos elementos climáticos de uma região para outra. Uma escala maior de variação das condições meteorológicas é anual, como as estações do ano, devido ao posicionamento relativo entre a Terra e o Sol.

Cavalcanti et al (2009) explica o fenômeno atmosférico da chuva como a consequência da necessidade de distribuição de energia no planeta, principalmente em regiões tropicais onde há a liberação de calor latente no processo de formação de nuvens - importante para os sistemas convectivos.

O regime brasileiro de chuvas apresenta sazonalidade com estação seca e chuvosa em épocas diferentes do ano de acordo com a localização geográfica, que pode comprometer vários parâmetros físicos, químicos e biológicos de corpos hídricos pela diluição e assimilação de sedimentos e contaminantes no sistema fluvial (MEDEIROS, 2013, p.19).

Luz (2010, p.21) relata sobre o estudo das chuvas:

...é muito pertinente, apesar de ser uma variável de difícil manuseio devido à grande variabilidade espacial e temporal. É um dos componentes do sistema climático que estabelece as relações mais estreitas com o cotidiano das regiões tropicais, principalmente em áreas urbanas, na economia das cidades, na agricultura e na geração de energia (LUZ, 2010, p.21).

O regime climático exerce grande influência sobre a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, pois disponibiliza no sistema fluvial, além da dissecação e transporte de sedimentos, decorrente da ação da água corrente, a diluição e assimilação dos contaminantes naturais e/ou introduzidos pelo manejo antrópico (PINTO, 2015).

Aos geógrafos interessa uma noção mais ampla de tempo, motivo pelo qual a mais apropriada seria a de “tipos de tempo”, que é mais abrangente e se refere, justamente, às combinações que se repetem, nem sempre idênticas, porém produtoras de sensações fisiológicas semelhantes, ou, conforme Pédelaborde (1970, p. 10), “quando uma combinação aparece frequentemente (não exatamente, é claro, mas com os constituintes muito próximos e produzindo efeitos praticamente iguais), ela constitui um tipo de tempo”.

Zavatini (1990, p. 37):

...meteorologistas, físicos e outros especialistas em climatologia estão de acordo quanto à ciclicidade de fenômenos capazes de atuar diretamente sobre o clima da Terra e que esses pesquisadores começam agora a trilhar um caminho comum na busca de linguagem própria, adequada às necessidades do entendimento das flutuações climáticas (ZAVATINI, 1990, p. 37).

Ayoade (1986, p.174-175) escreve sobre a intensidade das precipitações:

A precipitação não somente varia quanto à quantidade de um ano, estação ou mês para outro, como pode também mostrar uma tendência de declínio ou ascensão durante um determinado período. As flutuações e as tendências da precipitação pluvial são de grande interesse para os climatologistas, bem como para os agrônomos, em vista do importante papel de umidade na agricultura.

No livro *Climatologia de Mendonça e Danni-Oliveira (2007) no capítulo clima tropical úmido-seco ou tropical do Brasil Central* traz:

Área “core” do domínio morfoclimático do cerrado (AB’ SÁBER, 1967), paisagem transicional entre aquelas florestadas ao norte e ao leste-sul, o centro-oeste brasileiro manifesta também uma expressiva condição de transição climática. Devido à sua posição geográfica, é controlado por sistemas atmosféricos equatoriais (MEC) e tropicais (MTA e MTC), além de contar com considerável atuação extra-tropical (MPA) (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.167).

O Cerrado brasileiro não apresenta homogeneidade no seu clima devido às diferentes formas de relevo, sistemas atmosféricos e o próprio bioma (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.168).

A complexidade existente na variabilidade climática é garantida pela interação oceano-atmosfera, padrões anômalos de aquecimento (esfriamento) da superfície dos oceanos e pelo escoamento da atmosfera que pode, muitas vezes, ser materializada nas alterações dos principais elementos do clima, como a precipitação (SILVA, 2011, p.45)

A vazão fluvial torna-se variável relevante neste contexto por estar ligada à variabilidade do ciclo hidrológico da região. Por ser uma variável contínua em comparação à precipitação pode apresentar vantagens em relação a outras variáveis climáticas. Por ser, em princípio, dependente da precipitação regional, a vazão fluvial deve apresentar alta correlação linear com a precipitação. Contudo, pode sofrer influência da superfície, antrópica ou não. Desta forma, a vazão fluvial pode apresentar variabilidade representativa das teleconexões atmosféricas refletidas nos campos das demais variáveis atmosféricas (SILVA, 2012, p.46).

Capel (1981) esclarece que devido ao próprio processo de elaboração de novas teorias, doutrinas e as diferentes correntes filosóficas de pensamento, ocorrem momentos em que ora a dedução, ora a indução, ocupa posição central no interior do método hipotético-dedutivo, propiciando o predomínio ou o retrocesso de determinada corrente de pensamento; processo refletido na geografia brasileira que, em determinado momento, valorizou a indução nos estudos

regionais e da paisagem e em outros passou a destacar a dedução matemática e a possibilidade de prospecção e a elaboração de modelos pautados na Teoria Geral de Sistemas visando o entendimento do funcionamento da realidade.

O paradigma evolucionista aliado ao analitismo físico mecanicista e à lógica matemática geométrica sustenta a concepção de natureza sistêmica, configurada como uma categoria analítica de uso generalizado na geografia científica brasileira, principalmente, nos estudos empreendidos pela “Geografia Física”. A natureza é abordada tanto como um feixe de variáveis matematicamente correlacionadas quanto um corpo vivo regulado por processos e dinâmicas próprias, um todo em que cada parte, cada subsistema, desempenha funções e compõe um modelo dinamicamente solidário.

A natureza e sua dinâmica sistêmica são entendidas como um sistema aberto suscetível às entradas de energia de diversas origens, que se configuram como variáveis inter-relacionadas que procuram manter o equilíbrio desses. Todavia, a energia que adentra o sistema não é contínua, ela sofre alterações que fazem com que o sistema como um todo se ajuste no intuito de restabelecer o equilíbrio. Nesse sentido é que, no decorrer do século XX, diversas críticas foram deflagradas sobre a concepção de uma natureza dinâmico-sistêmica de graduações lineares. Vários pesquisadores, baseados em novas evidências e em outras bases teóricas, defendem a ideia de que os processos evolutivos podem ter obedecido a dinâmicas nada graduais, mas sim repentinas abruptas ou caóticas, devido à irregularidade dos fluxos energéticos que adentram o universo como um todo.

A análise rítmica em climatologia é um condicionante indispensável para o bom conhecimento dos espaços passíveis de planejamento, uma vez que a compreensão dos padrões climáticos e de suas variações são condições sem o qual do ordenamento territorial. Segundo Ramos (2010) na ausência destas, por escassez ou má qualidade de dados, o uso das normais “Simples” ou “Provisórias” são alternativas aceitáveis. A análise rítmica em climatologia prescinde de espacialização. Para que ela seja factível é necessário que seja enquadrada segundo escalas espaciais que, em primeira instância, apresentam as formas de manifestação das ações climáticas sobre a superfície terrestre.

Oliveira (2008) afirma que a compreensão e análise dos sistemas climáticos dependem, categoricamente, do entendimento da atmosfera, da hidrosfera, da criosfera, da superfície terrestre e das coberturas vegetais. Em conjunto, esses macros elementos devem ser analisados integralmente e, obviamente, tal sistema evolui ao longo do tempo, o que significa dizer que ele obtém ritmos (processos) homogêneos e heterogêneos, indicados por padrões de

precipitação, de mudanças no albedo (ou refletância da radiação solar dos diversos ambientes e formas), de aumento do calor ou da dissipação de energia calorífero, aumento ou diminuição de gases-estufa.

Andrade (1974) comenta que essa visão sistêmica suscita aspectos positivos e negativos para a análise geográfica. Ela contribui de forma positiva porque procura elaborar um diagnóstico do existente e estabelecer as metas a serem almeçadas e auxilia no delineamento de um caminho que vislumbra a sua concretização, mas atua de forma negativa quando encara a sociedade como um organismo, pois apresenta uma base organicista que tende a analisar todas as suas variáveis como tais e percebe também, os fatos de forma estática, afinal se subsidia na lógica formal que não os concebe como resultado de uma relação processual.

2.3 O Fenômeno Climático das Secas e das Precipitações Abundantes.

2.3.1 O Fenômeno Climático das Secas

As secas são importantes dadas as suas consequências, associadas a perdas frequentemente econômicas, mas também de vidas humanas (SERRA, 2014, p.4)

...importante na análise de secas é o intervalo de tempo que se considera para a variável instrumental utilizada na sua identificação e caracterização. Existem diferenças significativas, consoante o intervalo de tempo utilizado, pois este afeta o tipo de análise a efetuar, o tamanho da amostra da variável em análise e consequentemente o número de eventos de seca e a intensidade da seca. Quanto menor o intervalo de tempo maior a correlação na série temporal, sendo que intervalos de tempo demasiado pequenos podem conter eventos de seca dependentes, dificultando ou mesmo impossibilitando o recurso a análise estatística (SERRA, 2014, p.4-5)

Historicamente, há provas de secas extensas relacionados a eventos como o El Niño - Oscilação Sul (ENSO), tenha ocorrido na bacia Amazônica em 1.500, 1000, 700 e 400 BP, e tais eventos podem ter sido substancialmente mais graves do que os ocorridos em 1982-83 e 1997-98 (MEGGERS, 1994). O caso mais bem documentado de um evento de seca primitiva na Amazônia ligado ao El Niño ocorreu no período de 1925-26 (STERBERG 1968; 1987, WILLIAMS et al. 2005). As chuvas no centro-norte da Amazônia brasileira e no sul da Venezuela em 1926 foram cerca de 50% inferiores ao normal. Durante essa seca específica, extensos incêndios ocorreram na Venezuela e na área acima da bacia do Rio Negro. Temperaturas do ar anormalmente altas foram registradas nas cidades da Amazônia venezuelana e no norte do Brasil em 1925 e 1926, sendo plausível que a seca na parte norte da

bacia do Rio Negro em 1925 também tenha contribuído para a grande seca de 1926 devido ao esgotamento da umidade do solo (MARENGO, 2004, p.9)

Quando as florestas tropicais secaram, grandes incêndios irromperam na região, destruindo centenas de milhares de hectares de floresta. Tais incêndios produziram grande quantidade de fumaça, que afetou a saúde humana e fechou aeroportos, escolas e empresas. Os impactos ecológicos afetaram a exequibilidade do manejo sustentável da floresta na região, que está atualmente avançado como base promissora para a economia regional (BROWN et al, 2006). Em 1997-98 incêndios associados a uma seca excepcional, causados pelo El Niño devastaram grandes áreas das florestas tropicais no norte e no leste da Amazônia (NEPSTAD et al. 1999). O número de incêndios florestais em 2005 foi cerca de 300% maior do que em 2004, como consequência da ausência de umidade (MARENGO et al. 2008a, b). As causas dessa seca não estavam relacionadas ao El Niño, mas a um Atlântico Norte tropical anormalmente quente. As más condições foram intensificadas durante a estação seca em setembro de 2005, quando a umidade estava mais baixa do que o normal e as temperaturas de 3 a 5°C mais altas do que o normal. Devido à estação seca estendida na região, os incêndios florestais afetaram partes do sudoeste da Amazônia quase 300% maiores. Como consequência dos incêndios, o tráfego aéreo foi afetado, devido ao fechamento do aeroporto internacional de Rio Branco no estado do Acre, na Amazônia ocidental. Escolas e empresas foram fechadas devido à fumaça e muitas pessoas tiveram que ser atendidas nos hospitais devido à inalação de fumaça (MARENGO et al. 2008 a, b; ZENG et al. 2008, COX et al. 2008). Não há estimativas completas do custo dessa seca. Para o estado do Acre, a Defesa Civil calculou um prejuízo comprovado de 87 milhões de dólares apenas com os incêndios, o que representa cerca de 10% do PIB do estado (MARENGO, 2004, p.10).

2.3.1.1 Definição de Seca

O enquadramento do fenômeno da seca, segundo classes de precipitação, tem suas discussões iniciais com Koppen-Geiger (1936), classificando como meses secos, aqueles com precipitações abaixo de 60 mm, úmidos entre 60 a 100 mm e acima de 100 mm, superúmido (PEEL, FINLAYSON e MCMAHON, 2007).

Palmer (1965) define a seca como um período, que este pode ser em meses ou anos, cujo provimento de água no solo é inferior ao valor esperado ou necessário para a região.

Em geral, as secas são designadas em função dos fatores naturais que as causam, tais como: o clima da região, a distribuição espacial e temporal das precipitações, a capacidade de armazenamento de água pelo solo, as flutuações dos lençóis freáticos subterrâneos e a qualidade de água armazenada à superfície ou corrente, o que torna extremamente difícil a formulação de uma definição consensual de seca (SOUZA et al., 2000).

Guedes et al (2012, p.56) explica as dependências das secas e de forma sucinta fala sobre sua ocorrência:

As secas dependem dos sistemas meteorológicos que atuam na região, do relevo e dos fenômenos climáticos de grande escala que influenciam as variáveis que definem o comportamento e a circulação da atmosfera. Muitas regiões do globo estão suscetíveis a ocorrência de secas, principalmente as regiões equatoriais onde a insolação é maior (GUEDES et al., 2012, p.56).

Guedes et al (2012) as análises pontuais ou regionais de valores do índice SPI em diversos postos fornecem informações locais dos impactos de diferentes tipos de seca.

2.3.1.2 Tipos de Seca

Ayoade (1986, p.272-273) traz quatro tipos de secas que podem ser identificadas frente às condições da precipitação ou a quantidade e distribuição destas. Segundo o autor são:

- **Permanente:** não há precipitação suficiente para satisfazer as necessidades hídricas das plantas.
- **Sazonal:** apresenta estações secas e úmidas bem definidas.
- **Contingente:** ocorre em áreas com características subúmidas e úmidas, e a seca ocorre quando as chuvas deixam de cair em determinado período.
- **Invisível:** ocorre sempre que o suprimento de umidade do solo ou das precipitações deixe de ser igual às necessidades hídricas diárias das plantas. Resulta na lenta secagem do solo e modificação da paisagem.

Wilhite e Glantz (1985, p.115):

As definições operacionais tentam identificar o início, a gravidade dos episódios de seca. As estimativas dos impactos potenciais estão incluídas em algumas definições operacionais.

Uma definição operacional, por exemplo, seria uma que comparasse a precipitação diária valores para as taxas de evapotranspiração (ET) para determinar a taxa de umidade do solo esgotamento e expressa essas relações em termos de efeitos de seca

sobre o comportamento da planta em vários estádios de desenvolvimento das culturas. Os efeitos destas condições meteorológicas sobre o crescimento das plantas seria reavaliado continuamente por especialistas agrícolas, a estação progride.

As definições operacionais também podem ser usadas para analisar a frequência, severidade e duração de um dado período histórico. Tais definições, contudo, requerem dados sobre deficiência de humidade diária, mensal ou sazonal ou saídas de rendimento de "normal" (isto é, esperado), a fim de identificar quando a seca ocorreu. Estas definições podem ser calcular as probabilidades de secas de intensidade, duração e características espaciais variáveis (WILHITE e GLANTZ, 1985, p.115).

Pires (2003) em sua dissertação escreve sobre os primeiros efeitos são originados da seca meteorológica, que aponta déficits da precipitação em relação a valores normais, mostrando um desequilíbrio entre a precipitação e a evaporação. Em outro momento há a seca agrícola que reduz a disponibilidade hídrica no solo, que prejudica as culturas existentes. E quando a duração aumenta surge a seca hidrológica, que se relaciona com os níveis médios de água nos reservatórios superficiais, subterrâneos e depleção de água no solo.

Wilhite e Glantz (1985, p.115) traz algumas definições para os tipos de secas, usaram mais de 150 trabalhos que continham definições de seca para elaborar seu artigo *Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions* que servirá de base para as futuras discussões da dissertação, sendo elas a meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica.

A seca meteorológica é definida com base na secura e na duração do período seco, o exemplo deste tipo é um período de determinado número de dias com precipitação menor que a quantidade esperada (WILHITE e GLANTZ, 1985, p.115), desta maneira as definições mudam de acordo com cada localidade do mundo, pois cada pesquisador local entende as necessidades hídricas locais são diferentes como:

- 1) menos de 2,5 mm de precipitação em quarenta e oito horas nos Estados Unidos (BLUMENSTOCK, 1942);
- 2) quinze dias, nenhum dos quais recebeu até 0,25 mm na Grã-Bretanha (BRITISH RAINFALL ORGANIZATION, 1936);
- 3) quando a precipitação anual é inferior a 180 mm na Líbia (HUDSON e HAZEN, 1964);
- 4) a precipitação sazonal real é deficiente em mais do que o dobro do desvio médio na Índia (RAMDAS, 1960); e
- 5) um período de seis dias sem chuva em Bali (HUDSON e HAZEN, 1964) (WILHITE e GLANTZ, 1985, p.116).

As definições de seca agrícola estão condicionadas características dos impactos agrícolas, focando, por exemplo, a escassez de precipitação e elevada evapotranspiração (WILHITE e GLANTZ, 1985, p.118). Desta forma leva-se em consideração a umidade existente no solo para os diferentes estágios de desenvolvimento das culturas.

Ainda segundo WILHITE e GLANTZ (1985, p.118), as definições de seca hidrológica:

Dizem respeito aos efeitos das secas na hidrologia superficial ou subsuperficial, e não com a explicação meteorológica do evento. Por exemplo, Linsley et al. (1975) consideraram a seca hidrológica como um "período durante o qual as vazões são inadequadas para suprir usos estabelecidos sob um determinado sistema de gestão da água" (ver também Dracup (1980)). A frequência e a gravidade da seca hidrológica são frequentemente definidas com base na sua influência nas bacias hidrográficas. As secas hidrológicas estão frequentemente fora de fase com a seca meteorológica e agrícola.

A seca socioeconômica tem características dos outros tipos de secas, porém tem sua expressão na economia, que segundo Wilhite e Glantz (1985, p.119) estão associados com a oferta e demanda de algum bem econômico. Estes problemas como a diminuição do volume de água para as atividades do homem, como agricultura e indústria, e além da demanda para a população como seu estilo de vida e uso da terra.

Santos (1998, p.4) traz outra classificação que é seca urbana que está relacionada a disponibilidade de água nos sistemas de captação de água para abastecimento (escoamento superficial, nível freático e volume armazenado em albufeiras³). Outra forma de classificar a seca, segundo Santos (1998), está relacionada à forma que o método analítico será aplicado quanto a quantidade de estações meteorológicas utilizadas. Quando se utiliza única estação para as análises tem-se uma seca dita como pontual, mas se utiliza mais estações a situação será dita como regional.

2.3.1.3 Impactos da Seca

Segundo Santos (2011, p.1) o fenômeno da seca chama a atenção de diversos pesquisadores, principalmente os ligados a recursos hídricos, devidos aos prejuízos econômicos, sociais e humanos associados ao fenômeno. Outros autores como Bruce (1994), Obasi (1994) e Mishra e Singh (2010) citam os problemas que ocorreram no século XX, como as secas de 1988 nos Estados Unidos da América que gerou prejuízo de US\$ 40 bilhões ao país.

Santos (2011, p.1) salienta que do ponto de vista tecnológico e de planejamento, que:

A tecnologia atual não permite regularizar volumes de chuvas sobre uma dada região, sendo assim, déficits sempre ocorrerão. Para uma boa gestão, portanto, deve-se partir de uma boa caracterização do fenômeno e implantação de medidas que mitiguem a ocorrência de desastres. A relevância de trabalhos nesse sentido está na base da gestão

³ Albufeiras de acordo com o dicionário Priberiam tem origem árabe *al-buhaira* que significa (1) depressão pouco funda, coberta de água, que comunica com o mar quando a maré enche. (2) Lago artificial criado por uma barragem. (3) Represa artificial de águas para irrigação. São lagos ou açudes artificiais que tem sua função armazenar águas.

dos efeitos das secas. Ou seja, é a etapa inicial da gestão, etapa essa em que se questiona o que é a seca em determinado local e como é possível representá-la. Sendo assim, antecipa-se o entendimento das secas como um fenômeno meteorológico, podendo resultar delas impactos, danos ou desastres (SANTOS, 2011, p.1).

Podem comprometer o fornecimento de eletricidade a cidades inteiras, geradas por hidrelétricas, o que pode causar grandes prejuízos econômicos. Períodos de falta de precipitações podem causar graves problemas para a sociedade, além de grande êxodo de populações de regiões inteiras (MARENGO, 2004, p.7).

Por exemplo, o déficit de chuvas durante o verão e o outono de 2001 resultou em uma redução significativa da vazão de toda a região Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, o que reduziu a capacidade de produção de energia hidrelétrica nessas áreas. Gerando aumento de tarifa de energia elétrica e em algumas áreas racionamento de água. Neste verão anormalmente seco e quente, houve excesso de demanda por energia para sistemas de ar-condicionado e refrigeração, causando reduções nos níveis dos reservatórios das usinas hidrelétricas, que atingiram níveis mínimos críticos (5% ou menos do volume total). O déficit generalizado afetou quase o país inteiro, causou crise energética que forçou o governo a impor medidas de conservação de energia para evitar a interrupção total do fornecimento de energia (*blackout*) durante os anos de 2001 e 2002 (CAVALCANTI e KOUSKY, 2004) (MARENGO, 2004, p.8).

Outro exemplo foi a redução da produção nacional de trigo, para seis milhões de toneladas, o melhor resultado desde 2004. Pois a seca atrasou o plantio de trigo em algumas regiões de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e em partes do Paraná, que prejudicou a colheita de inverno, segundo o Ministério da Agricultura (MARENGO, 2004, p.8).

2.3.2 O Fenômeno Climático das Chuvas abundantes

No outro extremo tem-se as chuvas em abundância que provocam prejuízos ambientais e socioeconômicos, chegando ao ponto de retirar vidas de forma rápida – como nos casos de enchentes e deslizamento de encostas.

A análise de tendências mais complexa é a da precipitação extrema, devido ao baixo grau de correlação entre os eventos de precipitação. Assim, estimativas confiáveis de tendências em eventos de precipitação extrema são possíveis somente para regiões com redes densas, que permaneçam estáveis ao longo do tempo. A falta de observações climáticas a longo prazo de

alta qualidade e homogêneas, ou a dificuldade de acesso a bases de dados, muitas das quais nas mãos de instituições governamentais em várias partes da América do Sul, é o maior obstáculo para a quantificação das mudanças extremas (MARENGO, 2004, p.6)

Quando se aplica processos dentro de bacia hidrográfica Oliveira (2014, p.38) explica que:

Os processos que ocorrem numa bacia hidrográfica sofrem forte influência de um dos elementos mais importantes do sistema natural, “a água”, considerada como um agente de interação entre os subsistemas, guardando características, além do subsistema natural, propriedades físico-química das rochas e dos solos, e biológica dos seres vivos. Características dos subsistemas construídos, socioeconômico e produtivo, que podem gerar impactos positivos e negativos ao funcionamento e a qualificação dos sistemas hidrográficos, e por sua vez aos territórios que as englobam. (OLIVEIRA, 2014, p.38)

Historicamente, a variabilidade e os extremos causam impactos negativos sobre a população, aumentando a mortalidade e a morbidade nas áreas afetadas. Eventos climáticos extremos se tornaram mais intensos e/ou mais frequentes durante os últimos cinquenta anos no Sudeste da América do Sul. Eventos de chuva excepcionais ocorreram em meados de dezembro de 1999, causando inundações e deslizamentos ao longo da costa central da Venezuela (MARENGO, 2004, p.6)

A precipitação propicia o aumento do escoamento superficial e da quantidade de sedimentos e demais detritos carregados para os corpos hídricos. Segundo Botelho e Silva (2004, p.168):

A água do escoamento superficial aumentará significativamente o volume de água nos rios durante os eventos chuvosos. Além disso, essa água também será responsável por perdas de solo por erosão, A elevada capacidade de transporte da água poderá carregar toneladas de sedimentos para os canais fluviais, diminuindo a fertilidade dos solos, pois erodem os horizontes superficiais mais ricos em nutrientes e matéria orgânica; assorear e deteriorar a qualidade da água dos rios. (BOTELHO e SILVA, 2004, p.168).

Ainda segundo Marengo (2004, p.7) escreve que a variabilidade do clima e dos eventos extremos tem afetado seriamente o Brasil durante os últimos anos. Como exemplo tem o furacão Catarina provocou enchentes e deslizamentos e fatalidades como as perdas de vidas e econômicas significativas na região Sul do país.

Eventos de enchentes e secas extremas podem causar danos econômicos e ecológicos e, no pior dos casos, colocar vidas em risco. Em geral, muitas atividades econômicas e processos ambientais são altamente dependentes da precipitação. Ocorrências de déficit de precipitação em larga escala, muitas vezes, causam graves efeitos sobre atividades como agricultura, silvicultura, produção hidrelétrica, ecossistemas alagados e vida selvagem. Seus excessos são

muitas vezes benéficos para as atividades anteriormente mencionadas. Entretanto, uma persistência de condições anormalmente úmidas também pode causar graves efeitos, como inundações e atrasos nas colheitas, entre outros. Por isso, os custos econômicos e sociais do aumento dos eventos extremos também podem ser mais altos, e os impactos serão substanciais nas áreas e setores mais diretamente afetados, como agricultura, geração de hidroeletricidade, centros urbanos e biodiversidade (MARENGO, 2004, p.6)

Lucena (2015) em seu trabalho com o método de lacunaridade, em “*Análise de lacunaridade de fenômenos agroambientais*”, mostrou a eficácia do método em identificação das estações seca e chuvosa. Segundo o autor os resultados podem ser úteis em planejamento do uso de recursos hídricos, atividades agrícolas, desenvolvimento de estratégias para diminuir as consequências de fenômenos climáticos extremos (secas e chuvas abundantes) e desastres naturais.

Sobre a associação das chuvas com a urbanização historicamente se tem:

O processo de urbanização no Brasil, nos últimos anos, se deu com o crescimento maior das cidades médias e um crescimento menor das metrópoles. A população urbana brasileira, hoje, é da ordem de 80% contra uma urbanização na década de 40 a 50 abaixo de 40%. O processo de urbanização no Brasil foi, em grande parte, desordenado e falho na previsão da população total. A primeira questão a ser levantada é que o problema da drenagem está muito associado a questão da urbanização (PARKINSON et al, 2003, p.5).

Quando não há planejamento adequado de drenagens nas cidades podem ocorrer ocupações em leitos dos corpos d'água urbanos, que sujeita a população a inundações, principalmente a de baixa renda (PARKINSON et al, 2003, p.5).

Sobre as inundações nas cidades se têm

...podem causar muitos problemas de doenças, especificamente nos locais onde existe uma falta de saneamento básico. Também, as inundações podem provocar surtos de dengue e morte de pessoas que vivem em áreas de risco ambiental, além de aumentar o risco à saúde e poluição dos mananciais. A ocupação inadequada favorece os processos erosivos e deslizamentos de encostas (PARKINSON et al, 2003, p.7).

As enchentes causam enormes desastres econômicos, tanto para pessoas e companhias não seguradas, quanto para pessoas e companhias seguradas e empresas seguradoras. Além disso, as enchentes tiram um grande número de vidas humanas (MARENGO, 2004, p.7).

Outros problemas acabam se associando como:

O acúmulo de resíduos sólidos carreados pelas águas de chuva também pode causar poluição dos rios locais. A má qualidade da limpeza urbana e a falta de conscientização da população tem trazido grandes prejuízos à qualidade da água pluvial escoada para os cursos d'água. É preciso que o manejo dos resíduos sólidos seja executado na fonte. O excesso de lixo é um empecilho para a adoção de reservatórios de retenção, aumenta

os riscos sanitários e o custo de manutenção da rede de drenagem (PARKINSON et al, 2003, p.7)

Outro exemplo foram as tempestades que romperam um trecho do gasoduto entre a Bolívia e o Sul do Brasil, forçando a suspensão de fornecimento de combustível para parte de Santa Catarina e as redondezas do estado do Rio Grande do Sul. Em algumas cidades, houve relato de saques a supermercados e farmácias por parte de vítimas famintas e desesperadas da enchente. Esse evento foi considerado a pior tragédia climática da história da região (MARENGO, 2004, p.7).

2.4 A Importância da Estatística Ambiental para a Compreensão dos Fenômenos de Precipitação

Dada a necessidade da compreensão dos fenômenos de precipitação, e se partindo de método dedutivo proposto por racionalistas como Descartes, Spinoza e Leibniz que apenas a razão é capaz de levar ao conhecimento verdadeiro. Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 27) o método dedutivo é encontrado e aplicado nas ciências da matemática e físicas, que seus princípios posteriormente podem ser enunciados como lei. Com isso se parte a necessidade de utilizar métodos já existentes para verificar as precipitações do município de Três Lagoas/MS.

Serão apresentados métodos de análise que verificam a intensidade, a duração, a frequência, a disponibilidade de água no ambiente e o comportamento findado pela junção da intensidade, duração e frequência.

2.4.1 Análise da Intensidade

As intensidades são usualmente analisadas pela análise exploratória de dados (*Exploratory Data Analysis* - EDA) e representadas pelo gráfico de caixas ou *boxplots*⁴ juntamente como os valores extremos ou *outliers*. A construção de um diagrama de caixas exige que se tenha o valor mínimo (primeiro quartil – Q1), a mediana (segundo quartil – Q2), o terceiro quartil (Q3) e o valor máximo (TRIOLA, 1999, p.52).

⁴ *Boxplots* traduzindo do inglês são gráficos de caixa

Triola (1999, p.52) explica que existem vantagens e desvantagens do uso das caixas ou *boxplots*. As medianas (Q2) revelam uma tendência central, ao passo que os quartis (Q1, Q3 e Q4) indicam a dispersão dos dados, com isso tem-se a vantagem de não serem sensíveis a valores extremos como medidas baseadas na média e no desvio-padrão. Por outro lado, não dão informação tão detalhadas quanto os histogramas ou gráficos ramos-e-folha.

Os valores extremos ou *outliers*⁵ tem como função ou importância relacionada com a distância dos valores, que segundo Triola (1999, p. 52) têm se mostrado fundamental para a verificação de anomalias. Neste possibilita o presente trabalho mostrar momentos ou eventos com anomalias relacionadas às precipitações no município de Três Lagoas/MS.

Antunes (2015, p.62) explica o uso da técnica do *boxplot* e os *outliers* de para a representatividade dos valores e suas respectivas classificações para as precipitações muito fraca (<5%), fraca (entre Vmin e 1º quartil), normal (entre 1º e 3º quartil), forte (entre 3º e Vmax) e muito forte (>95%).

O uso de gráfico de controle possibilita o entendimento do comportamento dos dados mediante a demonstração dos limites superior e inferior - comportamento efetivo - e não no comportamento desejado (TRIOLA, 1999, p. 306). O valor de R para gráfico de controle pode ser calculado pela Equação 1:

$$R = \frac{\sum \text{amplitude}}{n} \quad (1)$$

Kappel e Rodrigues (2008, p.22) explica como funciona a Figura 3:

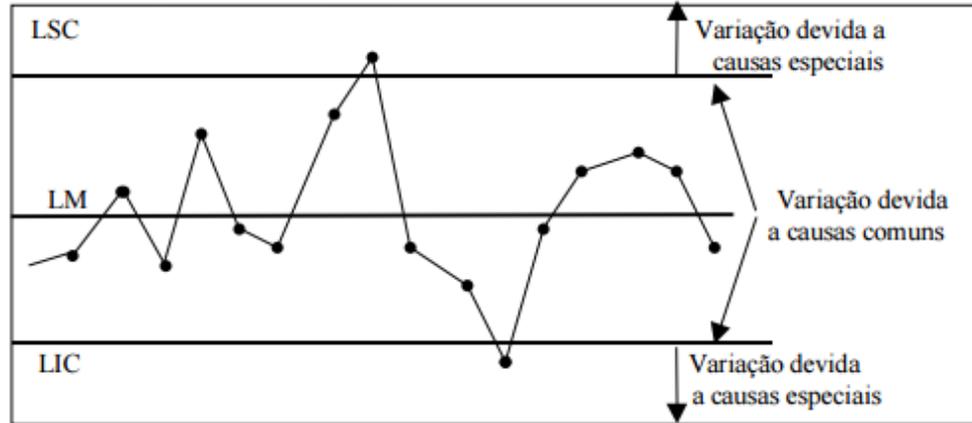
A variação devida a causas especiais está sinalizada por pontos acima do limite superior de controle (LSC) ou abaixo do limite inferior de controle (LIC). As causas especiais de variação devem ser, de modo geral, localizadas e eliminadas. E, além disso, devem-se adotar medidas para evitar sua reincidência. Se nenhuma causa especial é sinalizada pelo gráfico e somente causas comuns estão agindo no processo, diz-se que o processo está em controle. Caso contrário, isto é, se alguma causa especial estiver atuando no processo, tem-se, então, um processo fora de controle.

Outra forma de análise de intensidade está em observar os valores encontrados na série história separar o tempo em recortes temporais discretos e verificação de máximos e mínimos (BLANCO e GODOY, 1967 apud ZAVATINI, 1990). Os autores utilizam a forma de tabela para organizar os recortes temporais de 30, 20 10 e 5 anos e os máximo e mínimos para cada classe. Outra forma de se fazer esta análise é gerar gráficos de pontos ou linha apontando os

⁵ *Outliers* são valores que extrapolam os valores do grupo de dados, que condizem a valores que se afastaram dos demais como anomalias ou contaminantes.

elementos que formam tais vetores, porém estes necessitam de experiência do pesquisador para o desenvolvimento de gráficos mais elaborados.

Figura 3 - Ilustração Esquemática de Leitura do Gráfico R.



Fonte: Kappel e Rodrigues (2008, p.22).

2.4.2 Análise de Duração

A análise de duração está associada ao tempo ou a um intervalo de tempo ou recorte temporal. Segundo Santos (1998, p.5) o intervalo de tempo considerado para a variável condiciona o tipo de análise a ser efetuada, e também o tamanho da amostra de variáveis em análise. Almeida (1981) explica que os períodos de secas não podem ser determinados de imediato, e que ficam dependentes das precipitações que ocorrem nos meses seguintes.

O método chamado *theory of runs* desenvolvido por Mood (1940) traz que o valor em função do tempo, as secas são caracterizadas com base na série em que a sequência de valores inferiores ao limiar da seca, e no caso deste estudo também serve para os limites superiores das chuvas abundantes. O método tem seu tempo medido do início (t_0) e fim (t) da seca ou das altas umidades, e desta se obtém a duração (D), Equação 2.

$$D = t - t_0 + 1 \quad (2)$$

Outro método para análise de duração é o método de agrupamento (*Clusters*) que consiste em classificar em grupos distintos, feita a partir de uma função de agrupamento e de um critério matemático de agrupamento (EVERITT, 1993). O funcionamento dele é descrito por dividir os objetos em k grupos e, a partir da similaridade do valor da média dos atributos numéricos, agrupar os demais objetos em torno destes grupos previamente indicados. O método de

agrupamento coloca próximo os anos ou meses que tem valores semelhantes, para isto utiliza-se a Equação 3:

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2 \quad (3)$$

2.4.3 Análise de Frequência

Quando se trata de pesquisa com o uso de estatística descritiva ou dedutiva que segundo Spiegel (1993, p.2) procura descrever e analisar certo grupo, e neste caso um recorte temporal e espacial. Com isso Spiegel (1993, p.7) explica que o gráfico é a representação geométrica da relação entre as variáveis, que no trabalho serão o tempo e as precipitações. Segundo Crespo (2009, p.30) a representação gráfica de um fenômeno deve a certos requisitos a fundamentais para ser útil como a simplicidade, clareza e veracidade, e Spiegel (1993, p.2) escreve que existe a preocupação com os arredondamentos de dados, pois estes tendem a aumentar e reduzir erros, especial os acumulados.

As distribuições das frequências são organizadas é rol, que representa o arranjo de dados numéricos brutos em ordem crescente ou decrescente de grandeza. Como isso pode-se encontrar a diferença entre o maior e o menor número de rol, e assim denomina-se de amplitude total dos dados (SPIEGEL, 1993, p.39; CRESPO, 2009, p.46). Spiegel (1993, p.39) explica que “o arranjo tabular dos dados por classes, juntamente com as frequências correspondentes é chamado de distribuição de frequências ou tabela de frequências”.

Os dados geralmente são analisados em classes ou categorias, que são determinados pelo número de indivíduos pertencentes a cada uma das classes, as frequências de classes. No trabalho tem seu desenvolvimento em limites reais de classe ou verdadeiros limites da classe (SPIEGEL, 1993, p.41).

A amplitude do intervalo ou comprimento da classe é a diferença entre os limites reais, superior e inferior. O ponto médio é obtido somando-se o limite inferior ao superior e dividindo-se a soma por dois. Uma das formas mais usuais de representar e analisar os dados são o valor central ou a mediana. Segundo Spiegel (1993, p.75) existem outros como os quartis que dividem a amostra em Q1, Q2 (mediana) e Q3, os decis que dividem os dados em dez partes iguais, e os percentis que divide em 100 partes.

O uso de histogramas e polígonos de frequência são duas representações gráficas de distribuição de frequência (SPIEGEL, 1993, p.42). Crespo (2009, p.63) esclarece que “o polígono de frequência acumulada é traçado marcando-se as frequências acumuladas sobre perpendiculares ao eixo horizontal, levantadas nos pontos correspondentes aos limites superiores dos intervalos de classe”.

Triola (1999, p.425-426) escreve sobre os movimentos característicos das séries temporais, que é de grande valor em vários casos, um dos quais é o problema da previsão de movimentos futuros. Os movimentos das séries temporais podem ser classificados em quatro tipos principais, frequentemente denominados componentes de uma série temporal):

1. Os movimentos a longo prazo ou seculares
2. Os movimentos ou variações cíclicas
3. Movimentos ou variações estacionais (ou sazonais)
4. Movimentos irregulares ou aleatórios.

Para a identificação destes movimentos é utilizado alisamento das séries temporais com o uso de uma média móvel de ordem n , que é obtida pela sequência das médias aritméticas. De acordo com Crespo (2009, p.64-65) o uso da curva polida para a representação dos dados obtidos pode ser feito como maneira de representar a curva resultante de um grande número de dados. Este polimento é calculado pela Equação 4.

$$f_{ci} = \frac{f_{i-1} + 2f_i + f_{i+1}}{4} \quad (4)$$

2.4.4 Análises das Precipitações

Quando se inicia esta análise, que é específica para o regimento hídrico ou hidrológico, tem se a preocupação de utilizar ou munir-se de métodos e ferramentas que são já utilizadas para este tipo de estudo. Durante as leituras de métodos foi notado que a maioria dos autores que usam estatística para as precipitações empregam índices, cada um com sua necessidade de dados, recorte temporal, aplicabilidade, vantagens e desvantagens, e além de serem focados em modelagem para verificação de secas. Fato este que ao pesquisar sobre tais índices são facilmente encontrados como “índices de seca”, mesmo que mostrem eventos de chuvas abundantes ou de anomalias chuvosas.

Fernandes et al (2009) descreve no trabalho de índice de quantificação de secas que:

As secas podem ser diagnosticadas, com base em uma série histórica de dados meteorológicos, por meio de índices quantificadores de secas e análises estatísticas. Esses índices diagnosticam os períodos de seca ou umidade em uma área pontual ou regional a partir de equações empíricas. A utilização de índices para quantificar a seca se faz necessária para determinar a intensidade, a duração e a frequência em que essa anomalia ocorre (FERNANDES et al (2009, p.5).

Continuando com Fernandes et al. (2009) foi possível conhecer diversos índices, que podem ser mostrados no Quadro 1. Nota-se que a aplicação de cada índice está relacionada ao tipo de seca que, segundo Wilhite e Glantz (1985), tem sua diferenciação em meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica. Vê-se que nenhum dos índices tem sua aplicação direcionada ao tipo socioeconômica, mas cabe lembrar que todos os tipos de seca dependendo de sua intensidade, duração e frequência tem sua relevância social e econômica.

Blain e Brunini (2007, p. 256) explicam que existem diversos índices, porém os índices de Severidade de Seca de Palmer (PSDI) e o Padronizado de Precipitação (SPI) são os tidos como quantificadores mundialmente mais conhecidos e utilizados. Desta maneira será apresentado o SPI de maneira teórica para que o leitor se integre ao assunto do presente trabalho.

Quadro 1 – Principais Índices de Seca Existentes na Comunidade Científica.

Índice de seca	Dados de entrada	Escala	Aplicação	Prós/Contras
Índice Porcentagem Normal (PN) “Percent of Normal”	P	S, M, A	Meteorológico	Prós: Um simples cálculo efetivo para comparação entre uma única região ou estação. Contras: Desde que a “normal” é uma construção matemática baseada em um número limitado de anos, não pode sempre refletir tendências climáticas.
Decis (D) “Deciles”	P	M	Meteorológico	Prós: Remove algumas fraquezas de aproximação do PN, fornecendo uma medida estatística exata da precipitação. Contras: Exige no mínimo 30 anos de registro de dados.
Índice de Precipitação Padronizada (SPI) “Standardized Precipitation Index”	P	M	Meteorológico	Prós: O SPI pode ser calculado para diferentes escalas de tempo. Possibilita o aviso prévio da seca e ajuda a avaliar a severidade da seca, além de ser menos complexo que o PDSI. Contras: Os valores de SPI são baseados em dados preliminares e podem mudar.
Índice de Anomalia de Chuva (RAI) “Rainfall Anomaly Index”	P	M, A	Meteorológico	Prós: Difere do índice SWSI por adicionar o valor de temperatura. Diferenças entre o RAI e os mais complexos índices de Palmer são insignificantes. Contras: O indicativo de ano seco, nem sempre garante a ausência de cheias em uma região estudada.
Índice de Seca de Bhalme & Mooley (BMDI) “Bhalme & Mooley Drought Index”	P	M, A	Meteorológico	Prós: O índice (Z) de umidade do algoritmo de Palmer foi substituído por um índice mais simples de precipitação mensal calculado somente com dados de precipitação. O índice é eficaz para analisar as regiões tropicais. Contras: Como considera somente os dados de precipitação, não é um bom indicador regional de seca.
Índice de Seca de Bhalme & Mooley Modificado (MBMDI) “Modified Bhalme & Mooley Drought Index”	P, T	D, M, A	Meteorológico, Agrícola	Prós: Melhoria e adaptação do índice BMDI às condições regionais. Sensível à variação da umidade do solo. Contras: O MBMDI, assim como o índice de Palmer, é válido apenas para locais com solos de composições físicas idênticas.
Índice de Severidade de Herbst (HSI) “Herbst Severity Index”	P	M	Meteorológico	Prós: O HSI é uma ferramenta que melhor se aplica em locais que tenham secas de longos períodos, como o nordeste brasileiro. Contras: Como o total de precipitação varia de ano a ano, espera-se que as culturas típicas estejam ajustadas à variabilidade média de precipitação.
Índice de Abastecimento de Água em Superfície (SWSI) “Surface Water Supply Index”	P, QN, FS, R	M	Hidrológico	Prós: O índice supriu elementos hidrológicos que faltaram ao PDSI. Contras: Mudar uma estação de coleta de dados ou as políticas de gerenciamento de água requer que um novo algoritmo seja calculado. O índice é único para cada bacia, o que limita a comparações entre bacias.

Índice de Recuperação de Seca (RDI) “Reclamation Drought Index”	P, T, QN, FS, R	M	Hidrológico	Prós: Como o SWSI, o RDI é calculado à nível de bacia, só que adiciona ao cálculo a variável temperatura. Sua característica principal é esclarecer fatores climáticos e o suprimento de água. Contras: Devido ao fato do índice ser único para cada bacia, as comparações entre bacias são limitadas.
Índice de Umidade da Cultura (CMI) “Crop Moisture Index”	P, T, US	S	Agrícola	Prós: Identifica potenciais secas agrícolas. Contras: Não é eficiente na monitoração à longo prazo da seca.
Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSI) “Crop Water Stress Index”	P, T, US	S, M	Agrícola	Prós: Vários autores enfatizam o uso do CWSI em programas de irrigação e monitoramento de estresse hídrico de culturas em regiões áridas.
Índice de Desvio de Chuva de Lamb (LRDI) “Lamb Rainfall Departure Index”	P	M	Meteorológico	Prós: Uma das principais vantagens desse índice é que todas as séries de precipitação, mesmo apresentando falhas, podem ser usadas na determinação do índice regional.
Índice de Seca Efetiva (EDI) “Effective Drought Index”	P	D	Meteorológico	Prós: O índice é calculado em escala diária e é uma função da precipitação necessária, ou seja, que está faltando para retornar para as condições normais (climatológicas). Os valores de EDI são normalizados, podendo comparar secas de diversas localidades. Contras: Utiliza dados diários de precipitação, muitas vezes esses dados não estão disponíveis para as regiões que se pretende estudar.
Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) “Palmer Drought Severity Index”	P, T, US	M	Meteorológico, Agrícola	Prós: Utiliza um algoritmo para calcular o balanço hídrico e a umidade do solo, baseado na temperatura e precipitação como dados de entrada, além de ser particularmente útil para aplicações agrícolas. Contras: Os valores de Palmer podem não identificar as secas tão facilmente como outros índices.

Abreviaturas: P – Precipitação, T – Temperatura, QN – Quantidade de Neve, FS – Fluxo em Superfície, R – Runoff, US – Umidade do Solo, D – Decendial, S – Semanal, M – Mensal, A – Anual.

Fonte: Fernandes et al (2009, p. 13-14)

2.4.4.1 Índice de Precipitação Padronizada - SPI

O déficit de precipitação possui diferentes impactos na água subterrânea, no armazenamento do reservatório, na umidade do solo e nos escoamentos dos rios. Isso fez com que McKee et al. (1993, 1995) desenvolvessem o Índice de Precipitação Padronizado (SPI). O cálculo de SPI está na Equação 5.

$$SPI = \frac{x_{ij} - \bar{x}_{ij}}{\sigma} \quad (5)$$

Desta forma McKee et. al. utilizaram a Equação 6 – Magnitude de Seca (MS) – para a classificação das secas que resultou no Quadro 2.

$$MS = - \left(\sum_{j=1}^x SPI_{ij} \right) \quad (6)$$

Quadro 2 - Classificação das Secas pelo Método do Índice de Precipitação Padronizada segundo McKee (1993)

SPI	Categoria da seca
0 a -0,99	Seca leve
-1,00 a -1,49	Seca moderada
-1,5 a -1,99	Seca severa
≤ -2,00	Seca extrema

Fonte: McKee et. al (1993).

Esse índice quantifica o déficit de precipitação para múltiplas escalas de tempo que refletem o impacto da seca na disponibilidade de fontes de água. As condições de umidade de solo respondem às anomalias de precipitação em uma escala de tempo relativamente curta.

Agnew (2000) propôs nova forma de classificar as secas, Quadro 3, durante seus estudos sobre as precipitações em Sahelian na região Leste da África. O autor fez as modificações de forma que se torna o método de classificação de secas mais sensíveis, em relação ao desenvolvido por McKee (1993).

Quadro 3 - Classificação das Secas pelo Método do Índice de Precipitação Padronizada segundo Agnew (2000)

SPI	Categoria da seca
> -0,5	Não seco
-1,28 < SPI < -0,84	Seca moderada
-1,65 < SPI < -1,28	Seca severa
-1,65 > SPI	Seca extrema

Fonte: Agnew (2000, p.6).

A forma de calcular sofreu modificação para que sua distribuição normal fosse feita, e segundo o método de máxima verossimilhança de Thom (1966) foi realizada a distribuição gama.

A classificação é feita com base nos limites indicados no Quadro 4, permitindo caracterizar não somente as secas, mas também os períodos mais úmidos. Esse método tem a grande vantagem de padronizar a análise, permitindo comparar regiões totalmente distintas, por exemplo, regiões com climas mais úmidos e chuvosos com regiões mais áridas e secas.

Quadro 4 - Classificação do Índice de Precipitação Padronizada segundo Fernandes (2009).

SPI	Classificação
$\geq 2,00$	Extremamente úmido
1,00 a 1,99	Muito úmido
0,50 a 0,99	Moderadamente úmido
0,49 a - 0,49	Próximo ao normal
-0,50 a - 0,99	Moderadamente seco
-1,00 a -1,99	Muito seco
$\leq -2,00$	Extremamente seco

Fonte: Fernandes et al (2009, p.22).

Quando se comparam os Quadro 4 e Quadro 3 percebe-se que Fernandes et al. (2000) também teve a preocupação da sensibilidade nas classes, principalmente, para as categorias de umidade.

2.4.5 Análise do Comportamento da Intensidade, Duração e Frequência das Precipitações

Desenvolvido por Pearson (1901) o método de análise de componentes principais (*Principal Components Analysis* - PCA) pode realizar relações estatísticas que podem promover este entendimento para a avaliação do comportamento da intensidade, duração e as frequências das precipitações, especialmente das secas e chuvas abundantes, estão relacionadas às correlações e variações existentes entres os valores encontrados para o período analítico. O método estatístico utilizado em diversos estudos meteorológicos é o PCA, para reduzir o número de variáveis originais relacionadas entre si em um pequeno número de novas variáveis linearmente correlacionadas que explicam a maior parte da variância total (BONACCORSO et al., 2003). Consiste na análise de uma matriz de variância/covariância, que contém a variância de um conjunto de dados na sua diagonal principal e a covariância entre esses dados nos outros pontos. O resultado da análise fornece dois parâmetros: cargas fatoriais (correlações), que

correspondem aos autovetores da matriz da PCA e indica a principal direção da variação dos dados, isto é, o modo principal como os dados variam no espaço; e os escores ou Componentes Principais (CP), que indica a variação temporal dos dados para cada modo.

A técnica de PCA tem seu primeiro uso em 1956 por Lorenz, e desde então muitos trabalhos utilizam-no (WILKS, 2005). Existe problemas de autovetores e autovalores que podem ser resolvidos a partir da matriz de covariância como da matriz de correlação. A matriz de correlação garante que dados em diferentes escalas possam ser tratados de forma conjunta, enquanto que a matriz de covariância exige que a escala de variação dos dados seja a mesma (LUZ, 2010, p.50).

Além das formas estatísticas existe a forma de investigar historicamente as precipitações que ocorreram durante a série de estudo. Neste momento, não há preocupação sobre as formas de investigação e catalogação dos assuntos encontrados, mas a busca de artigos relacionados ao tema. Dada a importância da história local que tem suas marcas, logo suas heranças e por ventura o território. Cita-se Christopherson (2012, p.3):

Os geógrafos vêem fenômenos como ocorrendo em espaços, áreas e locais. A linguagem da geografia reflete essa visão espacial: espaço, território, zona, padrão, distribuição, local, localização, região, esfera, província e distância. Os geógrafos analisam as diferenças e semelhanças entre lugares (CHRISTOPHERSON, 2012, p.3)

Nesse ponto há a visão pelo método de análise espacial, porém continuando com Christopherson (2012, p.3): “A geografia é eclética, integrando uma ampla gama de assuntos assunto de diversos campos; praticamente qualquer assunto pode ser examinado geograficamente”.

Segundo Drew (2002) afirma que os fenômenos naturais, tais como os ecológicos e humanos, são dinâmicos por natureza e definição. Os estudos sobre o clima devem obrigatoriamente desenvolver a prática da compreensão sistêmica dos fatos geocientíficos, que devem ser compreendidos tanto ao nível estatístico-preditivo, quanto dinâmicos (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

3 METODOLOGIA

Seguindo as orientações da Organização Meteorológica Mundial (OMM) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que para ter representação temporal para normal climática, orienta que se deve utilizar dados de series históricas climáticas de no mínimo 30 a 35 anos (OMM, 1989; INMET, 2010, 2017). Esta normal calculada recebe a denominação de *normal provisória*, pois não foram calculadas por agências governamentais. No entanto, no decorrer do trabalho terá sua denominação mais simples de *normal*.

3.1 Obtenção dos Dados de Precipitação do Município de Três Lagoas/MS

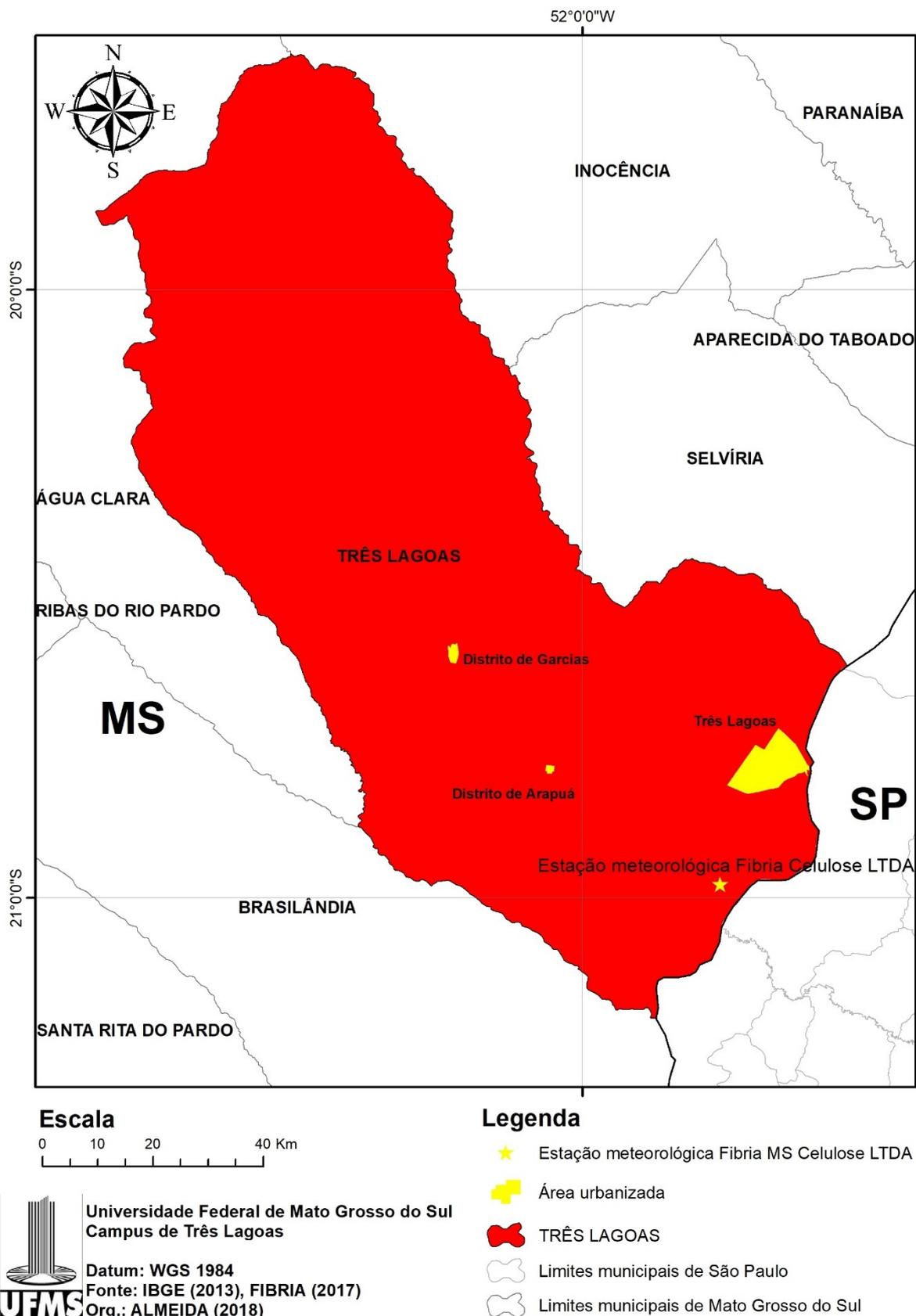
Os dados de precipitação foram buscados em diversos órgãos do governo como INMET e Agência Nacional de Águas (ANA) e se verificou a necessidade de tratamento estatístico para completar falhas de dados na série histórica climática. Quando procurado em entidades privadas teve-se a série histórica sem falhas e sem necessidades de correções ou preenchimentos.

A empresa Fibria MS Celulose Ltda. tem em seu viveiro de mudas, situado entre as coordenadas 20° 58' 42'' S e 51° 46' 30'' W, **Figura 4**, a estação meteorológica que apresentava série mensal interrupta referente ao período de 1983 a 2015. Devido ao ritmo desta série foi adotada para o trabalho. Com isso tem a base de dados de precipitação mensal resultando em 396 valores organizados no Quadro 21 (ANEXO - Anexo 1- Dados brutos).

3.2 Índice de Precipitação Padronizada (SPI)

Foi utilizada linguagem de programação R para o cálculo do método de precipitação padronizada seguindo as orientações de McKee et al. (1993, 1995) com uso da distribuição gama de Thom (1966), porém a classificação utilizada foi a de Fernandes et. al. (2009) contido no Quadro 4 que tem sete classes e colocada cores para melhor entendimento da tabela com os resultados, apresentando-se assim: extremamente úmido (azul escuro), muito úmido (azul), moderadamente úmido (azul claro), próximo ao normal (sem cor), moderadamente seco (amarelo), muito seco (alaranjado) e extremamente seco (vermelho).

Figura 4 – Mapa de localização da estação meteorológica Fibria Celulose Ltda.



3.3 Análise Estatística

3.3.1 Análise de Intensidade

A produção gráfica de *boxplot* foi a primeira forma de analisar as intensidades dos eventos de precipitação no município de Três Lagoas para o período de 1983 a 2015, visto que nesta técnica as anomalias com base estatística são apontadas pelos *outliers*.

Foi utilizado o pacote estatístico da linguagem R denominado de “qcc” que tem como função a elaboração do gráfico de controle R de Shewhart de 1924. Este pacote foi elaborado pelo Luca Scracca (2004) e atualmente está na versão 2.6.

O uso da tabela descrita por Godoy e Blanco (1967) no trabalho de Zavattini (1990), teve adaptação devido a existência de três anos a mais na série temporal que seria necessária – a tabela faz o uso de apenas 30 anos para a análise.

3.3.2 Análise de Duração

A análise de duração foi realizada pelos métodos de *clusters* (EVERITT, 1993) com a construção de dendrogramas que apresentam as características ou valores agrupados pelas distâncias euclidianas de maneira que os anos e os meses possam indicar pelas suas dissimilaridades o comportamento das precipitações.

Munindo-se de uma análise mais rítmica dos eventos o método desenvolvido por Mood (1940), teoria das corridas (*theory of runs*), proporcionará o entendimento do tempo de duração em meses do fenômeno climático das chuvas no município de Três Lagoas/MS no período de 1983 a 2015.

3.3.3 Análise de Frequência

A análise da frequência se mostra fundamental para que se verifiquem movimentos ciclos ou mesmo periódicos de eventos que por ventura podem ser antecipados e planejados pelos gestores locais. Neste contexto, a dissertação contribuirá com banco de dados, tratados estatisticamente e analisados, com proposições de intervenções preventivas.

3.3.4 Análise do Comportamento da Intensidade, Duração e Frequência das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015, pelo Método de Componente Principal.

Como forma de verificar os métodos desenvolvidos, busca-se o histórico de eventos precipitações no município de Três Lagoas/MS no período de 1983 a 2015, principalmente os eventos mais extremos como as secas e chuvas abundantes. O método estatístico de componente principal (PCA) utilizado por Lorenz (1956) foi desenvolvido por Pearson (1901) nos dados de precipitação e nos resultados dos cálculos do índice de precipitação padronizada (SPI).

3.4 Coleta de Informações Históricas sobre Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

Este método coleta de informações relevantes ao tema tratado na pesquisa vem de encontro com as discussões dos eventos que aconteceram retirando as informações de jornais locais, sites oficiais da gestão municipal e artigos e teses. Desta forma a organização de trechos de artigos proporcionam evidências históricas que desenvolvem mudanças na ciência, principalmente, nas instituições que poderá gerar sentido e a partir disso gerar identidades e relações com o mundo (BROTHMAN, 1999 apud BARROS, 2010, p. 20). A organização foi feita por data cronológica em quadros mantendo a maior fidelidade das notícias e suas imagens veiculadas.

3.5 Discussão sobre Possíveis Projetos e Ações para Eventos de Precipitação no Município de Três Lagoas/MS

Como forma de contribuir para a melhoria da comunidade local serão mostrados alguns projetos e ações simples e de baixo custo que podem ser implantados no município para antecipar e prevenir problemas relacionados às precipitações, como as secas e as chuvas abundantes. No tocante dos recursos hídricos Tucci (1998, p.407) explica que o planejamento e dimensionamento de obras hidráulicas envolve a utilização de diferentes modelos em várias etapas como um auxiliar valioso para de definição do projeto e planejamento de ações. Desta

forma se espera contribuir para o conhecimento das precipitações no município de Três Lagoas/MS.

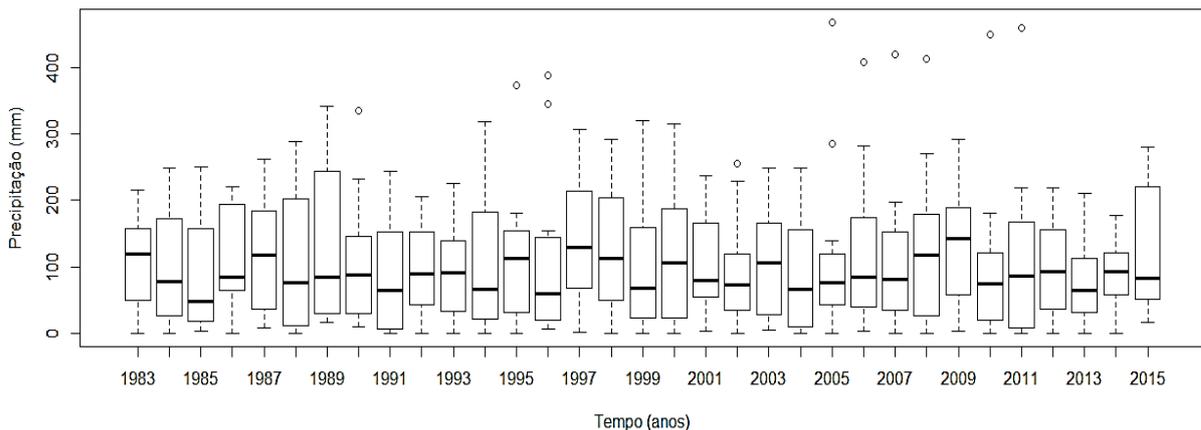
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são discutidas as análises das precipitações do município de Três Lagoas/MS, no período de 1983 a 2015 e os resultados dos cálculos do índice de precipitação padronizada (SPI) e suas estatísticas. Foram divididas em quatro análises: intensidade, duração, frequência e componente principal (PCA). Essa última análise faz as relações das três primeiras em sua matriz de covariância bidimensional.

4.1 Análise da Intensidade das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015

O comportamento da intensidade foi realizado, partindo-se do geral para o particular, ou seja, da análise anual para a mensal, com isso inicia-se com análise empírica anual via *boxplot*, Figura 5, que mostra a variação da intensidade das chuvas no período de 1983 a 2015. Cabe salientar que os pontos que fogem das caixas são os *outliers* que representam as anomalias pluviométricas, ocorridas neste período. As chuvas abundantes marcadas por anomalias, ocorreram nos anos de 1990, 1995, 1996, 2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010 e 2011.

Figura 5 - Distribuição Empírica das Precipitações Anuais do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.

Organização: autor

Na série histórica de 1983 a 2015, as precipitações totais anuais, no município de Três Lagoas/MS, apresentaram grande variação (variabilidade) em torno da média, que é de 1302,4mm, além de anomalias, sendo mensurado o extremo de precipitação anual, de

1.683,2mm, em 1997 e o extremo de seca, com apenas 934,97mm, em 2013, perfazendo uma amplitude de 748,23mm. Porém, nos 33 anos, 17 anos se registrou precipitações totais, inferiores à média, que em 2015 era de 1302,4 mm, os anos com menores totais anuais foram, 1991, com 978,9mm e 2013, com 934,97mm. E superiores à média, foram 16 anos, com as maiores concentrações anuais de precipitações nos anos de 1997, com 1683,2 mm e 2009, com 1613,7 mm.

A Tabela 1 foi elaborada para melhor entendimento da diferença entre a quantidade das chuvas e a distribuição das chuvas ao longo do ano. O ano de 1990 foi um ano muito próximo à normal, com o montante de precipitação anual de 1300,50mm, apesar do mês de janeiro, ter sido bem superior à normal para este mês, registrando 334,70mm. A média do ano foi 108,38mm, porém sua mediana foi de 87,55mm mostrando que neste ano, teve sua intensidade alterada pela anomalia climática.

Os anos de 1995 e 1996 tiveram suas precipitações anuais em torno de 1372,60mm e 1359,40mm, respectivamente. Quando se observa o ano de 1996 chama a atenção para mediana de 60,25mm que comparada à média dá quase a metade do valor, dada as variações que ocorreram no durante o ano.

Em 2002 a mediana foi de 73,25mm resultado de junho sem precipitação, mas janeiro, fevereiro e maio com chuvas moderadas e abundantes. No período de 2005 a 2011 houve elevadas precipitações resultado de anomalias climáticas. As distribuições de chuvas de 2005 foram muito ruins, devido sua não uniformidade, sendo o mês de janeiro (468,1mm) - acima da média anual (118,77mm), porém sua mediana (77,1mm) mostra que não tiveram muitas chuvas – vide Figura 6 para observação das precipitações do ano.

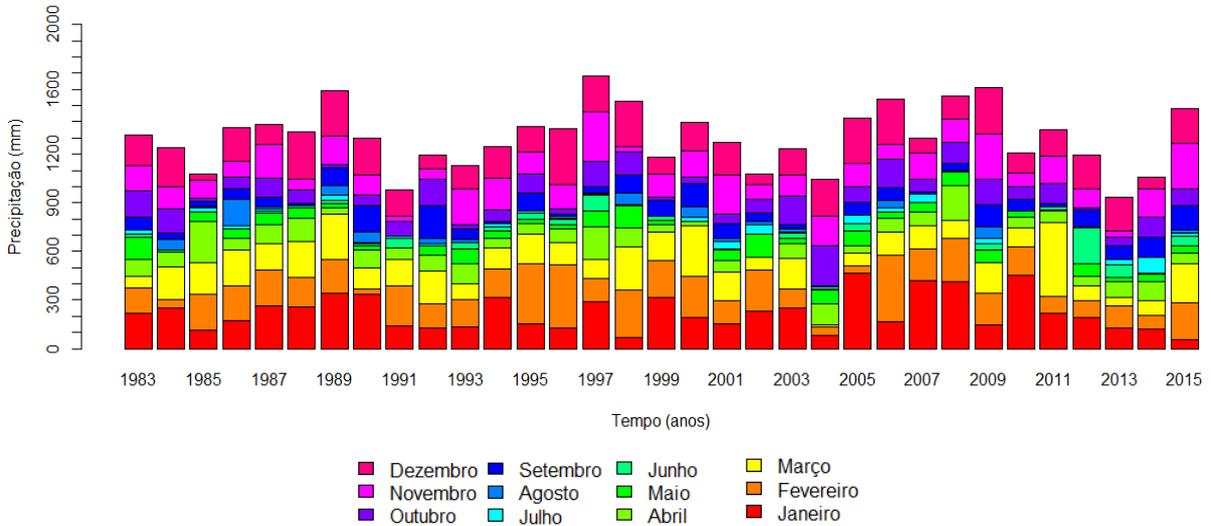
Em 2006 o mês que teve sua anomalia foi fevereiro com 407,2mm de precipitação que resultou no acumulado do ano em 1542,60mm – com isso só o mês de fevereiro contribuiu com 26,4%. As anomalias de janeiro retornaram em 2007, 2008 e 2010 com respectivas as precipitações de 418,5, 412,5 e 449,7mm. O espaço temporal de 2009 teve sua precipitação anual em 1613,70mm com chuvas “melhores” distribuídas ao longo dos meses do ano. Quando se observam as quantidades de chuvas anuais não é possível notar que o município passa ou passou por períodos de precipitação escassas ao ponto de as vezes não chover em alguns meses com nos meses de junho, julho e agosto. Desta forma a constituição da Figura 6 implica na distribuição intrano das precipitações, que mais a diante serão tratadas as análises mensais com forma estatísticas.

Tabela 1 - Estatística básica das precipitações anuais do município de Três Lagoas/MS, no período de 1983 a 2015.

Mês	Soma	Média	Desvio	Mediana
1983	1318,10	109,84	70,30	118,85
1984	1239,20	103,27	90,01	78,90
1985	1076,40	89,70	88,27	49,15
1986	1365,40	113,78	78,19	84,40
1987	1381,70	115,14	85,79	118,00
1988	1336,40	111,37	104,17	77,20
1989	1592,30	132,69	119,38	85,30
1990	1300,50	108,38	97,71	87,55
1991	978,90	81,58	80,85	64,25
1992	1192,10	99,34	69,81	89,25
1993	1131,20	94,27	67,99	91,65
1994	1245,30	103,78	98,54	65,95
1995	1372,60	114,38	102,17	113,65
1996	1359,40	113,28	129,60	60,25
1997	1683,20	140,27	101,07	130,25
1998	1524,50	127,04	102,82	113,00
1999	1179,00	98,25	100,96	68,45
2000	1398,70	116,56	105,79	105,75
2001	1273,10	106,09	75,16	80,25
2002	1079,90	89,99	81,77	73,25
2003	1230,50	102,54	79,88	106,50
2004	1047,20	87,27	90,78	67,05
2005	1425,20	118,77	131,36	77,10
2006	1542,60	128,55	118,28	85,35
2007	1299,10	108,26	116,03	81,55
2008	1560,50	130,04	122,61	118,00
2009	1613,70	134,48	93,19	142,15
2010	1209,90	100,83	122,85	75,45
2011	1351,53	112,63	132,55	86,18
2012	1197,05	99,75	75,90	93,47
2013	934,98	77,91	58,74	65,53
2014	1060,57	88,38	51,66	93,09
2015	1436,42	119,70	93,80	67,31

O ano que encerra as análises, 2015, teve sua precipitação acumulada em 1436,42mm, que por uma análise superficial torna-o um ano que choveu acima da média (1302,4mm), mas ao observar sua mediana de 67,31mm nota-se que o ano teve grandes variações nos meses. Nesse caso janeiro choveu muito pouco e os meses de fevereiro, março e novembro tiveram grandes volumes que tornaram o ano com o acumulado acima da média.

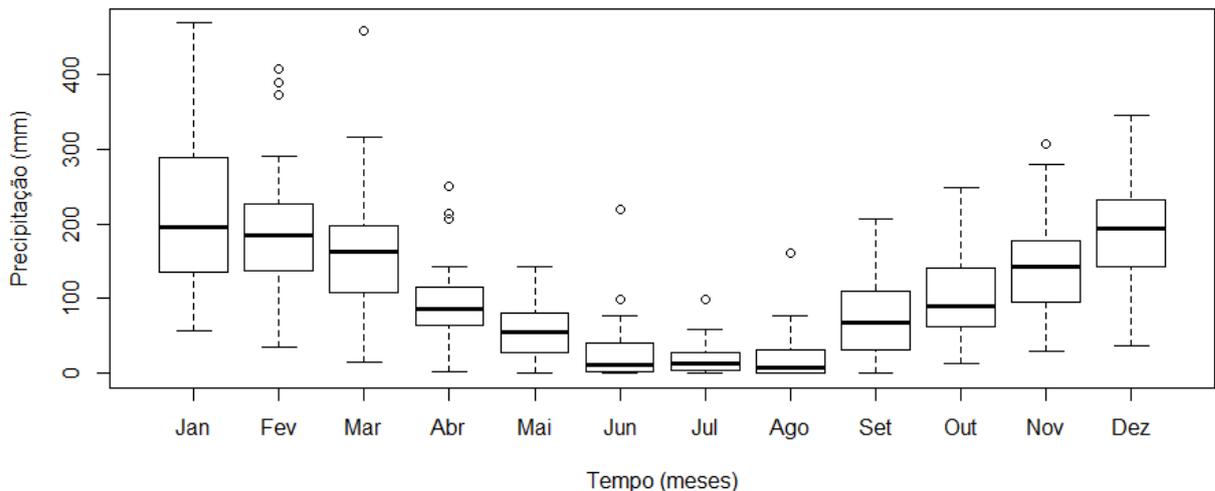
Figura 6 – Comportamento Rítmico da Precipitação Mensal do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.
Organização: autor

Quando se inicia a análise mensal de *boxplot*, aponta-se os meses de fevereiro, março, abril, junho, julho, agosto e novembro que tiveram grandes anomalias de chuvas abundantes. Porém os meses com comportamento estatístico, com menores precipitações, foram junho, julho e agosto que tiveram eventos extremos em junho/2012 (219,46mm), julho/2014 (98,80mm) e agosto/1986 (160,70mm).

Figura 7 - Distribuição Empírica das Precipitações Mensais no Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.
Organização: autor

As anomalias podem ser contadas pela presença dos *outliers*, que fevereiro e abril tiveram três cada e em março ocorreu a maior das anormalidades – março/2011 (458,5mm).

Quando se observa as medianas da Figura 7, os traços mais escuros, verifica-se que agosto é o mês com a menor quantidade de chuvas e utilizando como acessório a Tabela 2 confirma tal descrição. Se fosse utilizado como critério a média, teria como resultado o mês de julho como o de menor precipitação.

Em outro extremo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, concentraram elevada pluviosidade, em relação aos demais meses, classificando o comportamento médio anual, de 1983 a 2015, segundo Koppen, na classe Aw, ou seja, verão chuvoso e inverno seco. Porém o mês de janeiro tem seu desvio padrão muito alto 110,91mm, apontando grandes anomalias, que deve receber atenção especial, pelo planejamento, de atividade que dependem de valores precisos de precipitações e que as chuvas abundantes podem provocar fortes erosões Tabela 2.

Tabela 2 -- Estatística Básica das Precipitações Mensais no Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

Mês	Soma	Média	Desvio	Mediana
Janeiro	7327,60	222,05	110,91	195,70
Fevereiro	6217,76	188,42	93,08	184,50
Março	5433,03	164,64	85,76	162,70
Abril	3035,59	91,99	54,47	85,40
Mai	1860,90	56,39	37,29	54,40
Junho	912,20	27,64	42,47	11,00
Julho	656,85	19,90	21,88	13,70
Agosto	789,65	23,93	35,34	7,50
Setembro	2434,10	73,76	50,88	67,50
Outubro	3206,46	97,17	56,58	85,70
Novembro	4843,94	146,79	68,54	142,70
Dezembro	6219,06	188,46	76,43	194,00

Quando se realiza o gráfico R das precipitações, Figura 8, nota-se que não existem anormalidades nos dados, ou seja, não há fuga das projeções de limites superior e inferior mesmo que o desvio padrão da série foi de 91,61133. Sobre os extremos de precipitação observa-se que 2005 a 2008, 2010 e 2011 tiveram elevados valores, e logo os de menor precipitação ocorreram em 1983, 1986, 1992, 2012 a 2014.

A Tabela 3 traz a análise dos fenômenos extremos, maior e menor, por períodos discretos de 30, 20, 10 e 5 anos que mostra que janeiro/2005 foi a maior precipitação da série de estudo com 468,10mm, e a segunda em março/2011 com 458,46. No entanto as menores precipitações foram muitas com valor zero, ou seja, sem chuvas. Os meses que tiveram seu apontamento principalmente foram junho, julho e agosto, e eventualmente maio (no ano de 2000) e setembro (em 1991). Quando se estreita a linha de análise, vide 5 anos, tem se o nítido

aumento das maiores precipitações e no final voltou a diminuir, e esta foi quase pela metade da máxima. Desta forma observa-se que as máximas podem apresentar períodos que serão tratados mais a diante na seção de análise de frequência.

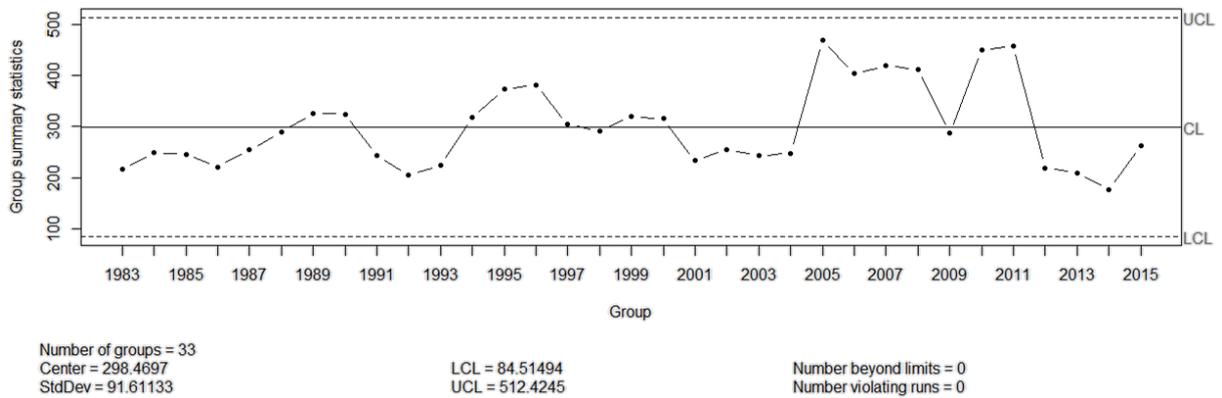
Tabela 3 – Análise das Precipitações Extremas do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015

Período analítico		Precipitações	
		Maior	Menor
30 anos	1983-2013	468,10 (jan/2005)	0,00 (ago/1983, jun/1984, jul/1984, jun/1986, jul/1988, ago/1988, ago/1991, set/1991, jun/1992, jul/1993, ago/1994, ago/1995, jun/1998, jul/1999, ago/1999, mai/2000, jun/2000, jun/2002, ago/2004, ago/2005, jun/2007, jun/2008, jul/2008, jul/2010, ago/2010, ago/2012)
	1983-2015*		0,00 (ago/1983, jun/1984, jul/1984, jun/1986, jul/1988, ago/1988, ago/1991, set/1991, jun/1992, jul/1993, ago/1994, ago/1995, jun/1998, jul/1999, ago/1999, mai/2000, jun/2000, jun/2002, ago/2004, ago/2005, jun/2007, jun/2008, jul/2008, jul/2010, ago/2010, ago/2012, ago/2014)
20 anos	1983-2003	387,90 (fev/1996)	0,00 (ago/1983, jun/1984, jul/1984, jun/1986, jul/1988, ago/1988, ago/1991, set/1991, jun/1992, jul/1993, ago/1994, ago/1995, jun/1998, jul/1999, ago/1999, mai/2000, jun/2000, jun/2002)
	1995-2015*	468,10 (jan/2005)	0,00 (ago/1995, jun/1998, jul/1999, ago/1999, mai/2000, jun/2000, jun/2002, ago/2004, ago/2005, jun/2007, jun/2008, jul/2008, jul/2010, ago/2010, ago/2012, ago/2014)
10 anos	1983-1993	342,30 (jan/1989)	0,00 (ago/1983, jun/1984, jul/1984, jun/1986, jul/1988, ago/1988, ago/1991, set/1991, jun/1992)
	1993-2003	387,90 (fev/1996)	0,00 (jul/1993, ago/1994, ago/1995, jun/1998, jul/1999, ago/1999, mai/2000, jun/2000, jun/2002)
	2003-2013	468,10 (jan/2005)	0,00 (ago/2004, ago/2005, jun/2007, jun/2008, jul/2008, jul/2010, ago/2010, ago/2012)
	2003-2015*	468,10 (jan/2005)	0,00 (ago/2004, ago/2005, jun/2007, jun/2008, jul/2008, jul/2010, ago/2010, ago/2012, ago/2014)
5 anos	1983-1988	262,70 (jan/1987)	0,00 (ago/1983, jun/1984, jul/1984, jun/1986)
	1988-1993	342,30 (jan/1989)	0,00 (jul/1988, ago/1988, ago/1991, set/1991, jun/1992)
	1993-1998	387,90 (fev/1996)	0,00 (jul/1993, ago/1994, ago/1995)
	1998-2003	319,30 (jan/1999)	0,00 (jun/1998, jul/1999, ago/1999, mai/2000, jun/2000, jun/2002)
	2003-2008	468,10 (jan/2005)	0,00 (ago/2004, ago/2005, jun/2007)
	2008-2013	458,46 (mar/2011)	0,00 (jun/2008, jul/2008, jul/2010, ago/2010, ago/2012)
	2013-2015*	269,75 (nov/2015)	0,00 (ago/2014)

* adaptação do autor

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.

Elaboração: autor

Figura 8 - Gráfico R das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, Período de 1983 a 2015.

Quando se realiza os cálculos para a verificação das normais mensais provisórias se obtém resultados que divergem de dados oficiais realizados no período de 1961 a 1991, pelo IBGE e que constitui a norma climática oficial para o município, Tabela 4. Neste ponto o uso da normativa da OMM (1989) que possibilita o cálculo de normais ditas provisórias se fazem interessantes para a realização e discussões do objeto de pesquisa. Nota-se pelo valor médio das precipitações ao longo da série histórica de 1983 a 2015 e da série das normais de 1961 a 1990, que mesmo nos meses mais secos do inverno, em nenhum mês a precipitação foi zero.

Tabela 4 - Valor das Normais Mensais de Precipitação do Município de Três Lagoas/MS

Mês	1961 a 1990 (mm)	1983 a 2015 (mm)	Diferença em relação normal oficial (mm)
Janeiro	216,6	222,05	5,45
Fevereiro	168,7	188,42	19,72
Março	133,2	164,64	31,44
Abril	75,5	91,99	16,49
Mai	59,6	56,41	-3,19
Junho	35,5	27,64	-7,86
Julho	29,1	19,90	-9,2
Agosto	21,0	23,93	2,93
Setembro	61,0	73,76	12,76
Outubro	126,4	98,12	-28,28
Novembro	146,7	147,09	0,39
Dezembro	197,6	188,46	-9,14

Fonte: IBGE (2017); Fibria MS Celulose Ltda. (2015)

Org.: o autor

4.1.1 Análise da Intensidade das Precipitações, segundo o Índice de Precipitação Padronizada (SPI), do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

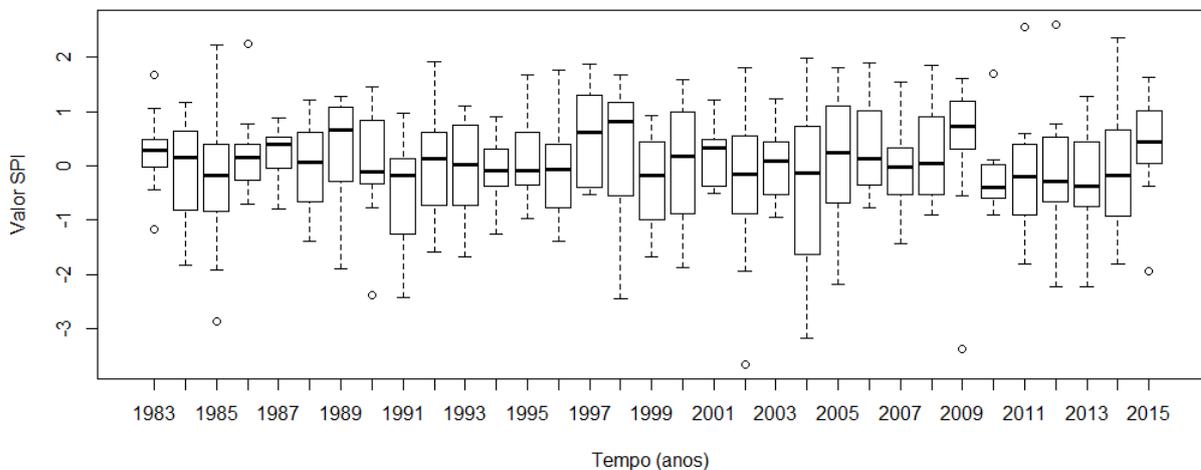
Os resultados apontados na Tabela 5 são produto de análise mensal pelo método do índice de precipitação padronizado (SPI), cabe lembrar que o SPI permite a realização de agrupamentos de meses, porém não foram usados neste trabalho. Os valores foram organizados com cores para facilitar a leitura das classificações pelo método SPI.

Verifica-se que o município de Três Lagoas/MS no período de 1983 a 2015, segundo o SPI e classificado segundo Fernandes (2009), teve diversos episódios de seca extrema totalizando dez com o mais seco o abril/2002 com $-3,657^6$, e no outro extremo de chuvas abundantes se tem cinco meses sendo o maior junho/2012 (2,606).

Uma situação que chama a atenção está relaciona aos meses que anteriormente foram tidos como meses com baixa precipitação como junho, julho e agosto que pelo SPI não tem seus resultados apenas com valores negativos. Com isso nota-se que a distribuição gama influência muito e faz diferença para as classificações de eventos de clima para as precipitações.

Os resultados do índice SPI quando analisados pelo *boxplot*, Figura 9, verifica-se a existência de diversos *outliers*, que mostram as anomalias para os eventos de secas foram apontados dos anos de 1983, 1985, 1990, 2002, 2009 e 2015, e na outra extremidade os eventos de chuvas abundantes nos anos de 1986, 2010 a 2012. Os casos extremos de seca, menor ou igual a $-2,0$ são observados em dezembro/1985, novembro/1991 e abril/2002, enquanto que os casos de extrema umidade em agosto/1986, março/2011 e junho/2012.

Figura 9 - Distribuição pelo Índice SPI do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



⁶ Os valores para o índice de precipitação padronizada (SPI) são adimensionais, ou seja, não apresentam unidade de medida.

Tabela 5 - Resultados do Índice de SPI Mensal para o Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jan	0,121	0,397	-0,930	-0,254	0,505	0,445	1,067	1,017	-0,629	-0,769	-0,700	0,907	-0,524	-0,761	0,694	-1,649	0,914	-0,063	-0,502	0,231	0,389	-1,440	1,804	-0,350	1,530	1,496	-0,542	1,704	0,146	-0,100	-0,808	-0,880	-1,945
Fev	-0,186	-1,821	0,449	0,394	0,521	0,130	0,376	-2,366	0,694	-0,281	-0,043	-0,018	1,669	1,769	-0,308	1,085	0,547	0,753	-0,359	0,793	-0,675	-1,911	-2,175	1,892	0,268	0,922	0,249	0,084	-0,922	-0,845	-0,423	-1,157	0,544
Mar	-1,163	0,536	0,537	0,766	0,150	0,766	1,273	-0,264	0,192	0,589	-0,762	-0,258	0,355	-0,217	-0,486	1,182	0,306	1,580	0,342	-1,072	0,450	-3,163	-1,090	-0,025	-0,099	-0,581	0,379	-0,430	2,554	-0,926	-1,709	-0,972	0,947
Abr	0,420	0,263	2,215	-0,241	0,638	0,986	-1,017	0,508	-0,189	0,282	0,745	-0,379	-0,230	0,142	1,774	0,609	-1,063	-1,741	-0,265	-3,657	0,252	0,806	-0,950	-0,003	0,074	1,849	-3,372	-0,384	-0,223	-0,489	0,319	0,692	-0,368
Mai	1,665	-1,354	0,325	0,359	0,536	0,464	-0,752	-0,760	-1,874	0,193	0,867	-0,160	-0,974	-0,760	1,060	1,675	-0,555	-1,876	0,443	1,808	-0,522	0,800	1,042	-0,350	0,159	0,875	0,626	-0,376	-1,805	0,772	-0,704	-0,094	-0,086
Jun	0,276	-0,699	-0,365	-0,699	-0,122	-0,062	0,160	-0,024	0,971	-0,699	0,737	0,404	0,773	0,531	1,534	-0,699	0,338	-0,699	-0,371	-0,699	0,521	-0,082	0,764	-0,377	-0,699	-0,699	0,724	-0,409	0,286	2,606	1,271	-0,243	1,057
Jul	0,534	-0,908	0,331	0,224	0,014	-0,908	0,881	-0,192	0,004	0,081	-0,908	0,130	-0,260	-0,431	-0,517	-0,390	-0,908	0,503	1,202	1,510	-0,525	-0,192	1,439	0,621	1,357	-0,908	0,731	-0,908	-0,879	-0,308	0,675	2,355	0,154
Ago	-0,431	1,163	-0,014	2,255	0,278	-0,431	1,094	1,180	-0,431	0,636	0,320	-0,431	-0,431	0,088	-0,220	1,370	-0,431	1,249	0,359	0,320	0,432	-0,431	-0,431	0,860	-0,337	-0,038	1,360	-0,431	-0,199	-0,431	-0,336	-0,431	0,418
Set	0,348	-0,464	-0,730	0,097	-0,082	-1,386	0,851	1,449	-1,876	1,912	0,105	-1,257	0,860	-1,378	-0,495	0,804	0,627	1,243	0,530	-0,236	-0,957	-1,816	0,253	0,253	-1,265	-0,350	1,143	0,111	-1,369	0,648	0,464	0,955	1,303
Out	1,056	0,897	-1,925	-0,256	0,511	-0,009	-1,892	-0,417	0,071	1,044	-1,666	-0,357	0,449	-1,357	1,009	0,830	-1,675	-1,080	-0,463	-0,077	1,228	1,982	0,249	1,312	-0,159	0,649	1,000	-0,042	0,591	-2,228	-0,679	0,624	0,260
Nov	0,282	0,053	-0,328	-0,651	0,891	-1,218	0,491	-0,219	-2,423	-1,259	1,097	0,800	0,035	0,266	1,875	-2,436	0,101	0,336	1,220	-0,670	-0,072	0,626	0,048	-0,781	0,392	0,148	1,617	-0,897	0,497	-0,241	-2,218	0,554	1,634
Dez	0,181	0,727	-2,853	0,413	-0,785	1,219	1,171	0,645	-0,168	-1,574	-0,476	0,210	-0,247	1,711	0,539	1,143	-1,219	0,027	0,329	-1,938	-0,232	0,635	1,178	1,153	-1,432	-0,489	1,244	-0,776	-0,195	0,404	0,407	-1,804	0,453

Cor	SPI	Classificação
	≥ 2,00	Extremamente úmido
	1,00 a 1,99	Muito úmido
	0,50 a 0,99	Moderadamente úmido
	0,49 a - 0,49	Próximo ao normal
	-0,50 a - 0,99	Moderadamente seco
	-1,00 a -1,99	Muito seco
	≤ -2,00	Extremamente seco

Quando forma apontados estes casos extremos pelos *outliers* se discuti que existem outros eventos extremos que não foram citados, mas não foram dados como anomalias estatísticas e as outras anomalias que não foram extremas como as que ocorreram em 1983, 2010 e 2015. As diferenças intrano são notadas na situação que existem anos que tem estabilidade discreta como no ano de 1986, e outros que passam de extremo seco a extremo úmido com níveis sérios como em 2002 e 2012. Quando existe estas grandes oscilações de amplitude a cidade necessita de planejamento adequado para suprir as carências de água e como também coletar/amortecer/dissipar a quantidade de chuvas que caem sob a superfície. Sobre as chuvas nesses períodos geralmente são acompanhadas de ventos fortes, causando o fenômeno das tempestades (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Tabela 6 – Estatística Básica dos Índices de Precipitação Padronizada Mensais no Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

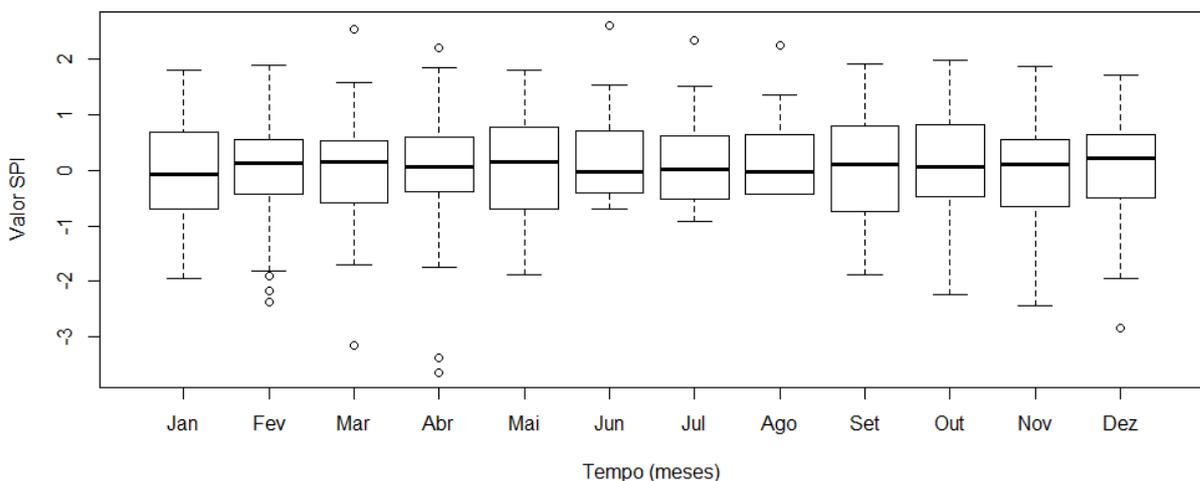
	Soma	Média	Desvio	Mediana
1983	3,1028	0,2586	0,7033	0,2786
1984	-1,2113	-0,1009	0,9418	0,1577
1985	-3,2892	-0,2741	1,2861	-0,1713
1986	2,4081	0,2007	0,7863	0,1608
1987	3,0546	0,2546	0,4509	0,3917
1988	-0,0048	-0,0004	0,8472	0,0604
1989	3,7032	0,3086	1,0123	0,6709
1990	0,5578	0,0465	1,0304	-0,1084
1991	-5,6573	-0,4714	1,0595	-0,1782
1992	0,1543	0,0129	0,9925	0,1367
1993	-0,6847	-0,0571	0,8543	0,0311
1994	-0,4097	-0,0341	0,5878	-0,0892
1995	1,4758	0,1230	0,7300	-0,0973
1996	-0,3979	-0,0332	1,0248	-0,0650
1997	6,4577	0,5381	0,9219	0,6165
1998	3,5252	0,2938	1,2977	0,8173
1999	-3,0180	-0,2515	0,8382	-0,1647
2000	0,2326	0,0194	1,1575	0,1813
2001	2,4646	0,2054	0,6078	0,3353
2002	-3,6866	-0,3072	1,4917	-0,1568
2003	0,2886	0,0241	0,6292	0,0898
2004	-4,1859	-0,3488	1,4714	-0,1370
2005	2,1308	0,1776	1,1731	0,2509
2006	4,2048	0,3504	0,8170	0,1249
2007	-0,2087	-0,0174	0,8906	-0,0125
2008	2,8738	0,2395	0,9066	0,0550
2009	5,1592	0,4299	1,3288	0,7277
2010	-2,7542	-0,2295	0,6975	-0,3968
2011	-1,5177	-0,1265	1,1247	-0,1972
2012	-1,1396	-0,0950	1,1671	-0,2748
2013	-3,7423	-0,3119	1,0060	-0,3795
2014	-0,4004	-0,0334	1,1356	-0,1685
2015	4,3718	0,3643	0,9284	0,4358

A Tabela 6 mostra a estatística básica⁷ dos resultados dos cálculos de SPI, onde podem observar-se os maiores desvios intrano, que pela ordem foram 2002 (1,4917), 2004 (1,4714) e 1985 (1,2861), e os menores foram 1987 (0,4509), 1994 (0,5878) e 2001 (0,6078).

Quando se observam os valores da média não se tem número menor ou igual a -0,5 (limite para o início das secas), mas existe em 1997 (0,5381) que passa para a classe úmida pois passa do limite de 0,5. As variações da mediana não seguiram as médias de forma que 1989 (0,6709), 1998 (0,8173) e 2009 (0,7277) entram na classe úmida, 1997 que teve 0,6165 de mediana que confirma com sua média quantidade significativa para umidade das chuvas do ano. Na mediana não foram encontrados valores nas classes secas, apenas próximos como em 2010 (-0,3968) e 2013 (-0,3795).

Quando se realiza a análise de *boxplot* frente aos meses do período de 1983 a 2015, Figura 10, houve a existência de três *outliers* para secas em fevereiro, sendo dois abaixo do SPI de -2,0, considerado extremamente seco, março, com um, abaixo de -3,0, também extremamente seco, abril com dois ambos abaixo de -3; e dezembro com um menor que -2. Ainda se teve secas extremas, que não foram tratadas como anomalias estatísticas como nos meses de outubro e novembro que tiveram esses eventos extremos, mas estatisticamente forma aceitos na margem limite inferior, isso mostra que estes meses sofrem com períodos de secas ao longo da série temporal analisada e que não são fatores isolados.

Figura 10 – Distribuição Mensal pelo Índice SPI do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



Observam *outliers* para as chuvas abundantes ou segundo a classificação do SPI, acima de 0,49, que as umidades dos meses de março, abril, junho, julho e agosto, tiveram índices

⁷ O item “soma” não foi encontrado em literatura como forma de classificar as características de pluviosidade.

maiores que 2,0, ou seja, foram classificadas como extremamente úmidas. Outros meses apresentaram suas chuvas abundantes, mas sem anormalidade estatística, Figura 10.

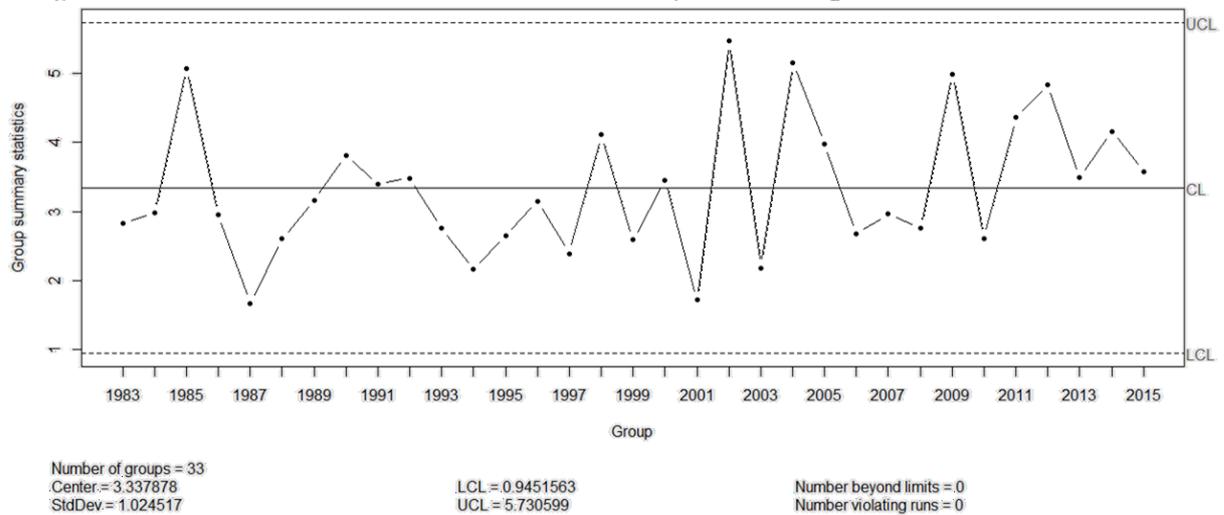
A Tabela 7, mostra que as maiores médias estão nos meses de agosto (0,23), junho (0,16) e julho (0,11), mas suas medianas indicam o contrário pelos menores valores, não sendo a menor mediana -0,06 de janeiro. Os de junho, julho e agosto, sofrem os menores desvios, porém, em abril, outubro, novembro e dezembro, ocorreram os maiores desvios.

Tabela 7 – Estatística Básica do Índice de Precipitação Padronizada Mensais no Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

Mês	Soma	Média	Desvio	Mediana
Janeiro	0,52	0,02	0,97	-0,06
Fevereiro	-0,35	-0,01	1,06	0,13
Março	-0,31	-0,01	1,06	0,15
Abril	-2,00	-0,06	1,22	0,07
Mai	0,67	0,02	0,99	0,16
Junho	5,31	0,16	0,79	-0,02
Julho	3,60	0,11	0,84	0,01
Agosto	7,50	0,23	0,73	-0,01
Setembro	0,29	0,01	1,01	0,11
Outubro	-0,52	-0,02	1,07	0,07
Novembro	-0,45	-0,01	1,07	0,10
Dezembro	-0,40	-0,01	1,07	0,21

A análise R, Figura 11, mostra que os valores encontrados não tiveram anomalias e que se encontram nos limites inferior e superior esperados. Alguns anos, como 2002 e 2004, tiveram seus valores próximos ao limite superior, mostrando a intensidade dos eventos chuvosos e outro extremo 1987 e 2001, se aproximou do limite inferior, mostrando a intensidade para extrema seca. Os anos de 1989, 1991, 1992, 1996, 2000, 2013 e 2015, se mostram muito próximos à linha central (CL), que os tornam, anos muito próximos a “média”⁸ do período.

⁸ Foi colocado como média para melhor entendimento do leitor. A linha central está relacionada com média da amplitude do período.

Figura 11 - Gráfico R dos Valores do Índice SPI do Município de Três Lagoas/MS, Período de 1983 a 2015.

A Tabela 8, mostra que em junho/2012 ocorreu a maior concentração de umidade registrada no período de estudo de 1983 a 2015 e a menor foi em abril/2002. Porém a seca foi mais intensa que a umidade alta, com SPI de -3,657.

Tabela 8 - Análise do Índice de Precipitação Extremos Mensais do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015

Período Analítico		SPI	
		Maior	Menor
30 anos	1983-2013	2,606 (jun/2012)	-3,657 (abr/2002)
	1983-2015*		
20 anos	1983-2003	2,255 (ago/1986)	-3,657 (abr/2002)
	1995-2015*	2,606 (jun/2012)	-3,657 (abr/2002)
10 anos	1983-1993	2,255 (ago/1986)	-2,853 (dez/1985)
	1993-2003	1,808 (mai/2002)	-3,657 (abr/2002)
	2003-2013	2,606 (jun/2012)	-3,372 (abr/2009)
	2003-2015*		
5 anos	1983-1988	2,255 (ago/1986)	-2,853 (dez/1985)
	1988-1993	1,912 (set/1992)	-2,423 (nov/1991)
	1993-1998	1,769 (fev/1996)	-1,666 (out/1993)
	1998-2003	1,675 (mai/1998)	-3,657 (abr/2002)
	2003-2008	1,982 (out/2004)	-3,163 (mar/2004)
	2008-2013	2,606 (jun/2012)	-3,372 (abr/2009)
	2013-2015*	2,355 (jul/2014)	-2,218 (nov/2013)

* adaptação do autor

Elaboração: autor

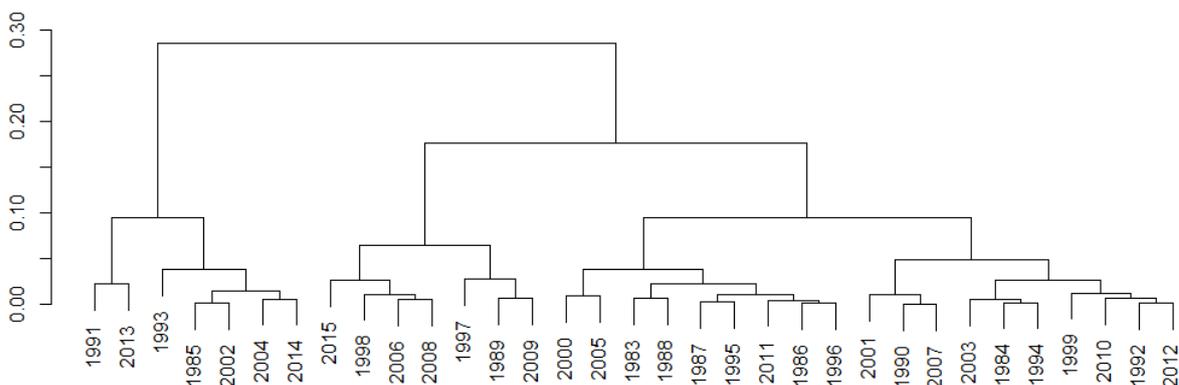
Ao longo das análises de período discreto de tempo nota-se que meses como junho, julho e agosto, têm seus valores de SPI maiores, e quando estas diminuem, sobretudo na análise

de cinco, passam a ocorrer outros nos meses de fevereiro, maio, setembro e outubro, eventos anômalos pontuais ao longo da série histórica. Isso também se observa para as secas, porém há mudança dos meses que se alternam de abril para março, outubro, novembro e dezembro. Sendo que o mês de outubro é encontrado nas duas classes de maior e menor valor, mostrando ser um mês, que sofre de anomalias, tanto para as secas quanto para as chuvas abundantes, Tabela 8.

4.2 Análise da Duração das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

Quando se realiza a análise de *cluster* ou grupamentos há a possibilidade de verificar as semelhanças entre os anos e desta forma pode-se discutir os relacionamentos dos eventos. A Figura 12 mostra que os anos de 1991 e 2013 são semelhantes para as secas tendo suas precipitações anuais, respectivamente, 978,90mm e 934,98mm. Enquanto que os anos mais chuvosos foram: 2000, com 1.398,70mm e 2005, com 1.425,20mm. Esta análise permite que as precipitações ou as variações dentro do ano sejam mais importantes que o volume total precipitado no ano, por exemplo, o ano de 1997 precipitou 1.683,20mm, porém sua distribuição durante o ano foi muito irregular, gerando um desvio padrão de 101,07.

Figura 12 – Análise de Cluster Anual das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

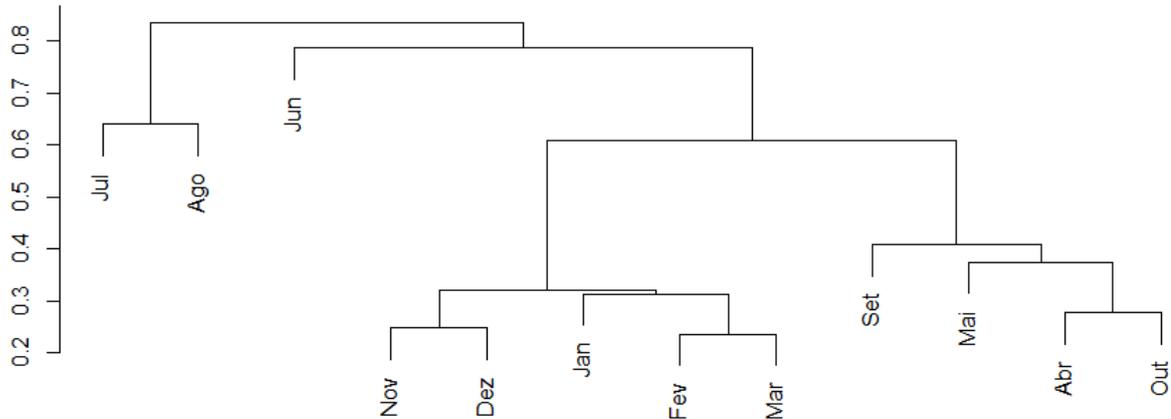


O *cluster* mensal, Figura 13, mostra que os meses de julho e agosto são os mais secos, e junho apresenta alguns episódios com chuvas irregulares. As chuvas mais abundantes ocorreram em novembro e dezembro, porém, em janeiro, registraram-se as chuvas mais irregulares.

A proximidade dos meses de abril e outubro chama atenção, pois o segundo tem seu marco importante no calendário hidrológico em que se inicia o período chuvoso e o primeiro

fecha o período das chuvas para a entrada do período seco. Este agrupamento mostra que ambos têm suas características semelhantes na duração dos eventos de chuvas.

Figura 13 - Análise de Cluster Mensal das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

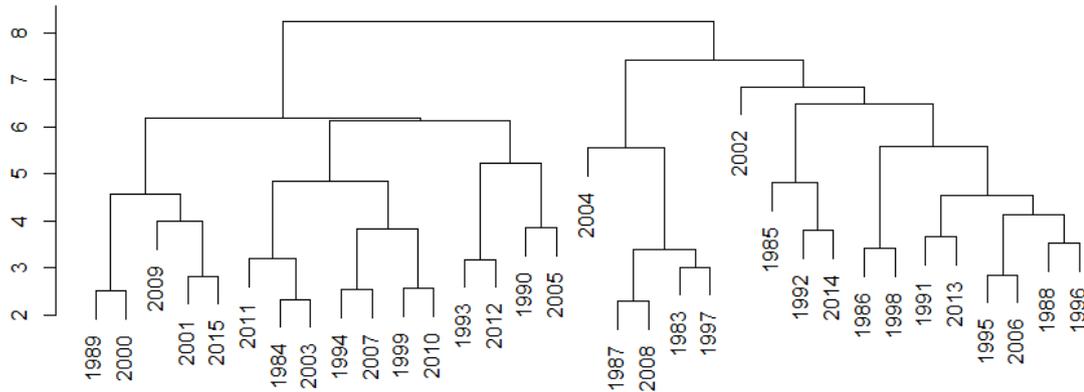


Para esta seção não se tem a análise teoria das corridas (*theory of runs*), pois os valores abaixo da média são considerados secos e os acima, úmidos, análise esta, auxilia nas estipulações das probabilidades de previsão climática.

4.2.1 Análise da Duração das Precipitações, segundo o Índice de Precipitação Padronizada (SPI), do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015

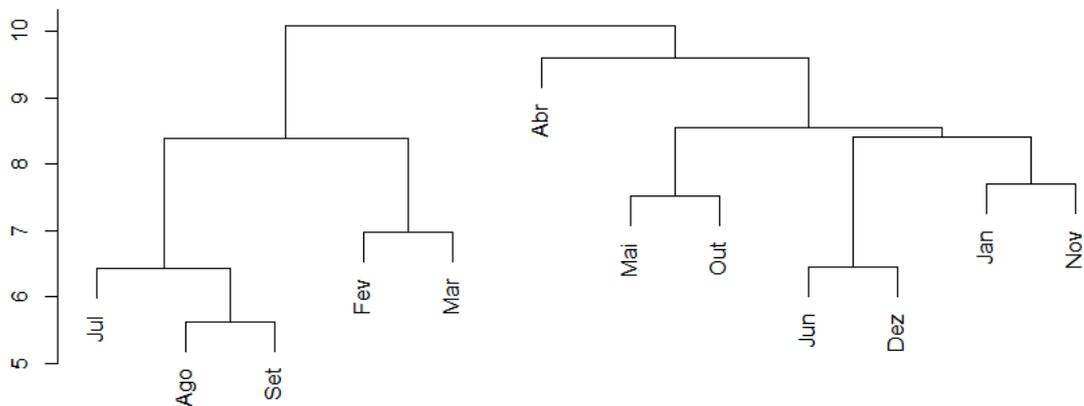
A análise de *cluster* anual dos resultados do método SPI para os valores de anuais, onde se verifica as semelhanças entre os anos, que são agrupados em dois blocos, na Figura 14, sendo em seco e outro úmido. Destacam-se os anos secos de 2002 e 2004 que se distanciaram dos demais e que sofreram de seca extrema, principalmente no mês de abril de 2002, com SPI de -3,657, Figura 15.

Figura 14 - Análise de Cluster Anual pelo Método de SPI das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



A análise de *cluster* mensal, Figura 15, mostra que o mês de abril que teve a maior amplitude de eventos, tendo um evento de extremamente umidade em 1985, com SPI de 2,215 e dois extremamente secos em 2002, como anteriormente comentado, com -3,657 e 3,372, ficando isolado dos demais anos.

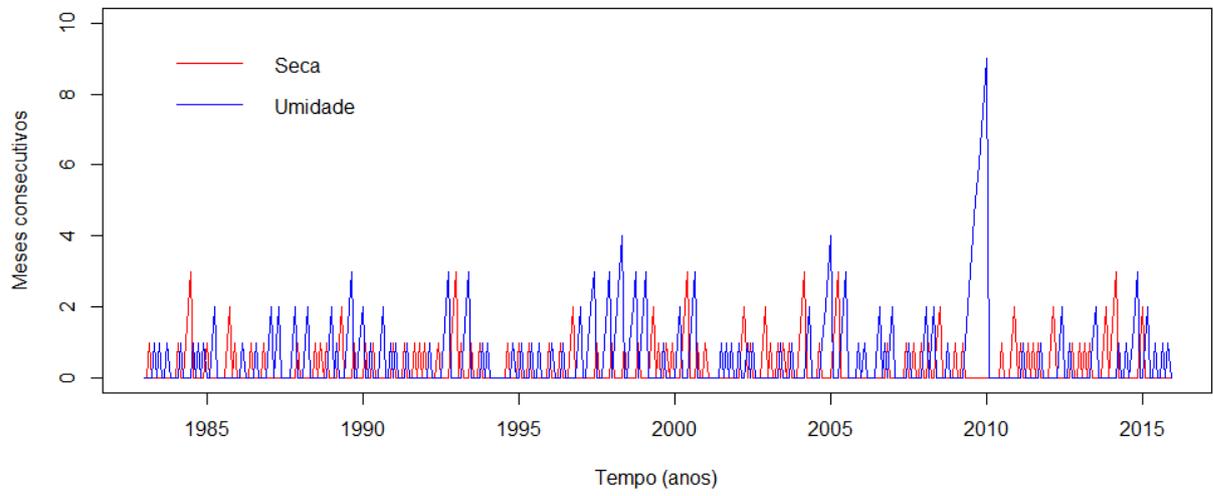
Figura 15 - Análise de cluster mensal pelo método de SPI das precipitações do município de Três Lagoas/MS no período de 1983 a 2015



A classificação dos eventos mensais, segundo o índice de precipitação padronizado (SPI), ao longo da série analisada, mostrou predominância da classe próxima a normal, apesar dos meses de julho, agosto e setembro, terem registrados, baixas concentrações de precipitações ocorridas e estranhamente, posicionaram no grupo dos meses com umidade mais acentuada.

Apesar deste fato, a análise rítmica dos SPIs, possibilita a visualização da duração dos eventos de seca e umidade elevada, em meses consecutivos, Figura 16, mostra a grande ocorrência de eventos úmidos consecutivos, em relação aos eventos secos, principalmente, no ano de 2009, quando se deu nove meses consecutivos na classe úmida.

Figura 16 – Meses Consecutivos de Seca e Umidade Segundo o Índice de Precipitação Padronizado (SPI) para o Município de Três Lagoa/MS de 1983 a 2015.



4.3 Análise da Frequência das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015

As frequências absoluta e acumulada dos eventos de precipitação no município de Três Lagoas/MS no período de 1983 a 2015 foram plotadas na Tabela 9, que registra a quantidade de eventos com intervalos de classe de 50mm. Pode se observar a predominância da classe de zero a 50mm, que somam 33,08% das precipitações e as classes de maior intervalo de chuvas, de 450 a 500mm, se limitam apenas a 0,51% de todos os eventos de precipitações ocorridos entre 1983 a 2015.

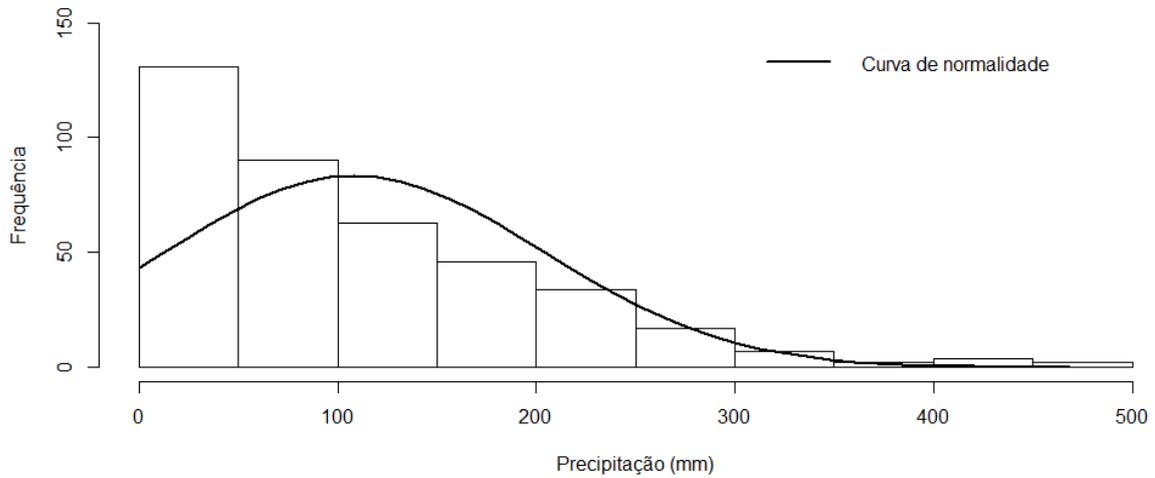
As quantidades de chuvas se distribuem em quantidades, principalmente, de zero a 150mm de precipitação. Quando se colocam os 90% das precipitações verifica-se que os limites vão até 250mm, totalizando 364 eventos.

Tabela 9 - Frequência das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

Intervalo de classe	Quantidade	Frequência	Frequência acumulada
0 a 50	131	33,08%	33,08%
50 a 100	90	22,73%	55,81%
100 a 150	63	15,91%	71,72%
150 a 200	46	11,62%	83,33%
200 a 250	34	8,59%	91,92%
250 a 300	17	4,29%	96,21%
300 a 350	7	1,77%	97,98%
350 a 400	2	0,51%	98,48%
400 a 450	4	1,01%	99,49%
450 a 500	2	0,51%	100,00%
Σ	396	100,00%	-

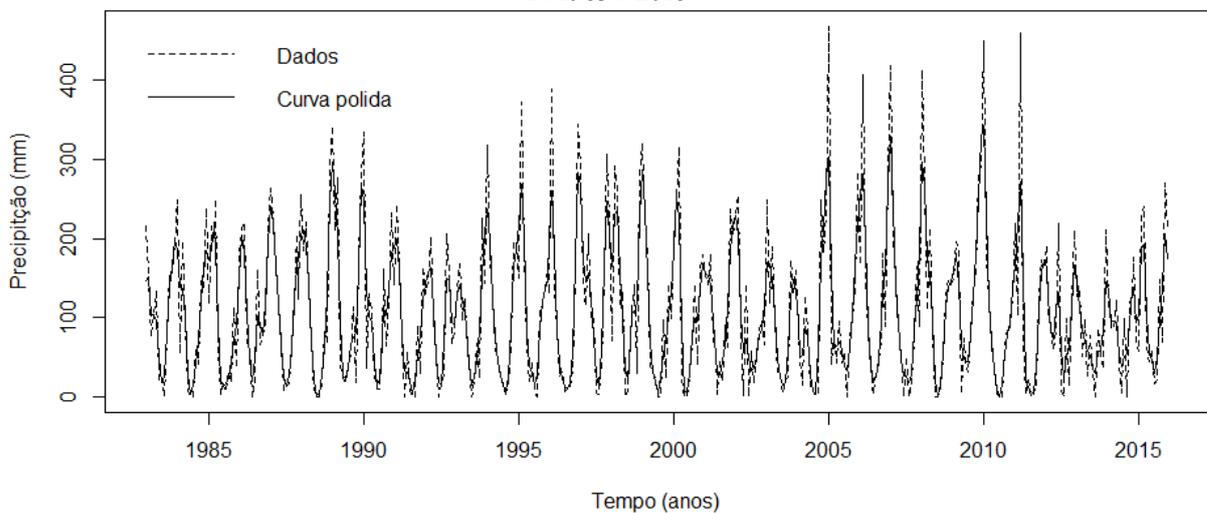
As frequências das chuvas, expressas na Figura 17, aponta maior quantidade de chuvas no intervalo de zero a 50mm e a menor quantidade foi em 350 a 400mm e 450 a 500mm. Desta forma a curva normal das precipitações no período de 1983 a 2015 tem seu ápice próximo a 100mm, mas cabe salientar que a distribuição é assimétrica que gera um valor estatístico diferenciado entre a média e a mediana.

Figura 17 - Análise de Frequência das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



A frequência das precipitações ocorridas no município, Figura 18, representada pela linha contínua, também denominada de curva polida. Onde o polimento remove ou apara as grandes variações, permitindo a verificação da frequência dos eventos de chuvas. Desta forma nota-se que os eventos extremos são mostrados de maneira menos acentuada e as variações mais finas são aparadas, pois há a ponderação de meios dos valores das precipitações do município. Os movimentos de oscilação de precipitação seguem o padrão de verões (dezembro, novembro e janeiro) muito chuvosos e invernos (junho, julho e agosto) mais secos. Essa sazonalidade ocorre com padrões de amplitudes diferentes que formam, principalmente, cristas ou ápices maiores.

Figura 18 – Análise de Curva Polida dos Dados de Precipitação do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



Quanto a essas diferenças de cristas anuais percebe-se um movimento de oscilação entre altas e baixas, Figura 18, que foram lançadas na Tabela 10, que mostram a existência de três formas de oscilação: anual (O_1), bianual (O_2) e quadrianual (O_4). Essas oscilações nas quantidades de anos representam informações importantes para os gestores para seus planos de gerenciamento de recursos e planos de manejo.

Tabela 10 – Padrão de Oscilação de Cristas da Análise de Curva Polida para o Município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015

Movimento																				
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
2	1	1	1	1	4	4	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2
O_2	O_1			O_4			O_1		O_2	O_1	O_2	O_1			O_2	O_1	O_2	O_1		O_2
PN				PA				PN		PN				PN		PN				

1983	A	PN	1999	B	PN	
1984	A		2000	B		
1985	B		2001	A		
1986	A		2002	B		
1987	B		2003	B		
1988	A		2004	A		
1989	B	PA	2005	B	PN	
1990			B	2006		A
1991			B	2007		B
1992			B	2008		B
1993			B	2009		A
1994			A	2010		B
1995	A	PN	2011	B		
1996	A		2012	A		
1997	B		2013	B		
1998	A		2014	A		
			2015	A		
					PN	

A: Cristas em alta; B: Cristas em baixa; O_1 : oscilação de 1 ano; O_2 : oscilação de 2 anos; O_4 : oscilação de 4 anos; PN: padrão normal; PA: padrão anormal

Observou-se a existência de um padrão nos movimentos de oscilação das cristas de forma, que a oscilação de dois anos (O_2) são seguidas de oscilações anuais (O_1), porém o período compreendido de 1989 a 1998 teve seu padrão alterado tendo oscilação de quatro anos (O_4) ao invés de dois anos (O_2), Figura 18 e Tabela 10.

A mesma análise realizada para os vales ou pontos mais baixos da curva polida não influenciou muito na geração da Tabela 10, visto que suas amplitudes são menores e são muito semelhantes às cristas. No entanto, ao final da série histórica, período de 2011 a 2015, o

comportamento dos vales mudou, de forma a aumentar seus valores, representando uma anomalia das precipitações, sobretudo entre os meses de junho a setembro.

4.3.1 Análise da Frequência das Precipitações, segundo o Índice de Precipitação Padronizada (SPI), do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

A análise dos resultados da frequência do índice de precipitação padronizada (SPI) mensais do município de Três Lagoas/MS, no recorte temporal de 1983 a 2015, totalizando um universo de 396 meses, mostra que em 170 meses ou 42,93%, estão classificados como próximos a normal, Tabela 11. Cabe lembrar que o cálculo utiliza de distribuição gama, que promove a normatização do fenômeno das chuvas ao longo da série, que resulta da maior quantidade de valores próximo ao normal⁹. Com isso, os eventos que tem sua proporção estão fora do normal, que este caso é classificado como moderadamente úmido, que abrangeu 67 meses ou 16,92%, seguido de muito úmido, com 56 meses, que representam 14,14%.

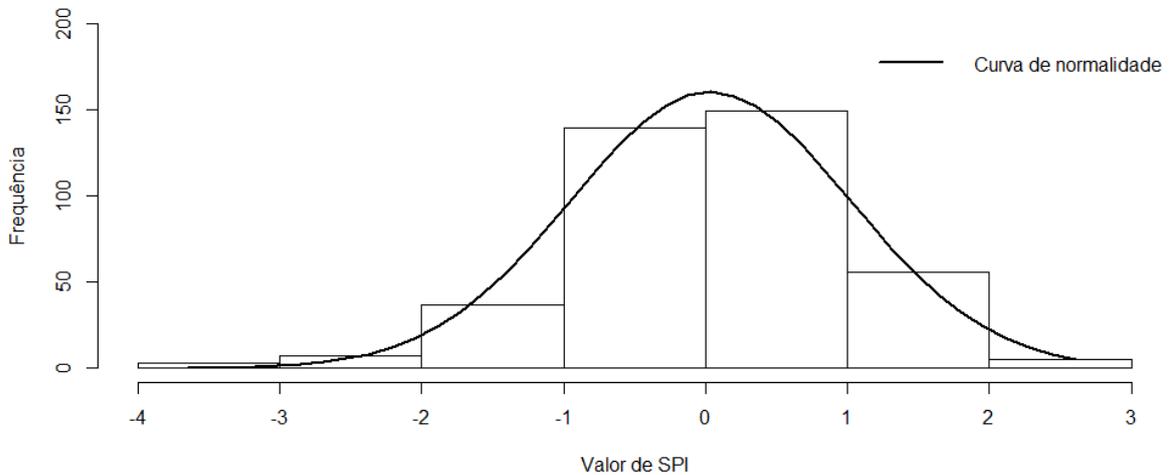
Tabela 11 - Frequência dos Resultados do Índice de Precipitação Padronizada do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015, em %.

SPI	Classificação	Quantidade	Úmido/Seco	Frequência	
≥ 2,00	Extremamente úmido	5	128	1,26	32,32
1,00 a 1,99	Muito úmido	56		14,14	
0,50 a 0,99	Moderadamente úmido	67		16,92	
0,49 a - 0,49	Próximo ao normal	170	170	42,93	42,93
-0,50 a - 0,99	Moderadamente seco	51	98	12,88	24,75
-1,00 a - 1,99	Muito seco	37		9,34	
≤ -2,00	Extremamente seco	10		2,53	
Σ		396	396	100,00	100,00

Quanto os eventos extremos, os secos tiveram ligeira supremacia em relação com os úmidos, visto que os secos remontaram em 10 meses, que representa no total 2,53%, enquanto úmidos, ocorreram em 5 anos ou em 1,26%. Contudo, na soma de todos os índices de precipitação padronizada, os meses úmidos despontam em 32,32% ou 128 meses, enquanto os secos ficaram em 24,75% ou 98 meses, (Tabela 11). Informação está confirmada pela curva de normalidade da Figura 19, que mostra os resultados com valores dos índices negativos, ultrapassando -3, enquanto os positivos ou úmidos chegam a 3.

⁹ Explicação sobre o uso de “próximo ao normal” ao de “próximo à normal”: a palavra “normal” está como referência a normatização feita estatisticamente.

Figura 19 - Análise de Frequência dos Resultados dos Cálculos do Índice de Precipitação Padronizada das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



As frequências anuais, Tabela 12, mostram que o ano de 1994 foi ano que apresentou maior quantidade de meses próximo ao normal, com 9 meses, que representam 75%, seguido por 2 meses ou 16,67%, com umidade moderada e apenas 1 mês ou 8,33%, na classe muito seca.

Os anos de 1992, 1993 e 2012 despontam-se pela distribuição simétrica dos eventos secos e úmidos, ao longo do ano. Já os anos com maior umidade extrema, foram 1985, 1986, 2011 e 2014 com 8,33%, ou seja, um mês para cada. A classificação de muito úmido com maior frequência foram 1997 e 1998, com 5 meses ou 41,67%. O ano de 1987, teve 6 meses ou 50%, enquadrado na classe de moderadamente úmido, a maior concentração de total o período analisado.

Quanto aos anos extremamente secos, estes ocorreram em 1985, 1990, 1991, 1998, 2002, 2004, 2005, 2009, 2012 e 2013, todos em um mês, que representa 8,33%. Os anos de 1999, 2000 e 2004, tiveram três meses ou 25%, enquadrados na classe de muito seco. E na classe de moderadamente seca, apenas o ano de 2003, com 4 meses ou 33,33%, a maior concentração, dentre os SPIs secos analisados, Tabela 12.

Tabela 12– Frequência Anual dos Resultados do Índice de Precipitação Padronizada do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015, em %.

	Ext. úmido	Muito úmido	Mod. úmido	Próx. normal	Mod. seco	Muito seco	Ext. seco
1983	0,00	16,67	8,33	66,67	0,00	8,33	0,00
1984	0,00	8,33	25,00	33,33	16,67	16,67	0,00
1985	8,33	0,00	8,33	50,00	16,67	8,33	8,33
1986	8,33	0,00	8,33	66,67	16,67	0,00	0,00
1987	0,00	0,00	50,00	41,67	8,33	0,00	0,00
1988	0,00	8,33	16,67	50,00	8,33	16,67	0,00
1989	0,00	33,33	16,67	25,00	8,33	16,67	0,00
1990	0,00	25,00	16,67	41,67	8,33	0,00	8,33
1991	0,00	0,00	16,67	50,00	8,33	16,67	8,33
1992	0,00	16,67	16,67	33,33	16,67	16,67	0,00
1993	0,00	8,33	25,00	33,33	25,00	8,33	0,00
1994	0,00	0,00	16,67	75,00	0,00	8,33	0,00
1995	0,00	8,33	16,67	58,33	16,67	0,00	0,00
1996	0,00	16,67	8,33	41,67	16,67	16,67	0,00
1997	0,00	41,67	16,67	33,33	8,33	0,00	0,00
1998	0,00	41,67	25,00	8,33	8,33	8,33	8,33
1999	0,00	0,00	25,00	33,33	16,67	25,00	0,00
2000	0,00	25,00	16,67	25,00	8,33	25,00	0,00
2001	0,00	16,67	8,33	66,67	8,33	0,00	0,00
2002	0,00	16,67	8,33	33,33	16,67	16,67	8,33
2003	0,00	8,33	8,33	50,00	33,33	0,00	0,00
2004	0,00	8,33	33,33	25,00	0,00	25,00	8,33
2005	0,00	33,33	8,33	33,33	8,33	8,33	8,33
2006	0,00	25,00	16,67	50,00	8,33	0,00	0,00
2007	0,00	16,67	0,00	58,33	8,33	16,67	0,00
2008	0,00	16,67	25,00	33,33	25,00	0,00	0,00
2009	0,00	33,33	33,33	16,67	8,33	0,00	8,33
2010	0,00	8,33	0,00	66,67	25,00	0,00	0,00
2011	8,33	0,00	8,33	50,00	16,67	16,67	0,00
2012	8,33	0,00	16,67	50,00	16,67	0,00	8,33
2013	0,00	8,33	8,33	41,67	25,00	8,33	8,33
2014	8,33	0,00	33,33	25,00	16,67	16,67	0,00
2015	0,00	25,00	16,67	50,00	0,00	8,33	0,00

A análise mensal dos resultados, Tabela 13, mostra que o mês de agosto teve maior frequência, com 24 meses, dentre os 32 anos analisados, remontando em 72,73%, para classificação de próximo a normal.

Os eventos de umidade têm sua representação pelos extremos, nos meses de março, abril, junho, julho e agosto, com 3,03% para cada 1, os eventos muito úmidos foram concentrados na maioria no mês de dezembro com 7 meses ou em 21,21% e a classe

moderadamente úmida, ocorreu em 7 meses ou em 21,21%, nos meses de fevereiro, abril, junho, setembro e outubro.

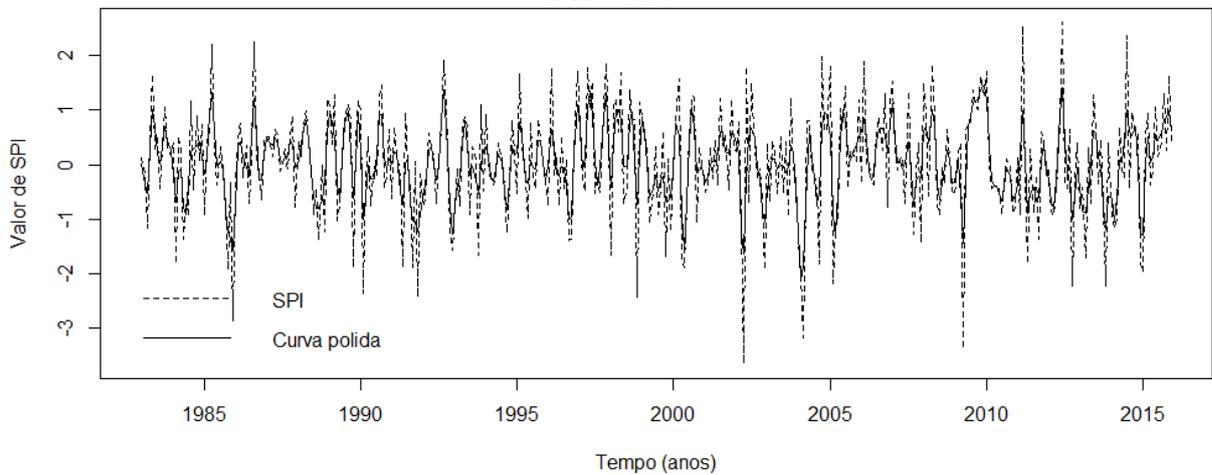
Para os eventos secos forma registrados, em 3 meses ou em 9,09%, no mês de novembro, a maior frequência na classe extremamente seco, 7 meses ou 21,21%, no mês de setembro, na classe muito seco, e moderadamente seco, em 10 meses ou 30,30%, no mês de janeiro, Tabela 13.

Tabela 13 – Frequência Mensal dos Resultados do Índice de Precipitação Padronizada do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015, em %.

Mês	Ext. úmido	Muito úmido	Mod. úmido	Próx. normal	Mod. seco	Muito seco	Ext. seco
Jan	0,00	18,18	12,12	30,30	30,30	9,09	0,00
Fev	0,00	12,12	21,21	42,42	9,09	9,09	6,06
Mar	3,03	9,09	18,18	42,42	12,12	12,12	3,03
Abr	3,03	6,06	21,21	51,52	3,03	9,09	6,06
Mai	0,00	15,15	18,18	33,33	21,21	12,12	0,00
Jun	3,03	9,09	21,21	42,42	24,24	0,00	0,00
Jul	3,03	12,12	18,18	39,39	27,27	0,00	0,00
Ago	3,03	18,18	6,06	72,73	0,00	0,00	0,00
Set	0,00	15,15	21,21	36,36	6,06	21,21	0,00
Out	0,00	18,18	21,21	36,36	3,03	18,18	3,03
Nov	0,00	15,15	12,12	45,45	12,12	6,06	9,09
Dez	0,00	21,21	12,12	42,42	6,06	15,15	3,03

O polimento dos valores resultantes do índice de precipitação padroniza para o município de Três Lagoas/MS, Figura 20, mostra grande redução nos valores extremos, positivos e negativos. Não foi possível verificar padrões por oscilações, mas é admissível ter ocorrido, sobretudo no período de 1997 a 2000, que teve oscilações sazonais e diminuição dos valores, ou seja, saindo de eventos úmidos para os secos.

Figura 20 – Análise por Curva Polida dos Resultados de SPI do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



Nota-se que as concentrações de SPIs extremos de umidade, que geraram eventos úmidos, no ano de 2009, entre os meses de abril a dezembro, decaindo no início de 2010, porém ainda com leve tendência para umidade baixa.

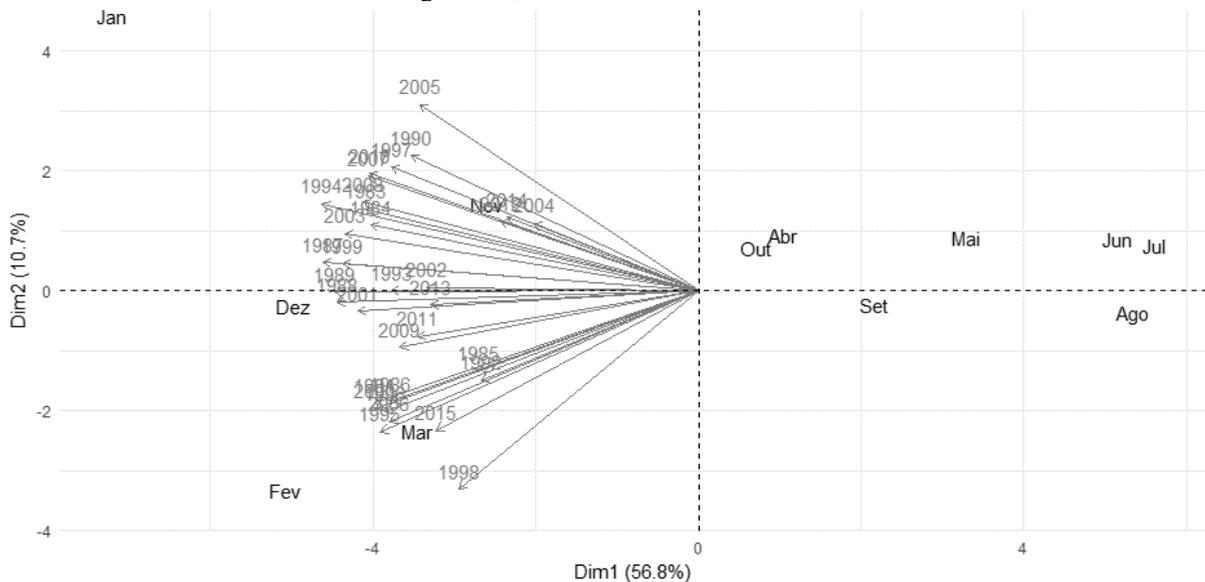
A grande normalidade do índice não permite verificar movimentos periódicos como cíclicos, fato este, que dificulta outros tratamentos estatísticos, como as previsões de eventos extremos futuros, tanto secos, quanto úmidos.

4.4 Análise de Componente Principal (PCA) das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

A análise de componente principal (PCA) das precipitações do município de Três Lagoas/MS, no período de 1983 a 2015 a Figura 21 que mostra a resultante gráfica do PCA que possibilita a verificação da grande variação do mês de janeiro e novembro para as chuvas abundantes. Em janeiro de 2005, teve-se a maior concentração, seguida pelos anos de 1990, 1997, 2000, 2008. Em segundo lugar o mês de novembro, nos anos de 2004, 2014 e 2008.

O mês com maior variação de secas extremas, da série analisada foi agosto, seguido pelos meses de junho e julho, e maio, setembro, abril e outubro, de seca moderada. Já os meses de fevereiro e de março, obtiveram a menor variação de chuvas abundantes, abaixo da normal, destes o mês de março teve a maior concentração e fevereiro a menor. Dezembro ficou muito perto da normal, porém, levemente negativas, Figura 21.

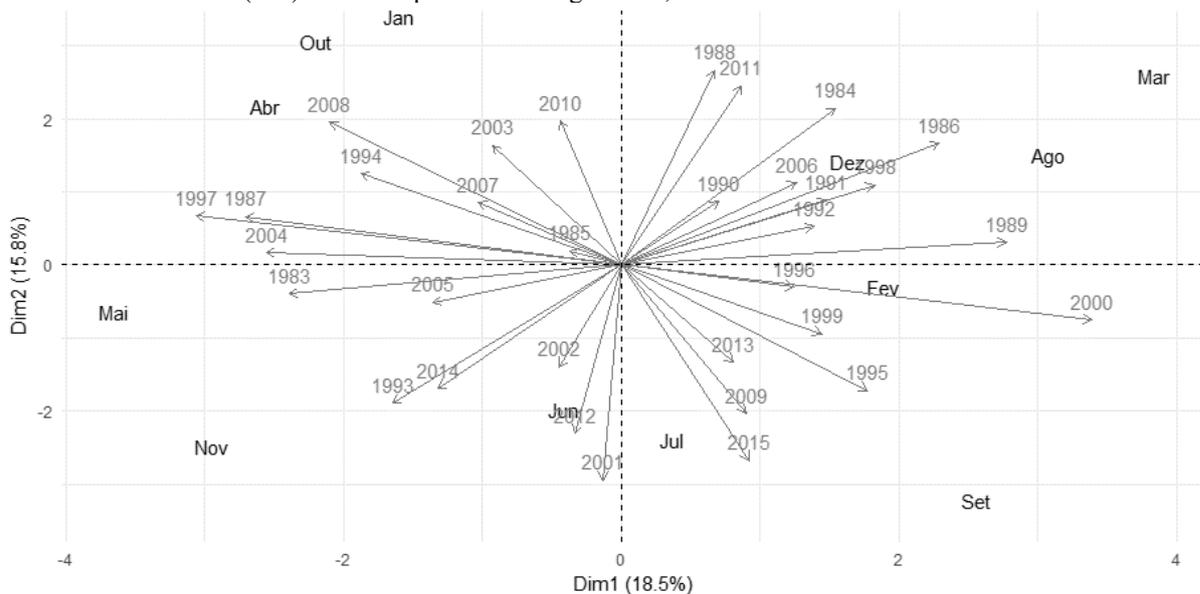
Figura 21 - Análise de Componente Principal (PCA) das Precipitações Mensais do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



4.4.1 Análise de Componente Principal (PCA) das Precipitações, segundo o Índice de Precipitação Padronizada (SPI) do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.

A análise de componente principal (PCA) dos resultados do índice de precipitação padronizada (SPI) do município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015, que mostra há grande diversificação dos valores encontrados que distribuiu os anos e os meses em todos os quadrantes, Figura 22. O ano de 1985 foi o mais representativo dentre aos demais anos, pois guarda similaridade com todos eles, por essa razão posiciona-se na parte central do PCA, puxando um pouco mais para os meses de outubro, janeiro e abril.

Figura 22 - Análise de Componente Principal (PCA) dos Resultados do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) do município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2015.



Os meses de outubro, janeiro e abril, tiveram as anomalias de chuvas mais expressivas, sobretudo nos anos chuvosos de 2008, 1994, 1997, 1987, 2004, Tabela 14. Destacando-se o mês de abril de 2008 o mais expressivo, seguido por abril de 1997, seguido por 2004. Ano este, que também se registrou grande amplitude de anomalias, com destaques para o mês, que atipicamente foi seco, neste ano, de janeiro e chuvoso de outubro, com maior PCA da série histórica analisada, de 4,61.

Tabela 14 – Valores do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) do Município de Três Lagoas/MS com os Maiores PCA, do Período de 1983 a 2015.

Meses	1987	1994	1997	2004	2008
Jan	0,66	1,56	1,07	-2,25	3,09
Abr	0,93	-0,76	4,09	1,33	4,34
Out	0,63	-0,89	1,77	4,61	0,92

Portanto os PCAs, tanto dos montantes das precipitações, por mês e ano, quanto que seus respectivos SPIs, possibilitam chegar à conclusão de que os eventos chuvosos habituais ou normais registraram meses e anos, que fogem muito dessa normalidade, e podem gerar desastres ambientais, tanto por chuvas abundantes, quanto pela seca. O mês/ano com maior ocorrência de eventos extremos úmidos é abril de 1997 e de 2008, mês este, que habitualmente marca o início da redução das precipitações, no outono e o menor, outubro de 1987, mês este, que normalmente, inicia-se o período chuvoso.

5 REPERCUSSÕES DO COMPORTAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES NA SOCIEDADE DO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS/MS

Resgataram-se as informações veiculadas no recorte temporal de 1983 a 2015, das notícias vinculadas a imprensa local, do estado e de autores que analisaram as repercussões das precipitações extremas na sociedade do Município de Três Lagoas/MS.

Como forma de facilitar as comparações da notícia forma geradas as formas gráficas rítmicas das precipitações, anuais (Figura 23) e mensais (Figura 24) e dos resultados do índice de precipitação padronizada (Figura 25) para que fossem mostradas as notícias da época e visualização dos valores.

Figura 23 – Sequência rítmica as precipitações anuais do município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015.

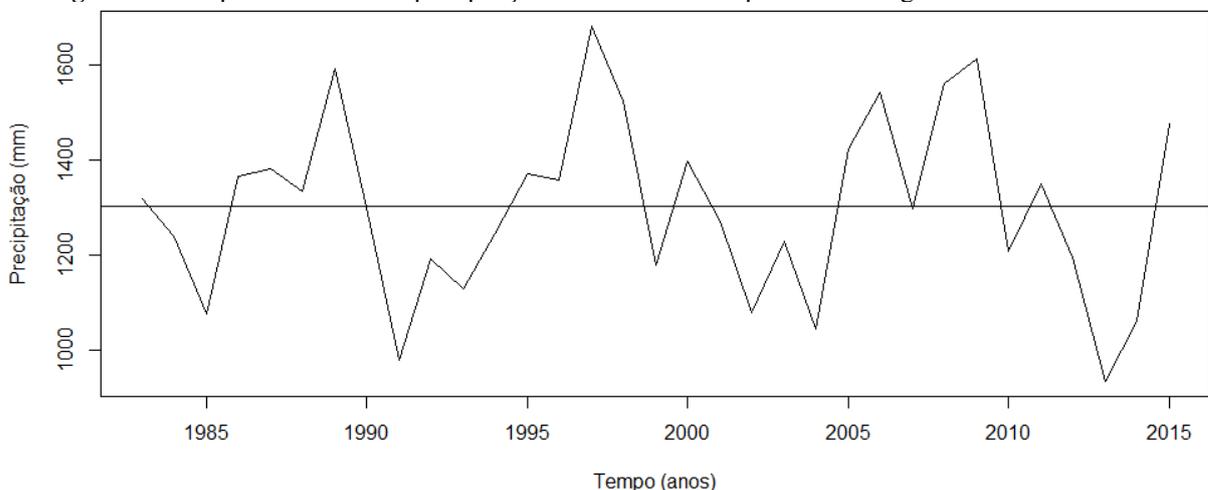


Figura 24 - Sequência rítmica as precipitações mensais do município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015.

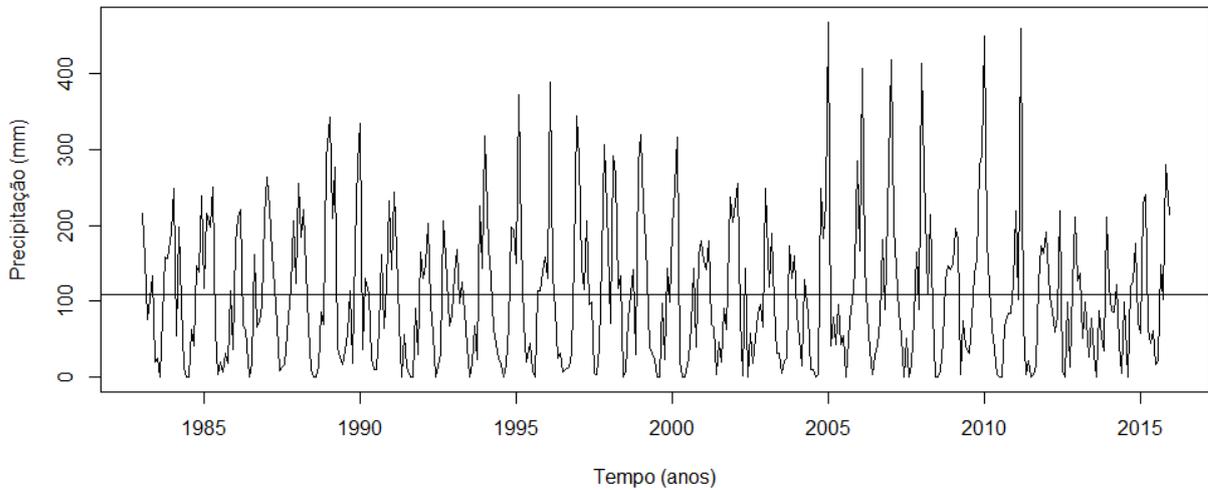
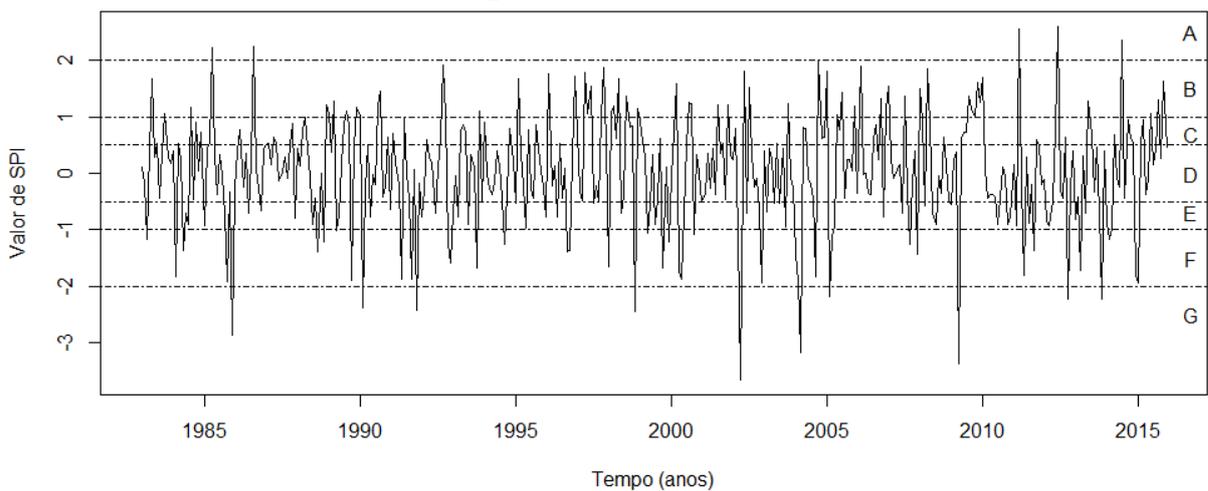


Figura 25 - Sequência rítmica dos resultados do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) do município de Três Lagoas/MS de 1983 a 2015.



A: Extremamente úmido; B: Muito úmido; C: Moderadamente úmido; D: Próximo ao normal; E: Moderadamente seco; F: Muito seco; G: Extremamente seco.

O resgate de notícias não é algo fácil visto que o recorte temporal tem sua extensão em 33 anos, e por isso não se tem neste trabalho o registro de todos os anos. Inicia-se os relatos com a notícia de 1985, Quadro 5.

Quadro 5 – Notícia do dia 30/01/1985

Título:	Situação em Três Lagoas é estável
Artigo:	<i>As águas do rio Paraná começaram a subir rapidamente nos últimos dias na região do Bolsão...</i>
Fonte:	Diário da Serra (30/01/1985 apud ZAVATINI, 1990)

Quando se observa os valores anuais de precipitação se nota que não foi um ano chuvoso se contrapondo à notícia, mas quando se olha os valores mensais percebe-se que em janeiro, ocorreram chuvas acima da média e que segundo o SPI foi um período com extrema umidade.

Outra notícia que mostra a intensidade e a duração do evento chuvoso no município de Três Lagoas é o relato da Defesa Civil em 1985, no Correio do Estado, citado por Zavatini (1990), Quadro 6.

Quadro 6 – Notícia do dia 22/02/1985

Título:	Enchentes acabam com lavouras
Artigo:	<i>As lavouras de milho, feijão, arroz e mandioca na região Sul do Estado já foram consideravelmente afetadas face ao transbordamento do Rio Paraná, cuja vazão atingiu a marca de 16mil 285 metros cúbicos por segundo no início da semana, em Três Lagoas. A Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC, que realizou inspeção em toda a área afetada, apresentou ontem relatório ao governador Wilson Martins sobre a situação geral.</i>

Fonte: Correio do Estado (22/02/1985 apud ZAVATINI, 1990)

Desta vez se teve prejuízos econômicos – sem contar que as perdas de alimentos prejudicam o meio social da época pela falta de comida no mercado local – e perturbações no sistema hidráulico da represa do Jupia.

O ano de 1985 foi marcado por seu início com muitas chuvas, porém houve redução alta das precipitações que ficam abaixo da média durante 6 meses consecutivo, um chuvoso e outro abaixo da média, Quadro 7. Os SPIs meses secos foram setembro (Moderadamente seco), outubro (Muito seco) e dezembro (Extremamente seco).

No ano de 2006 foi implantado um projeto para desenvolvimento econômico e social no município para a criação e exploração da seda (projeto de sericultura), mas não teve sucesso, que segundo a Assessoria de Comunicação da Prefeitura de Três Lagoas/MS¹⁰ no ano de 2007, o município passou por longo período de seca e isso prejudicou o projeto, Quadro 8. Quando se observa os dados de precipitação anual (Figura 23) não se percebe o evento de seca, pois a quantidade de chuva que caiu no ano de 2007 na média de chuvas de aproximadamente 1.300mm – se comparar com os anos de 2005 e 2006 teve sua redução.

Quando se observa os meses do ano de 2007 se note que janeiro teve grande quantidade de chuvas (418,5mm) e nos demais meses os níveis foram muito reduzidos algumas vezes abaixo dos valores médios mensais como o mês de setembro com 17mm que tem sua média do IBGE em 61mm e a calculada para este trabalho de 73,76mm. O SPI do ano mostra que três meses foram secos: junho (moderadamente seco), setembro e dezembro (muito secos).

¹⁰ A notícia veiculada no site da Prefeitura Municipal de Três Lagoas/MS foi removida de circulação.

Quadro 7 - Notícia do dia 06/12/1985

Título: Seca de 1985 é a maior dos últimos dez anos em MS
Artigo: -CORREIO DO ESTADO

Seca de 85 é a maior dos últimos dez anos em MS

Esta é a maior seca dos últimos dez anos, garantem os técnicos e os produtores do Mato Grosso do Sul. Nunca se viu coisa igual desabafam todos que, direta ou indiretamente são prejudicados por um período de escassez de chuvas que já vai mais de um mês, com uma leve interrupção há poucos dias. A diferença de precipitação nos últimos três anos, quando se tem registros, é prático. Calcula-se que haja uma redução superior a 100% no índice pluviométrico deste ano em relação ao que choveu no ano passado só no mês de novembro. Os prejuízos sobem à casa dos bilhões e devem chegar à casa dos trilhões no cômputo final. De começo sabe-se que as chances para salvar a safra de verão são praticamente nulas; as condições para se fazer um novo plantio não existem. Dinheiro para garantir um investimento emergencial também está quase fora de cogitação. E como agravante há também a questão do caos social que a seca deve provocar além de todos os efeitos que já estão se fazendo sentir em todo o Estado onde os números da hidrologia são negativos como se verá a seguir.

O prolongado período de estiagem que assola a região produtora de Mato Grosso do Sul continua altamente desfavorável e preocupante para a agricultura. Os levantamentos técnicos desenvolvidos junto ao Setor de Hidrologia do Departamento DNOS, no período compreendido entre setembro a novembro, indicam que os índices pluviométricos registrados este ano estão muito abaixo da média que vinha sendo esperada, se comparada com a de igual período dos três últimos anos. Concluiu-se, com isso, que a seca que hoje predomina em praticamente todo o Estado, já extrapolou até mesmo as previsões dos técnicos que atuam na área de pluviometria.

Nos meses de setembro e outubro, por exemplo, na região de Campo Grande e de alguns municípios adjacentes, constatou-se que o volume de chuvas foi baixo. Segundo informou o Setor de Hidrologia do DNOS, em outubro último verificou-se um índice pluviométrico total de

131,2 milímetros, com uma máxima de 40,5 milímetros, para dez dias de chuvas espaçadas durante o mês. Enquanto isso, em outubro de 1982, os índices de chuvas atingiram a marca de 147,9 milímetros; máxima de 48,8 e com 12 dias de chuvas. Da mesma forma, em 1983, ainda no mês de outubro, os níveis de chuvas subiram bastante, alcançando a marca total mensal de 260,8 milímetros; máxima de 78 mm, com 13 dias de chuvas.

RIO VERDE

Os dados liberados pelos técnicos do DNOS são obtidos através de estações automáticas ou enviadas por hidrometrístas que fazem a leitura dos postos instalados em diversas regiões. Os levantamentos efetuados na região de Rio Verde, demonstraram que durante o mês de outubro deste ano, os índices pluviométricos registrados 91,5 mm, máxima de 53,5 mm e apenas seis dias de chuvas. Pela comparação, constatou-se



Onde a terra foi molhada, só há poeira ou muito seca

que em novembro do ano passado, na mesma região, o total mensal foi de 182 mm, máximo de 65,5, com 13 dias de chuvas. Em dezembro do mesmo ano, o total registrado foi de 308 mm, máxima de 104 mm e 15 dias de chuvas.

Por outro lado, no Município de Sidrolândia, as quedas dos índices também foram bastante sensíveis. Em setembro de 1984, o total de chuvas foi de 35,8 mm, máxima de 38 mm e quatro dias de chuvas; neste ano, no mesmo período, o índice mensal foi de apenas 32 mm, máxima de 22,4, com cinco dias de chuvas. Apesar do Setor de Hidrologia do DNOS local ainda não ter em mãos os dados referentes ao mês de novembro último, sabe-se que a diferença de índices já é significativa.

DIFÍCIL SITUAÇÃO

Assim, hoje, independente do índice pluviométrico, o agricultor está seriamente preocupado com a

estiagem. As chuvas que caíram sobre a Capital e algumas regiões do Estado, há poucos dias, não serviram nem mesmo para amenizar a situação, principalmente, pelo fato de que diversas áreas não foram atingidas. Com isso, centenas de produtores estão preferindo não arriscar com o plantio. Em virtude desse quadro, as previsões de plantio já caíram por terra. Muitos produtores já tiveram, inclusive, que apelar para o soroço de cultura, partindo para o sorgo. Segundo informações obtidas junto ao Instituto de Meteorologia da Delegacia Federal de Agricultura, até o momento não existem previsões de chuvas. O boletim de previsão do tempo para o Estado, divulgado ontem à tarde pelo Instituto, indicou para hoje tempo claro e parcialmente nublado, com temperatura máxima de 30,33 graus, e mínima de 17,19 graus; ventos norte-este e norte-leste; além visibilidade boa.

Fonte: Correio do Estado (06/12/1985 apud ZAVATINI, 1990)

Quadro 8 – Notícia do dia 19/10/2007

Título: Projeto de Sericicultura sofre com a seca e reflorestamento
Artigo:

O processo vivido por Três Lagoas aponta novas fontes de renda, proporcionando o êxodo da população que antes trabalhava no campo para a cidade. O visível crescimento pelo qual o município de Três Lagoas está passando, mostra uma grande mudança no cenário econômico da região. Uma prova disso é a dificuldade de encontrar famílias dispostas a investir em projetos, como o da sericicultura, criação do bicho da seda.

O processo vivido por Três Lagoas aponta novas fontes de renda, proporcionando o êxodo da população que antes trabalhava no campo para a cidade. Mas esta não é a única dificuldade para a implantação do Projeto de Sericicultura. A seca tem contribuído para que as famílias busquem na industrialização o seu sustento.

De acordo com Jenir Neves Silva, presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais, o êxodo tem sido impulsionado por novas atividades, como o reflorestamento. Nosso município Jenir acredita que a atividade de reflorestamento é uma das principais causas do êxodo rural em Três Lagoas. Os fazendeiros que arrendaram as terras estão ganhando mais. Com isso os trabalhadores acabaram vindo para cidade e hoje ganham salários de aproximadamente R\$400,00 mais benefícios, nas indústrias.

A presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais enfocou que é uma fase de adaptação. Mesmo as mulheres, quando vêm para a cidade, precisam passar por uma capacitação para atuar neste novo campo.

Jenir avaliou que as mudanças estão sendo rápidas para os trabalhadores rurais. Hoje em nossa região o forte é o eucalipto, com uma proposta de cana para o futuro. O arrendamento das terras, mesmo para os pequenos produtores foi uma oferta melhor, explicou.

Sericicultura

O projeto criado em 2005 e aprovado pelo MCT Ministério de Ciências e Tecnologia em 2006 com a construção dos primeiros barracões vêm sofrendo com a falta de interesse da população.

Os produtores rurais estão deixando o campo para trabalharem nas indústrias. Em alguns casos e em especial os jovens, a vida na cidade passa a ter atrativos que fortalecem o interesse em deixar o trabalho no campo.

Celso Yamaguti, agrônomo da Secretaria de Agronegócios e Pecuária, acredita que os jovens estão deixando o campo para trabalhar nas empresas que estão chegando a Três Lagoas. Esses jovens deixam suas terras por conta de seus pais e vão para a cidade trabalhar como empregados das indústrias.

A presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais avaliou o projeto como lucrativo. Esse tipo diferente de atividade requer atenção e compromisso. Nem todas as famílias querem ficar reféns de um projeto assim, preferem ficar mais soltas em outras atividades. Mesmo havendo a possibilidade de um lucro maior.

O projeto foi desenvolvido para beneficiar pequenos produtores da região de Arapuá e do Assentamento do Pontal do Faia. No entanto, a meta de 50 propriedades não foi atingida, sendo a proposta levada para o Alto do Sucuriú, Palmito, Varginha, Porto Independência, Cinturão Verde e Peniel.

Mesmo com a ampliação da região para o desenvolvimento do projeto, os pequenos produtores não se interessaram pela Sericicultura, ficando restrito a 29 produtores.

Na época da elaboração do projeto muitos produtores se mostraram interessados, mas desistiram da atividade durante o processo de implantação.

Seca

A estiagem prolongada é outro fator que prejudica a vida no campo e contribuiu para o atraso do plantio das amoreiras.

Yamaguti explicou que neste ano o plantio estava programado para o mês de março. Como houve um longo tempo de estiagem, os proprietários começaram o trabalho em maio.

O atraso no plantio prejudicou o início da criação do bicho da seda. Estava previsto começar em outubro, mas não acontecerá na maioria das propriedades enfocou Yamaguti.

Debrair de Paula, agricultor do Pontal do Faia, destacou que será necessário um novo plantio. Vamos ter que fazer tudo de novo para o ano que vem, e rezar para que a chuva colabore.

O agrônomo informou que devido ao período de seca, 65% das plantações de amoreira não brotaram. Por isso não teve condições de criar o bicho da seda, explicou.

Fonte: Assessoria de Comunicação da Prefeitura de Três Lagoas/MS (19/10/2007)

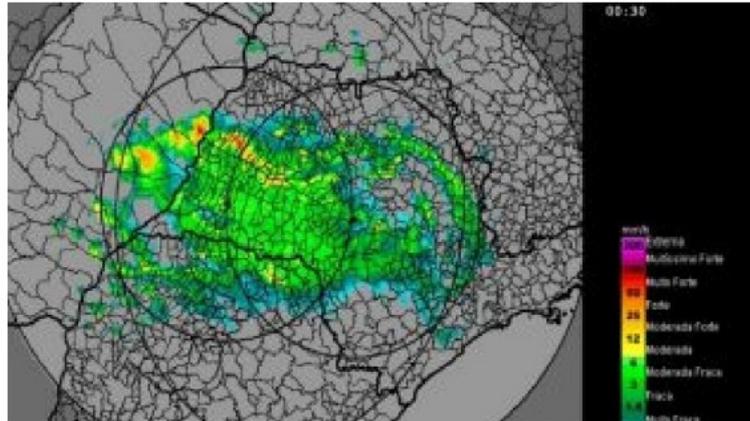
O projeto de sericultura foi abandonado e no ano de 2008 as chuvas retornaram mais abundantes, que infelizmente faltou preparo dos gestores ou informações relevantes para o tocante do trabalho.

No final do mês de setembro/2010, o município teve grandes estragos causados pelas chuvas intensas e ventos fortes. Quando se observa a notícia abaixo, Quadro 9, constata o fenômeno pelos estragos como “destelhamentos”, mas o que chama a atenção na notícia é seu último parágrafo que diz “Não há nenhuma estação meteorológica de superfície em Três Lagoas em plena atividade que registrou tal rajada de vento e muito menos dados de estações vizinhas podem servir como embasamento”. Esta afirmação está errada parcialmente, pois existem

estações particulares ativas como a estação da empresa Fibria Celulose que registrou o evento e forneceu para este trabalho as precipitações¹¹.

Quadro 9 – Notícia do dia 29/09/2010

Título: *Radares meteorológicos detectam célula de tempestade em Três Lagoas (MS)*
Artigo:



(fotos/noticias/noticias-113ea.jpg)

...A forte tempestade que assolou Três Lagoas pouco depois da 0 hora desta terça-feira deixou um rastro de destruição por toda a cidade e zona rural, com destelhamentos de diversas construções, além de provocar pelo menos de quatro pessoas...

... informação que circula hoje na imprensa sobre rajadas de vento superiores a 100km/h é mera especulação. Não há nenhuma estação meteorológica de superfície em Três Lagoas em plena atividade que registrou tal rajada de vento e muito menos dados de estações vizinhas podem servir como embasamento. A única estação na cidade, uma automática operada pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), vergonhosamente está danificada e há meses não recebe manutenção de funcionários da mesma instituição...

Fonte: De olho no tempo apud Portal 3 Lagoas (28/09/2010)

O ano de 2013 totalizou apenas 934,98mm de precipitação, porém esta foi má distribuída, Tabela 1, registrando valores, média de 77,91mm e mediana de 65,53mm, e tendo a concentração de precipitação de 210,32mm, no mês de dezembro, que representou 22,49% e em janeiro, 126,75 mm ou 13,55% do total de precipitação do ano todo. Notícia do dia 10 de janeiro de 2013, do Hoje Mais, salienta chuva torrencial ocorrida na cidade, com 50mm, precipitados em apenas 2 horas, que causou grandes alagamentos e transtornos aos moradores da cidade de Três Lagoas (Quadro 10).

Porém, segundo o índice de precipitação padronizado (SPI) calculado para o município, para o mês de janeiro foi moderadamente seco, pois as chuvas foram abaixo do normal para o mês, que é de 222,05mm. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) explicam que os períodos de seca podem provocar temporais seguidos de fortes ventos e relâmpagos.

¹¹ Os dados da estação meteorológica da Fibria Celulose foram filtrados para o presente trabalho de pesquisa, que utilizou apenas as precipitações.

Quadro 10 – Notícia do dia 10/01/2013**Título:** *Fortes chuvas “inundam” Shopping Popular de Três Lagoas***Artigo:** *As fortes chuvas que caem desde o horário do almoço em Três Lagoas tem causado caos em muitos pontos da cidade.**Os lojistas do Shopping Popular foram afetados e muita chuva caiu pelo telhado do barracão.**Dentro de algumas lojas a água caiu pelo teto causando transtorno aos lojistas.**No CER II (Clínica Especializada em Reabilitação), segundo informações repassadas por internautas, três salas tiveram o teto desabado por conta das fortes chuvas.**(Área da Lagoa Maior)***Fonte:** Hoje mais (10/01/2013)

Ao analisar o ano anterior de 2012, nota-se que em junho/2012, mês normalmente seco, elevada precipitação ocorreu no município, com chuvas remontando em 219,46mm e SPI de 2,606, que o enquadra na classe extremamente úmida, e em setembro foi registrado 99,06mm e SPI de 0,648, moderadamente úmida. Contudo neste mês de setembro, um temporal após “estiagem”, Quadro 11, assolou a cidade de Três lagoas.

Quadro 11 – Notícia do dia 19/09/2012**Título:** *Em Três Lagoas, chuva com vento provoca estragos***Artigo:** *A tão esperada chuva também chegou a Três Lagoas nesta quarta-feira (19) depois de dois meses de estiagem. A chuva foi acompanhada de ventos fortes e várias empresas sofreram prejuízos, e tiveram a estrutura danificada. De acordo com o site Perfil News, o Corpo de Bombeiros do município recebeu diversas chamadas informando a queda de árvores.**Placas de estabelecimentos comerciais, outdoors e até os cavaletes utilizados no período eleitoral estragaram por conta da chuva. Semáforos também ficaram desligados por conta da ventania.***Fonte:** Campo Grande News (19/09/2012)

Os meses de “estiagem” que antecederam as fortes chuvas, neste ano foi atípica, tanto quanto a precipitação, quanto as temperaturas, como registra-se na matéria do Perfil News, publicada em julho de 2012 (Quadro 12).

Quadro 12 – Notícia do dia 16/07/2012**Título:** *Três Lagoas vive inverno atípico com paisagens cobertas pela neblina***Artigo:** *Temperaturas caem durante a noite e elevam de dia, mas previsões são de períodos de frio intenso*

Pertencente à zona climática caracterizada como tropical quente e úmido, Três Lagoas vive um inverno atípico, com temperaturas altas durante o dia e baixas à noite. Neste ano o inverno também está proporcionando paisagens cinematográficas, com manhãs de neblina que dão um realce aos principais monumentos da cidade.

A temperatura média em Três Lagoas é de 26°C, mas nas últimas estações as regras não têm sido uniformes. Na estação chuvosa houve pouca precipitação. Neste inverno, que na região é caracterizado pela seca, foram registrados dias chuvosos.

Devido a sua posição, no entanto, Três Lagoas, com as massas de ar vindas do sul, do leste e do oeste que se encontram sobre seu território, possui peculiaridades quanto ao seu clima, que é diferente do centro de Mato Grosso do Sul e do oeste paulista.

No inverno, geralmente não há chuvas durante três meses, do início de junho ao fim de agosto e, às vezes, até meados de setembro. Entre julho e setembro, há um déficit hídrico anual pouco superior a 30 mm, mas a água permanece no solo durante a maior parte da estiagem. Essa estação também encontra-se cada vez mais quente, e raramente encontram-se as geadas que costumavam ser comuns até a década de 1980.

**ZERO GRAU**

Antigamente, durante o inverno, a temperatura treslagoense aproximava-se de zero, algumas vezes chegando a negativa.

O trimestre de maior precipitação reflete o verão austral (novembro, dezembro e janeiro), dezembro sendo o mês de maior precipitação, com tempestades de verão sempre vindas do sul. A chuva é abundante e, na maioria das vezes, acontece nos fins das tardes, limpando-se o céu ainda antes do anoitecer.

Assim como os invernos, os verões apresentam-se cada vez mais quentes. O regime chuvoso, no entanto, ainda não se modificou visivelmente. A média pluviométrica é de 100 mm mensais entre outubro a março. Já em março, a precipitação pluviométrica começa a diminuir.

Fonte: Perfil News (16/07/2012)

A repercussão desse ano atípico, marcado por grandes enchentes, culminou que no dia 04/12/2012, foi criada pela Lei Municipal 2645 a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil do Município de Três Lagoas (COMDEC/TL) que tem como objetivos:

- I - A Prevenção de Desastres, no que diz respeito à avaliação das vulnerabilidades e às ações de redução dos riscos de desastres;
- II - A Preparação para Emergências e Desastres, no que diz respeito às ações que visam capacitar a comunidade minimizando as consequências dos riscos de desastres;
- III - a Resposta aos Desastres, envolvendo um conjunto de ações que visam socorrer e auxiliar pessoas atingidas, reduzir danos e prejuízos, garantindo o funcionamento dos sistemas essenciais da comunidade quando da ocorrência de um desastre, sendo ele "evento Natural, evento provocado pelo Homem ou evento de característica Mista";
- IV - a Reconstrução E a Recuperação, abrangendo um conjunto de ações destinadas a reconstruir a comunidade atingida, proporcionando o seu retorno à condição de

normalidade e minimizando a ocorrência de risco de novos desastres (TRÊS LAGOAS, LEI Nº 2645, 2012)

Voltando a 2013, no mês de agosto, a precipitação foi de apenas 1,01mm, apesar de seu SPI ficar em -0,336, o classificando como próximo ao normal. Essa estiagem pronunciada foi registrada pela reportagem, Quadro 13, que expressa à preocupação da população com a falta de chuvas, que reduziu a umidade relativa do ar e que pode vem comprometendo a saúde dos municípios.

Quadro 13 – Notícia do dia 06/08/2013

Título:	<i>Umidade do ar está em 20% e deve seguir baixa</i>
Artigo:	<p><i>De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), o tempo deve permanecer seco em Mato Grosso do Sul, até o final da semana. A umidade do ar fica em torno de 20% nesta terça-feira (6), obrigando a população a redobrar os cuidados para evitar problemas respiratórios.</i></p> <p><i>O Inmet alerta ainda para as condições favoráveis a propagação de incêndios. A umidade relativa do ar pode ficar abaixo de 30%, juntamente com altas temperaturas, que variam, de 16°C a 34°C em todo Estado. Na quinta-feira (08), o tempo muda gradativamente no extremo Sul de MS, onde a nebulosidade aumenta e chove no dia seguinte.</i></p> <p>TRÊS LAGOAS</p> <p><i>No município, o clima seco e o céu com poucas nuvens e nenhuma possibilidade de chuva seguem até o fim de semana, segundo previsão do Climatempo.</i></p> <p><i>A umidade relativa do ar seguirá entre 20 à 40%.</i></p>

Fonte: Hoje Mais (06/08/2013)

Novamente em janeiro de 2014, a área urbana de Três Lagoas, sofreu com alagamentos, notícia descreve forte pancada de chuva, com duração de apenas 25 minutos, ocorrida no dia 12, que inundou diversos bairros da cidade, Quadro 14. O mês não foi um dos mais chuvosos da série histórica analisada, registrando apenas 121,16mm e SPI -0,880, o enquadrando na classe moderadamente seca, tendo em vista que a média para o janeiro é de 222,05mm, como anteriormente comentada.

Quadro 14 – Notícia do dia 14/01/2014

Título:	<i>Chuva gera transtornos em TL e pancadas devem continuar durante a semana</i>
Artigo:	<p><i>Chuva e sol... É o que tem ocorrido em Três Lagoas e em várias cidades brasileiras nesse verão. No último domingo (12) um forte chuva, com cerca de 25 minutos de duração, causou transtornos para muitos moradores. Várias ruas em diversos bairros ficaram alagadas.</i></p> <p><i>No Bairro Vila Nova, a viela Professor Júlio Viegas no cruzamento da Rua Elvírio Mario Mancini ficou tomada pela água. Já na Avenida Filinto Müller, na altura da Rua Benedito Soares da Mota, o alagamento impediu que carros saíssem das garagens. Em alguns pontos da cidade existe o relato de que alguns bueiros entupiram por conta do lixo e a água invadiu algumas casas.</i></p> <p><i>Ruas como Domingos Rimolli, no Bairro São Jorge, ficaram intransitáveis por conta da lama e a corrente de água que se forma no meio da via de terra.</i></p>



Foram registrados vários pontos de alagamento na cidade. (Foto: Reprodução facebook)

Tempo

Conforme o site *Clima Tempo*, nesta terça-feira (14) terá sol com muitas nuvens durante o dia. Períodos de nublado, com chuva a qualquer hora. A mínima fica em 22°C e máxima de 34°C. Na quinta-feira (15) a previsão ainda é de chuva, com sol, aumento de nuvens de manhã e pancadas de chuva à tarde e à noite. A mínima ficará em 24°C e máxima de 32°C.

Fonte: Hoje Mais (14/01/2014)

Em 2014, notícia veiculada do mês de abril fornecida pelo meteorologista da Uniderp Anhanguera, Senhor Natalio Abrão, explica a má distribuição de chuvas no estado do Mato Grosso do Sul, ocorrida no mês de março, enfatizando que em alguns municípios as precipitações foram acima da média e em outros foram marcados por secas, Quadro 15. Como foi o caso de Três Lagoas, que registrou apenas 85,34mm de precipitação e SPI de -0,972, moderadamente seco, e trouxe grandes prejuízos a atividade pecuária e a produção de derivados do leite, no município.

Quadro 15 – Notícia do dia 01/04/2014

Título: *Março termina com muita chuva em alguns locais e estiagem em outros*

Artigo: *Além da má distribuição sobre o Estado, as chuvas no mês de março também foram bastante irregulares, segundo o meteorologista da estação meteorológica da Uniderp Anhanguera, Natálio Abrahão. Em algumas regiões choveu acima da média e em outros locais a estiagem prevaleceu.*

A partir de amanhã (2), o outono começa a ganhar força no Estado, principalmente na região central, de acordo com a meteorologia. A estação que antecede o inverno começou no dia 20 de março.

“Agora que o outono vai começar. As chuvas vão ficar mais espaçadas e o sol deve começar a prevalecer, além das temperaturas que ficam mais amenas”, alertou Natálio.

Chuva- Na região central de Mato Grosso do Sul - Campo Grande, Sidrolândia, Terenos e Bandeirantes - choveu em março, mas o nível registrado foi de 150 milímetros, menor do que o esperado para o mês, que é 162 milímetros.

“Teve de tudo neste mês. Em alguns locais choveu demais e em outros choveu muito pouco. E além de má distribuição no Estado, as chuvas foram irregulares em todas as áreas”, disse Natálio. Em Corumbá, a 419 quilômetros de Campo Grande, onde a chuva ficou muito acima da média, em apenas um dia choveu 100 milímetros, segundo Natálio. Os dados reforçam a irregularidade apontada pela meteorologia. Também em Corumbá houve registro de enchentes no mês passado.

Já do outro lado do mapa, na faixa leste do Estado, a falta de chuva foi sentida pelos municípios produtores, como Três Lagoas, distante a 338 quilômetros da Capital.

A estiagem, segundo Natálio, afeta não só os agricultores como os pecuaristas. “Foi um mês muito quente nessas áreas e com falta de chuva. Isso prejudica toda a classe produtiva”.

Fonte: Hoje Mais (01/04/2014)

Verifica-se entre os anos de 2013 a 2014, meses secos, que foram reportados, pela média, acima citados, Tabela 15, que numericamente confirmam o teor das reportagens. No mês de novembro de 2013, registrou-se a seca mais extrema do município e como os meses de janeiro de 2013 e 2014, dezembro de 2013, fevereiro e março de 2014, não são meses tipicamente secos, proporcionado grande alteração no ciclo hidrológico, com repercussões negativas para o funcionamento dos ecossistemas e consecutivamente para a qualidade de vida

da sociedade três-lagoense. Fato este, detectado por Medeiros (2016) ao mencionar, que estas alterações do ciclo hidrológico, impactaram nas vazões da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda:

A estação do verão é caracterizada previamente por altas precipitações, oferecendo à vazão números significativos, contudo as precipitações ocorridas em 2014 se mostraram menores do que a prévia climatológica. Portanto, suas vazões não foram expressivamente elevadas com relação às demais estações do ano, obtendo pouca variação (MEDEIROS, 2016, p.188)

Tabela 15 – Comportamento das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, de Outubro de 2013 a Março de 2014

Mês/Ano	Precipitação mensal (mm)	Valor de SPI	Classificação SPI
Outubro/2013	53,84	-0,679	Moderadamente seco
Novembro/2013	34,80	-2,218	Extremamente seco
Dezembro/2013	210,57	0,407	Próximo ao normal
Janeiro/2014	121,16	-0,880	Moderadamente seco
Fevereiro/2014	87,37	-1,157	Muito seco
Março/2014	85,34	-0,972	Moderadamente seco

Percorre-se o ano de 2014 até o mês de outubro que noticiaram redução dos volumes dos rios incluindo um dos principais rios contidos no município de Três Lagoas/MS o Rio Sucuriú, que é afluente do Rio Paraná e têm sua importância para diversos empregos e usos desde a geração elétrica até irrigação de plantios Quadro 16.

Quadro 16 – Notícia do dia 27/10/2014

Título:	Além da seca do Sucuriú, rancheiros sofrem com a constante queda de energia
Artigo:	<p><i>Conforme foi retratado recentemente pelo Hojemais, as águas do Rio Sucuriú estão baixando a níveis preocupantes. No último fim de semana choveu na região, mas não foi o suficiente alterar o quadro. Este, porém, não é o único problema que está sendo enfrentado pelas dezenas de rancheiros às margens do rio. A constante queda de energia elétrica também tem tirado o sono dos ribeirinhos. “Falta luz direto”, denunciou José Coimbra, 64 anos. Segundo ele, da última vez, eles ficaram sem energia das 23h às 11 horas do dia seguinte. “Geralmente a gente perde carne e verdura”, diz ao responder sobre os prejuízos causados pela queda de energia. Já Manoel Linhares, 72 anos, relata que chegou a ficar três dias sem luz, o que acaba refletindo também na falta de água, já que o seu reservatório é abastecido através de motor elétrico. Ele sofre prejuízos também com a criação de peixe em cativeiro.</i></p> <p>RIO SECO</p> <p><i>Em relação às águas reduzidas do Rio Sucuriú, José Coimbra disse que nunca presenciou algo semelhante, desde que se mudou para aquele local. Especificamente no rancho de sua propriedade, diz que as águas recuaram cerca de 18 metros, praticamente acabando com a praia. A sua expectativa é que tudo volte ao normal quando a hidrelétrica de Ilha Solteira abrir as suas comportas. Por enquanto ele diz que ainda não está tendo grandes prejuízos, porque ainda tem peixe para a pesca. “Vai ser preocupante se continuar sem chover”, diz. Depois da seca, segundo ele, nenhuma autoridade ambiental “deu o ar da graça”.</i></p> <p><i>Morador às margens de uma espécie de desvio do rio, Manoel Linhares lamenta o sumiço de peixes, já que as águas naquele trecho foram reduzidas a praticamente nada. Mesmo assim ele não reclama. “Tudo que Deus faz é bem feito”, pondera. Sua expectativa é que tudo volte ao normal em janeiro ou fevereiro.</i></p>



José Coimbra perdeu cerca de 18 metros de praia (Foto: João Maria Vicente)

Fonte: Hoje Mais (27/10/2014)

Em 2014, o acumulado de chuvas foi de 1060,57mm, com média de 88,38mm e a mediana de 93,09mm, e quando se observam as precipitações mensais, se nota que abril e agosto, tiveram chuvas acima da média, enquanto que os demais meses foram abaixo, Tabela 16.

O problema da seca relatado na notícia, Quadro 16, mostra os reflexos da estiagem na paisagem, marcadas pela redução da vazão e consecutivo aumento do leito seco do rio Sucuriú, pela interrupção do fornecimento de energia elétrica, pela diminuição da pscosidade dos rios da região e descaso das autoridades locais, com esses problemas.

Tabela 16 – Comportamento das Precipitações e dos SPIs no Município de Três Lagoas/MS, em 2014.

	Precipitação de 2014 (mm)	Média da série histórica(mm)	Valor de SPI	Classificação SPI
Jan	121,16	222,05	-0,88	Moderadamente seco
Fev	87,37	188,42	-1,157	Muito seco
Mar	85,34	164,64	-0,972	Moderadamente seco
Abr	121,67	91,99	0,692	Moderadamente úmido
Mai	45,21	56,39	-0,094	Próximo ao normal
Jun	5,84	27,64	-0,243	Próximo ao normal
Jul	98,8	19,9	2,355	Extremante úmido
Ago	0	23,93	-0,431	Próximo ao normal
Set	120,65	73,76	0,955	Moderadamente úmido
Out	125,72	97,17	0,624	Moderadamente úmido
Nov	177,03	146,79	0,554	Moderadamente úmido
Dez	71,78	188,46	-1,804	Muito seco

O ano de 2015 teve seu início muito seco, com janeiro registrando apenas 57,41mm e SPI de -1,945, o classificando como muito seco, porém as chuvas abundantes não deixaram de ocorrer. Em fevereiro, novas chuvas torrenciais, alagaram a cidade de Três Lagoas, neste mês, o montante de precipitação chegou a 226,81mm, que resulta no SPI de 0,544, moderadamente úmido, Quadro 17.

Também em março foi registrado chuvas abundantes, com acréscimo das precipitações para 239,78mm e SPI de 0,947, o enquadrando na classe moderadamente úmida, afetando em muito a vida dos munícipes, que não estão acostumados a terem alagamentos em março..

Quadro 17 – Notícia do dia 26/02/2015

Título: *Chuva causa estrago em escolas de Três Lagoas*

Artigo: *Nas Escolas Dom Aquino e Edwards Corrêa a água impossibilitou a realização das aulas.*



O Hojemas acompanhou os estragos feito pela chuva na manhã desta quinta-feira (26) em todos os bairros do município. Vários internautas compartilharam conosco fotos de bairros completamente alagados que trouxeram prejuízo aos moradores. As escolas também não escaparam da força da chuva.



Fonte: Hoje Mais (26/02/2015)

Logo as chuvas diminuíram e causaram preocupação, principalmente para as empresas do setor celulósico que tem seus plantios no município de Três Lagoas/MS. A redução das chuvas no outono de 2015, Tabela 17, ficaram próximos aos padrões das normais, em abril, seu SPI foi de -0,368. Os demais meses tiveram sua redução de precipitação obedecendo a normal, salvo o mês de junho, que precipitou um pouco a mais e subiu para a classe muito úmida, mas não suficiente para ter alagamentos no município.

Tabela 17 – Comportamento das Precipitações e dos SPIs no Município de Três Lagoas/MS de Abril a Agosto de 2015.

Meses	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Precipitação (mm)	64,51	45,05	61,7	16,5	21,84
Valor SPI	-0,368	-0,086	1,057	0,154	0,418
Classificação SPI	Próx. a Normal	Próx. a Normal	Muito úmido	Próx. a Normal	Próx. a Normal

Com o outono e inverno mais secos, obedecendo as normais, as empresas agrofloretais e pecuárias se prepararam para o controle e combate a incêndios, como pode ser observado na notícia do Quadro 18. O cerrado da região de Três Lagoas tem como característica incêndios naturais, por raios ou provocados por ações antrópicas, sobretudo, entre os meses de junho a agosto, devido à redução nos volumes de precipitações e a perda de folhas da vegetação.

Nestes períodos, também ocorrem tempestades, como em junho de 2015, com precipitação um pouco a mais do esperado e a queda de raios favorecem os incêndios.

Quadro 18 – Notícia do dia 24/08/2015.

<p>Título: <i>Eldorado trabalha no controle de incêndio florestal</i></p> <p>Artigo:</p>	<p><i>Em entrevista ao Hojemais, Davi Evandro Fernandes, engenheiro agrônomo e responsável por conduzir as ações da área de pesquisa e tecnologia florestal da Eldorado afirma que trabalham para evitar e combater incêndios florestais no período de seca.</i></p> <p><i>Segundo Davi, diariamente existem 20 pessoas ligadas a ele, dentre engenheiros e técnicos, trabalhando para desenvolverem a melhor tecnologia para prevenir e controlar incêndios florestais.</i></p> <p>ROTINA</p> <p><i>Ele dividiu as ações em três pilares: “O período de seca é uma época crítica, raramente chove, a temperatura sobe e os riscos de incêndio aumentam”, explicou ainda que internalizar, implantar experimentos nas áreas de plantio, calcular estatísticas de controle, de fertilização, controle biológico de pragas e doenças, estão ligados com as ações de prevenção de combate de incêndio.</i></p> <p>PREVENÇÃO</p> <p><i>Davi disse que a melhor maneira de controlar é evitar que ele aconteça, trabalhando junto com ‘reflore’ e a mídia para a conscientização das pessoas, em parceria com colaboradores que levam informações sobre o risco à população.</i></p> <p>DETECCÃO</p> <p><i>A Eldorado possui 11 torres de 45m de altura e trabalham hoje com binóculo, para monitorar diariamente, focos de fumaça e de incêndio. Desenvolvem tecnologias, além da possibilidade de trazerem câmeras para essas torres, para monitorar 24 horas.</i></p> <p>CONTROLE</p> <p><i>Todos os anos fazemos reciclagem de treinamento de colaboradores da área florestal. A equipe que trabalha mais próximo ao incêndio, entra em contato e é feito o deslocamento com caminhões tanque e água para controlar o fogo.</i></p> <p><i>São mais de 200 mil hectares de área de eucalipto; porém, no total são mais de 300 mil hectares incluindo reservas e áreas preservadas. O engenheiro informou que os incêndios são muito maléficos não só do ponto de vista econômico, mas também ambiental.</i></p> <p>CONSCIENTIZAÇÃO</p> <p><i>O trabalho de conscientização visa lembrar, orientar e instruir as pessoas sobre os riscos, como: jogar ponta de cigarro nas estradas, fazer pequenas fogueiras e fagulhas elétricas que podem tomar grandes proporções e virar incêndios florestais. Além desses riscos, existem os raios, que é um fator frequente e que foge do controle destas ações. Estas são as principais causas de incêndios.</i></p>
--	--

ESTATÍSTICA

Todas as ações são registradas pela Eldorado e geram estatísticas: “Apesar de ser uma empresa relativamente nova, nos últimos três anos registramos uma média de 27 focos que controlamos por ano. Atuamos no foco e na conscientização. Nossa meta é anualmente reduzir os focos e consequentemente os danos por incêndios” explicou. As pessoas podem ainda ajudar, entrando em contato em situações de risco de danos florestais, ligando no (67)9839-5353. “É responsabilidade de todos evitarem queimadas, que refletem na comunidade como um todo”, concluiu. (Com informações de Aurora Villalba)

Fonte: Hoje mais (24/08/2015)

As chuvas tiveram acréscimos a partir do início de outubro e novembro de 2015, esses volumes de chuvas causaram prejuízos na cidade de Três Lagoas, Quadro 19. Os estragos causados pela chuva mostram dois lados, um que as chuvas forma intensas e com volume considerável, e outro que o município, principalmente, a área urbana não tem infraestrutura de drenagem dimensionada para suportar as quantidades de chuvas que caíram no município.

Quadro 19 – Notícia do dia 09/11/2015.

Título: Chuvas e Falta de infraestrutura prejudicam ruas e causam prejuízos

Artigo:



A falta de infraestrutura nas ruas de Três Lagoas (MS) é visível até mesmo para aqueles que não querem ver. Por toda cidade é necessário atenção para não cair em buracos ou valas que se formam com o tempo e falta de atenção da administração municipal, que por sua vez, insiste em dizer que está tudo certo, que está tudo bem e, que a cidade está organizada.



Meire Sueli, residente no Bairro Vila Zucão e o buraco em frente sua casa

Nossa reportagem na manhã de hoje (09) foi acionada por moradores de todos os bairros, para comparecer e registrar a situação caótica das vias após a chuva de ontem.

Visitamos alguns bairros e constatamos que a população tem toda razão em reclamar sobre a falta de infraestrutura nas ruas e avenidas da cidade.



“A Prefeita e os vereadores certamente não andam na cidade, ou não querem ver a quantidade de buracos, quero ver se algum vereador vai ter coragem de vir na minha casa pedir voto, pois eles não tem respeito com a população” disse Meire Sueli, moradora da Rua Rolando Lero, no Bairro Vila Zucão. Onde é melhor não transitar com veículos, devido a péssima situação da via.



Fonte: Rádio Caçula (09/11/2015)

Devido ao rápido crescimento populacional e dos imóveis, causados pela chegada de grandes empresas na cidade, a partir de 2006, a população ocupou novas áreas, criando grandes vazios especulativos, que impermeabilizados pelos arruamentos e edificações prediais, reduziram as áreas de infiltração de água e aumentaram o escoamento superficial, agravando ainda mais a problemática da drenagem urbana da cidade, gerando grandes erosões e transtornos à população, Quadro 19.

A notícia veiculada no dia 25/11/2015, Quadro 20, sobre as chuvas que caíram no dia anterior mostram a grande anomalia que se formou sob Três Lagoas e causou grandes prejuízos, devido a alagamentos e destelhamentos. O Centro de Monitoramento de Tempo e do Clima (CEMTEC) noticiou “*que até o dia 20 do corrente mês já havia chovido cerca de 205mm, ultrapassando a média histórica de 146,7mm*”, mas quando se verifica os dados da série histórica fornecida pela Fribria Celulose MS Ltda. encontra a média de 146,79mm, muito semelhante à do CEMTEC, como isso se tem a maior precipitação em novembro de 1997, com 306,9mm e SPI de 1,634, o classificando como muito úmido.

Quadro 20 – Notícia do dia 25/11/2015.

Título: *Princípio de tornado foi registrado nesta terça-feira (24) em Três Lagoas*

Artigo:



Duas horas de chuva e ventos fortes foram o suficiente para alagar a cidade e causar transtornos ao povo de Três Lagoas nesta terça-feira (24).

De acordo com informações do IPMet neste período choveu cerca de 78 mm e as rajadas de vento formaram o início de um tornado composto por nuvens carregadas, chamadas de Cumulus Nimbus.

Dados divulgados pelo CEMTEC (Centro de monitoramento de apontam que até o dia 20 do corrente mês já havia chovido cerca de 205mm, ultrapassando a média histórica de 146,7mm.

Fonte: Radio Caçula (25/11/2015)

A defesa civil da área urbana do município mapeou as áreas com alagamento, Figura 26, mostra a necessidade de plano de drenagem urbana, para controle do escoamento e fomento a infiltração das chuvas. Porém, mesmo com o mapeamento das áreas críticas de alagamento, feitos pela defesa civil, praticamente nenhuma grande obra corretiva e preventiva, foi desenvolvida, com a alegação de falta de recursos financeiros, por parte da prefeitura municipal.

6 POSSÍVEIS PROJETOS E AÇÕES PARA PREVENÇÃO DE EVENTOS CAUSADOS PELAS PRECIPITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS/MS

No ano de 2011 pelo Decreto Presidencial nº 7.513¹², o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) que:

...adota uma estrutura técnico-científica especializada, desenvolvendo capacidade científica, tecnológica e de inovação para continuamente aperfeiçoar os alertas de desastres naturais. O objetivo principal da Instituição é realizar o monitoramento e emitir alertas de desastres naturais que subsidiem salvaguardar vidas e diminuir a vulnerabilidade social, ambiental e econômica decorrente desses eventos (CEMADEN, 2017).

O CEMADEN tem diversos projetos que funcionam como o projeto Lorena Resiliente, publicado no Diário Oficial da União em 16 de novembro de 2015 e implantado no ano de 2016, sendo pioneiro para diminuir o risco de desastres, por meio da atuação multidisciplinar e conjunta entre poder público das diferentes esferas (municipal, estadual e federal), sociedade civil e setor privado (CEMADEN, 2017).

O projeto de Lorena tinha sete pluviômetros semiautomáticos do Cemaden em escolas municipais, e como a cidade apresenta três centros universitários, sendo dois privados (Universidade Salesiana-UNISAL, Faculdades Integradas Teresa D'Ávila-Fatea e Universidade de São Paulo), estes também foram envolvidos para a criação de sistema de alerta para prever e avisar o poder público e as comunidades vulneráveis. Desta forma ações de educação e mobilização social proporcionaram maior resiliência ao município de Lorena.

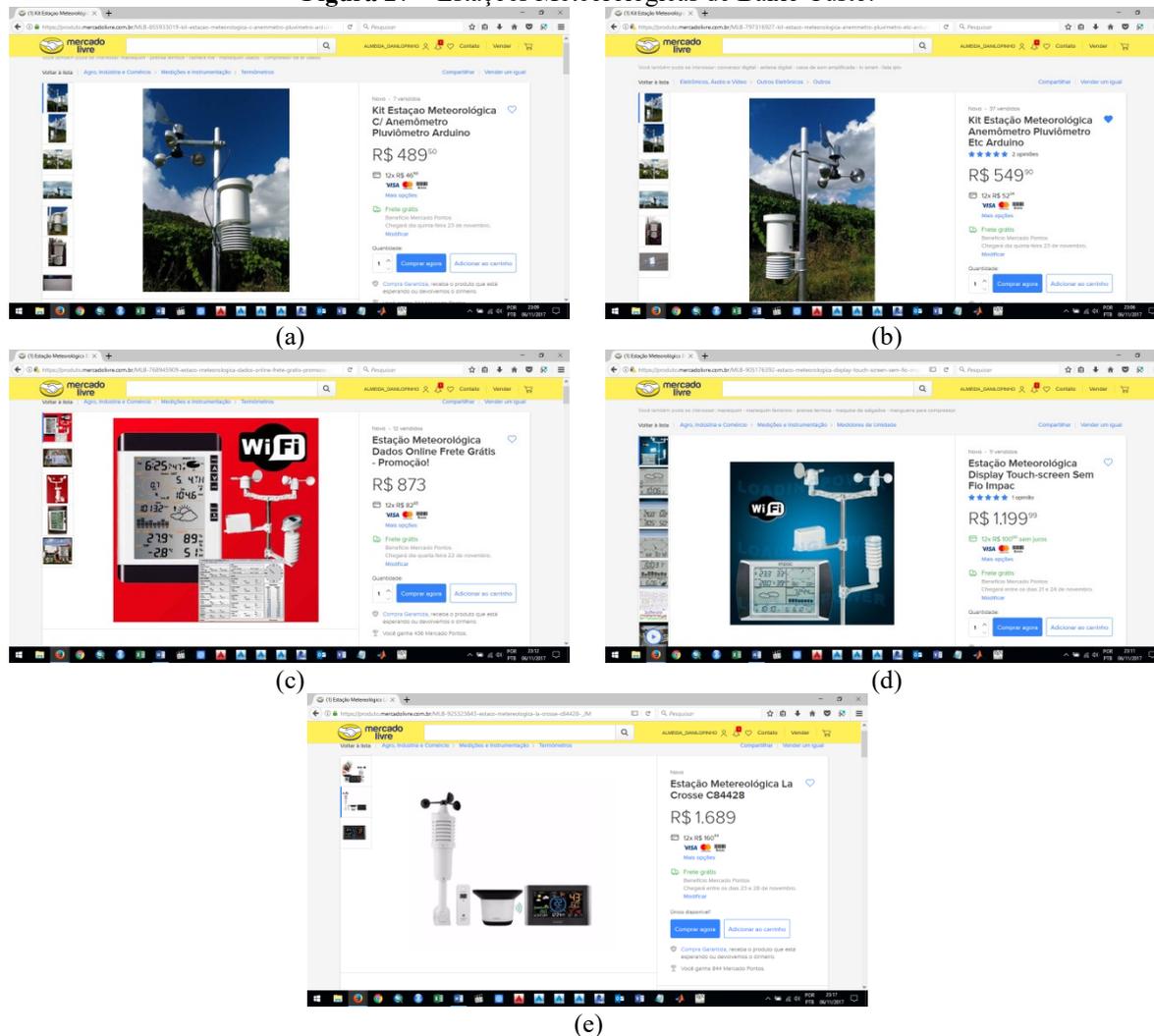
Seguindo o modelo do projeto Lorena Resiliente o município de Três Lagoas pode munir-se de equipamento de baixo custo que são de fácil aquisição como pode ser visto pela

¹² Revogado pelo Decreto nº 8.877, de 2016. Sobre as competências do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais o Art. 36:

I - elaborar alertas de desastres naturais relevantes para ações de proteção e de defesa civil no território nacional;
 II - elaborar e divulgar estudos visando à produção de informações necessárias ao planejamento e à promoção de ações contra desastres naturais;
 III - desenvolver capacidade científica, tecnológica e de inovação para continuamente aperfeiçoar os alertas de desastres naturais;
 IV - desenvolver e implementar sistemas de observação para o monitoramento de desastres naturais;
 V - desenvolver e implementar modelos computacionais para previsão de desastres naturais;
 VI - operar sistemas computacionais necessários à elaboração dos alertas de desastres naturais;
 VII - promover capacitação, treinamento e apoio a atividades de graduação em suas áreas de atuação; e
 VIII - emitir alertas de desastres naturais para o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, do Ministério da Integração Nacional, auxiliando o Sistema Nacional de Defesa Civil.

Figura 27 que o em minutos se tem em apenas um site de compra na internet. Os preços variaram de R\$489,50 a R\$1.689,00 (com frete grátis).

Figura 27 – Estações Meteorológicas de Baixo Custo.



Dado o baixo valor para compra dos equipamentos se abrem oportunidades de antecipação de eventos como as secas e chuvas abundantes visando a melhoria da qualidade de vida da população três-lagoense e circunvizinhas.

O uso de índice de seca, em especial o de precipitação padronizada (SPI), pode contribuir para a antecipação de eventos como Morid et. al (2006) que explica sobre a detecção do início da seca, sua variação espacial e temporal de forma consistente e pode ser recomendado para o monitoramento operacional das secas no Iran. Desta maneira, os cálculos de SPI feitos para o município de Três Lagoas/MS, podem contribuir de forma singular nos projetos urbanos de rurais.

O modelo matemático do comportamento das precipitações de Três Lagoas/MS, apresentado, como trabalho de conclusão de curso em engenharia sanitária e ambiental, intitulado *Modelagem das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS, no Período de 1983 a 2016*, desenvolvido por (ALMEIDA, 2017), com baixo nível de erros foi testado com os dados do índice de precipitação padronizado (SPI) e obtiveram-se resultados muito bons, especialmente para a detecção de eventos extremos de seca e de umidade.

Andrade (1982, p. 245) salienta sobre quatro parâmetros para enfrentamento das adversidades pluviométricas no nordeste brasileiro:

1° - ajustamento do meio físico ou geográfico: água suficiente e distribuição racional com preparação pedológica ou do solo; 2° - ajustamento do homem nordestino ao meio geográfico ao meio geográfico valorizado; 3° - recrutamento e adestramento de técnicos, numérica e moralmente suficientes; 4° - preparação política (ANDRADE, 1982, p. 245).

Estes parâmetros podem ser utilizados em Três Lagoas/MS, para gerarem orientações técnicas para o uso, ocupação e manejo da terra, de acordo com suas aptidões, para nortear o planejamento de atividades produtivas, que refletem direta e indiretamente na drenagem, do município como um todo e mais especificamente da área urbana.

Segundo o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas – PNMH (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1987, p.12-13) a difusão de orientações para o manejo do solo de forma a permitir uma maior infiltração e menor escoamento superficial das águas fluviais para maximizar a utilização destes cursos para recuperar e preservar o meio ambiente; viabilizar técnicas de irrigação, que, aliadas ao controle das águas pluviais, proporciona a redução do risco de estiagem; garantir a oferta de alimentos básicos à comunidade, aumentando a renda líquida do produtor rural e reduzindo os custos desses alimentos para toda a sociedade. Este último se torna mais complexo e dependente de muitas variáveis para o município.

Sobrinho (1982), em sua obra, intitulada *História das Secas no Século XX*, que relata as diversas políticas, decretos, estudos e projetos para que o nordeste brasileiro deixasse de ser afetado pelas secas. Dentre as ações relatadas chama a atenção para as culturas econômicas ou culturas secas que se desenvolvem com baixo custo de irrigação e alta produtividade (principalmente para os alimentos). Esta ação pode ser desenvolvida para o cultivo de florestas e agricultura, para diminuição da irrigação. Outro projeto que se aponta para o problema da seca é o reflorestamento, que protege o solo e aumenta a concentração de água no solo e no ar.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2003, p.37) as diferenças no uso do solo podem provocar circulações atmosféricas do tipo brisa e que florestas e pastagens, apresentam funções de gradientes de impactos nas trocas de calor e

evapotranspiração. E as circulações atmosféricas também podem sofrer alteração pela disponibilidade de água no solo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises dos dados sem o uso de métodos especializados, para o entendimento das secas e chuvas abundantes, e estatísticas intermediárias, trazem raso entendimento sobre tais fenômenos, como observar os anos com maior ou menor quantidade de precipitação se torna superficial, devido à distribuição irregular das chuvas ao longo dos meses. Por essa razão, os índices de seca são ferramentas indispensáveis para a análise do comportamento dos eventos de secas e chuvas abundantes, neste trabalho foi o índice de precipitação padronizada (SPI), que têm suas aplicações voltadas essencialmente para a seca meteorológica. Usando como unidade de tempo para análise, meses e anos, no período de 1983 a 2015. Análise está, paltada no comportamento estatístico da intensidade, duração e frequência das precipitações. Os dados trabalhados foram fornecidos pela Fibria MS Celulose Ltda., pois estatisticamente eram mais confiáveis que os oficiais.

Na série histórica de 1983 a 2015, as precipitações totais anuais, apresentaram grande variação em torno da média, que é de 1302,4mm, além de anomalias, sendo mensurado o extremo de precipitação anual, de 1.683,2mm, em 1997 e o extremo de seca, com apenas 934,97mm, em 2013. Aponta-se os meses de fevereiro, março, abril, junho, julho, agosto e novembro, que tiveram grandes anomalias de chuvas abundantes, e os meses com comportamento estatístico, com menores precipitações, foram junho, julho e agosto, que tiveram eventos extremos, em junho/2012, com 219,46mm, julho/2014, com 98,80mm e agosto/1986, com 160,70mm.

Quando se realizou os cálculos para a verificação das normais mensais provisórias, pelo uso da normativa da Organização Mundial de Meteorologia, se obtém resultados que divergem de dados oficiais realizados no período de 1961 a 1991, pelo IBGE. Notou-se que os meses que eram chuvosos, seus valores aumentavam e os menos chuvosos, diminuía mais sua pluviosidade.

Segundo o SPI apontaram dez meses de seca extrema, sendo o mais severo, registrado em abril de 2002, com índice de -3,657, e cinco meses com umidade extrema, sendo o maior, verificado em junho de 2012, com 2,606.

Os resultados do SPI de extrema seca concentraram-se nos anos de 1983, 1985, 1990, 2002, 2009 e 2015, e os extremamente úmidos, os anos de 1986, 2010 a 2012.

Os casos extremos de seca, menor ou igual ao SPI de -2,0 são observados em dezembro/1985, novembro/1991 e abril/2002, enquanto que os casos de extrema umidade em agosto/1986, março/2011 e junho/2012. As anomalias para secas em fevereiro com três sendo

dois abaixo de -2,0 (extrema seca), março com um (abaixo de -3,0 – seca extrema), abril com dois ambos abaixo de -3, e dezembro com um menor que -2.

A análise de *cluster* mostrou que os anos de 1991 e 2013 são semelhantes para as secas tendo suas precipitações anuais, respectivamente, 978,90mm e 934,98mm. Enquanto que os anos mais chuvosos foram: 2000, com 1398,70mm e 2005, com 1425,20mm. Esta análise permitiu que as precipitações ou as variações dentro do ano fossem mais importantes que o volume total precipitado no ano, por exemplo, o ano de 1997 choveu 1683,20mm, porém sua distribuição durante o ano foi muito irregular. Os meses de julho e agosto são os mais secos, e junho, apresenta alguns episódios com chuvas irregulares, e as chuvas mais abundantes ocorreram em novembro e dezembro, porém, em janeiro, registraram-se chuvas irregulares. A proximidade dos meses de abril e outubro chamou atenção, pois o segundo tem seu marco importante no calendário hidrológico em que se inicia o período chuvoso e o primeiro fecha o período das chuvas para a entrada do período seco. Este agrupamento mostra que ambos têm suas características semelhantes na duração dos eventos de chuvas.

A duração dos eventos de seca e umidade em meses consecutivos foram que mostrou que quantidade de eventos úmidos consecutivos em relação aos eventos secos, principalmente, em 2009, com nove meses na classe úmida.

As frequências de precipitação de zero a 50mm que são maioria, ocorreram em 33,08% dos meses, enquanto que os eventos de maior quantidade de chuvas de 450 a 500mm, se limitam apenas a 0,51%.

Foi possível perceber um movimento de oscilação entre altas e baixas, que existem três formas de oscilação: anual (O_1), bianual (O_2) e quadrianual (O_4). Foi observado que existe padrão nos movimentos de oscilação das cristas de forma que a oscilação de dois anos (O_2) são seguidas de oscilações anuais (O_1), porém o período compreendido de 1989 a 1998 teve seu padrão alterado tendo oscilação de quatro anos (O_4) ao invés de dois anos (O_2).

A análise dos resultados do índice de precipitação padronizada (SPI) do município mostra que a classificação de moderadamente úmida, ocorreu em 16,92%, ou seja, 67 meses, seguido de muito úmido, com 14,14% ou 56 meses e 12,88%, equivalendo a 51 meses, classificado de moderadamente seco. A normalização do índice não permitiu verificar movimentos periódicos como ciclos, e conseqüentemente dificulta outros tratamentos estatísticos como as previsões de eventos futuros para as classificações de seca e umidade.

O resgate de notícias não foi algo fácil visto que o recorte temporal tem sua extensão em 33 anos, e por isso não se tem neste trabalho o registro de todos os anos. Porém foi possível mostrar alguns recortes de notícias que mostraram problemas como secas e alagamentos no

município de Três Lagoas, e que estes problemas existem mais por interesses políticos que falta de conhecimento técnico.

Recomenda-se que trabalhos futuros, sejam feitos como os cálculos do SPI diário e não mensal, porém se tem a limitação da disponibilidade de dados diários confiáveis para o município, estes dados existem apenas a partir de 2008, fornecidos pela empresa Fibria MS Celulose Ltda., porém num universo limitado de apenas dez anos, sendo o mínimo recomendados de 30 anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.P. **Modelagem das Precipitações do Município de Três Lagoas/MS no Período de 1983 a 2016**. Monografia. Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da AEMS/Três Lagoas/MS, 2017.

ALMEIDA, M. Períodos de seca em Portugal Continental. **Revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica**. Lisboa, p. 27-56, 1981.

ALTAMIRANO, R. J. A. **Climatologia dos Eventos Chuvosos e Secos Severos, Extremos e muito Extremos usando o Índice de Precipitação Normalizada (SPI) para as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. 2010**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2010.

ANDRADE, F.A. **Uma nova história das secas**. In: *Quarto Livro das Secas*. Org. ROSADO, V. Coleção Mossoroense, Vol. CLXXXV, 1982.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Previsão de vazões com base na previsão climática**. Projeto BRA/00/029. Capacitação do Setor Elétrico Brasileiro em Relação à Mudança Global do Clima. 2003.

ANTUNES, A.S. **Fenômenos de precipitação pluvial intensa: análise da espacialidade e variabilidade na bacia hidrográfica do rio Piracicaba-SP**. Dissertação de mestrado. USP/FFLCH. 2015.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Difel, 332p., 1986.

BARROS, Thiago Henrique Bragato. **A construção discursiva em arquivística: uma análise do percurso histórico e conceitual da disciplina por meio dos conceitos de classificação e descrição**. Dissertação (Mestrado) em Mestre em Ciência da Informação pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista, campus de Marília, 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.

BLANCO, H.G.; GODOY, H. **Cartas das chuvas no estado de São Paulo**. Campinas: IAG. Secretaria da Agricultura, 1967.

- BLUMENSTOCK, G., Jr. Drought in the US analyzed by means of the theory of probability, U.S.D.A. **Tech. Bull.** 819, GPO, Washington, DC, 1942.
- BONACCORSO, B., BORDI, I., CANCELLIERE, A., ROSSI, G., SUTERA, A. Spatial variability of drought: An analysis of the SPI in Sicily. **Water Resour. Manage.** 17, 273–296, 2003.
- BOTELHO, R. G. M. e SILVA, A S., 2004. **Bacias Hidrográficas e Qualidade Ambiental.** In: *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.* Antônio Carlos Vitte e Antônio José Teixeira Guerra (Org.). Rio de Janeiro, Bertrand, 2004.
- BRITISH RAINFALL ORGANIZATION, British Rainfall, Air Ministry, Meteorological Office, London, 1936. In: **World Meteorological Organization, Drought and Agriculture,** Technical Note 138, Geneva, Switzerland, 1975.
- BRUCE, James P. Natural disaster reduction and global change. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 75, n. 10, p. 1831-1835, 1994.
- CAPEL, José Jaime Molina. **Los climas de España.** Oikos-Tau, Barcelona, v. 429, 1981.
- CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J; DIAS, M.A.S.; SILVA, M.G.A.J. **Tempo e clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de textos, 2009.
- CEMADEN - CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTA DE DESASTRES NATURAIS. **Projeto Cemaden** – Lorena Resiliente: 1 de setembro de 2016. Cidades Resilientes, Projetos, Projetos Participativos. <<http://www.cemaden.gov.br/projeto-cemaden-lorena-resiliente>> Acesso em 06 nov 2017.
- CERA, Jossana Ceolin; FERRAZ, Simone Erotildes Teleginski. Variações climáticas na precipitação no sul do Brasil no clima presente e futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, 81 - 88, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620130588>
- CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geosystems: an introduction to physical geography.** 8th ed, 2012.
- CORDANO, Emanuele; ECCEL, Emanuele. **Package ‘RMAWGEN’.** 2014.
- CRESPO, Antônio Arnot. **Estatística fácil.** São Paulo, Saraiva, 19ªed., 2009.

CUNHA, R. L. A. **Definição de cenários de referência para avaliação dos impactos das secas**. 2008. 147f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.

DAMÉ, Rita de Cássia Fraga; TEIXEIRA, Cláudia Fernanda Almeida; LORENSI, Raquel Paula. Simulação de precipitação com duração horária mediante o uso do modelo Bartlett-Lewis do pulso retangular modificado. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 1, 2007.

DIAS, M. A. F. S.; SILVA, M. G. A. J. **Para entender tempo e clima**. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, A. F. S. (Org.) *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Texto, 2009. p. 15-21.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Las necesidades de água de los cultivos**. Roma FAO, p.194, 1997.

DRACUP, J. A., LEE, K. S., PAULSON, F. G., JR. On the definition of droughts. **Water Resources Research**, 16 (2) (1980) 297–302.

DREW, D. **Processos interativos homem – meio ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 206 p.

DUFEK, A. S.; AMBRIZZI, T. Precipitation variability in São Paulo State, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 93, n. 3-4, p. 167-178, 2008.

EVERITT, B. S.; LANDAU, S.; LEESE, M. Cluster analysis. **Edward Arnold and Halsted Press**, 1993.

FERNANDES, André Luís Valverde. **As Transformações da Paisagem nas Bacias Hidrográficas Influenciadas pelo Complexo Celulósico: Três Lagoas e Selvíria, MS**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. 2013.

FERNANDES, Diego Simões et al. **Índices para a Quantificação da Seca**. Embrapa Arroz e Feijão, 2009.

FIETZ, Carlos Ricardo; FRIZZONE, José Antônio; FOLEGATTI, Marcos Vinícius; URCHE, Mário Artemio. **Precipitação esperada, em diferentes níveis de probabilidade, na região de Dourados, MS**. Revista Ciência Rural, Santa Maria, v. 28,, n.1, p29-34, 1998.

GIBBS, W. J.; MAHER, J. V. Rainfall deciles as drought indicators. **Melbourne: Commonwealth of Australia, Bureau of Meteorology. Bulletin**, 48, 1967. p.84.

GOIS, G. de. **Caracterização da seca e seus efeitos na produção da cultura do milho para as diferentes regiões do estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. p.81, 2005.

GUEDES, Roni Valter de Souza; MACEDO, Maria José Herculano; SOUSA, Francisco de Assis Salviano de. Análise espacial de eventos de secas com base no índice padronizado de precipitação e análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 23, Março, p.55-65, 2012.

HANUSZ, Zofia; TARASINSKA, Joanna; ZIELINSKI, Wojciech. Shapiro-Wilk test with known mean. **REVSTAT-Statistical Journal**, v. 14, n. 1, p. 89-100, 2016.

HUDSON, H. E., HAZEN, R. **Drought and low streamflow**. In: *Chow, V. T. (ed.), Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, Chap. 18, 1964.*

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Site: www.inmet.gov.br. 2017.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas**. Brasília, Distrito Federal, 2010.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Condições de neutralidade no Pacífico equatorial**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso 13 de abril de 2017.

KAPPEL, Mateus Araújo; RODRIGUES, AAA. O uso do gráfico de controle X e R no monitoramento do volume de envase de refrigerante. **Revista FAMAT** n.10, 2008.

LEE, Tae-Hwy; WHITE, Halbert; GRANGER, Clive WJ. Testing for neglected nonlinearity in time series models: A comparison of neural network methods and alternative tests. **Journal of Econometrics**, v. 56, n. 3, p. 269-290, 1993.

LINSLEY, R. K., JR., KOHLER, M. A., PAULHUS, J. L. H. **Hydrology for Engineers**. 2^a ed. McGraw-Hill, Kogakusha, Tokyo, 1975.

LUCENA, Leandro Ricardo Rodrigues. **Análise de lacunaridade de fenômenos agroambientais**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2015.

LUZ, G. **Oceano Atlântico Sul e a precipitação no estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – USP/FFLCH. São Paulo. 2010.

MACHADO, Pedro José de Oliveira; TORRES, Filipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MAIA, A.H.N.; MEINKE, H.; LENNOX, S.; STONE, R.C. Inferential, non-parametric statistics to assess quality of probabilistic forecast systems. **Monthly Weather Review**, v.135, p.351-362, 2007.

MARCUZZO, Francisco; OLIVEIRA, Nayhara Lima de. Impacto do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do estado do Mato Grosso do Sul (Impact of El Niño and La Niña in the maximum daily rainfall of the state Of Mato Grosso do Sul). **Acta Geográfica**, v. 6, n. 13, p. 193-206, 2012.

MARENGO, J.A. **Mudanças climáticas e eventos extremos no brasil**. 2004.

MARQUELLI, W.A.; SEDIYAMA, G.G. **Balanço hídrico visando ao máximo a precipitação natural**. In: SEDIYAMA, G.C. *Necessidade de água para os cultivos*. Brasília, ABEAS, p.86-127, 1987.

MATUTE, E.; HACHEM, A.M. **Necessidade de água para irrigação**. Brasília. PROVARZEAS/PROFIR, p.24, 1893.

MCKEE, T.B., DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. **Drought monitoring with multiple time scales**. Ninth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan 15-20, 1995, Dallas TX, pp. 233-236, 1995.

MCKEE, T.B.; DOESKEN, N. J.; KLIEST, J. **The relationship of drought frequency and duration to time scales**. In: *Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA*. American Meteorological Society, Boston, MA. 179-18, 1993.

MEDEIROS, R.B. **A influência do comportamento termopluviométrico na quantidade, qualidade e enquadramento das águas superficiais da bacia do Córrego Moeda, Três**

Lagoas/MS. Trabalho de conclusão de curso. Curso de geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL, 105p., 2013.

MEDEIROS, R.B. **Procedimentos metodológicos para análise da vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas com um estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS em 2014.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL, 341p., 2016.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M.. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MINGOTI, Sueli A.; GLÓRIA, Fernando Augusto Alves. PrevGeo-A geoestatística aplicada em estudos de séries temporais: uma comparação com os métodos de Holt-Winters e Box e Jenkins. **Produto e Produção**, v. 6, n. 1, 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PNMH – PROGRAMA NACIONAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS. **Manual Operativo.** 1987.

MISHRA, Ashok K.; SINGH, Vijay P. A review of drought concepts. *Journal of hydrology*, v. 391, n. 1, p. 202-216, 2010.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos.** In: MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F.. *Clima urbano.* São Paulo: Contexto, 2003. p. 09 – 67.

MORAES, Marcel Castro de; ALBUQUERQUE, Aldous Pereira. **Previsão para o preço futuro do cacau através de uma série univariada de tempo: uma abordagem utilizando o método ARIMA.** In: *44th Congress, July 23-27, 2006, Fortaleza, Ceará, Brazil.* Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2006.

MORAES, Rafael Aldighieri; ARRAES, Christiano Luna. Análise de uma metodologia para preenchimento de valores faltantes em dados de precipitação, para o Estado do Paraná. **UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 11, n. 1, 2015.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais.** São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 537 p.

MORID, S., SMAKHTIN, V., MOGHADDASI, M. **Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran.** *International Journal of Climatology* 26, pp. 971–985, 2006.

OBASI, G. O. P. WMO's role in the international decade for natural disaster reduction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 75, n. 9, p. 1655-1661, 1994.

OLIVEIRA, G.H. **As implicações do uso, ocupação e manejo da terra na qualidade e enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.** Dissertação (mestrado) em Geografia. UFMS/CPTL, 2014.

OLIVEIRA, S.M.B. **Base científica para a compreensão do aquecimento global.** In: VEIGA, J.E. (org.). São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2008. p. 17 – 54.

OMM - ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. **Calculation of monthly and annual 30-year standard normals.** Geneva. WMO. Technical document, n. 341; WCDP, n.10, 1989.

PALMER, W. C. **Meteorological drought.** Washington, (US Weather Bureau Res. n.45). 58p, 1965.

PARKINSON, Jonathan; MILOGRANA, Jussanã; CAMPOS, Luiza Cintra; CAMPOS, Raquel. **Relatório do Workshop em Goiânia-GO, 7 de Maio 2003.** Universidade Federal de Goiás e Water Engineering and Development Centre, Loughborough University, 2003.

PEARSON, K. **On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space.** *Philosophical Magazine*. 2 (6): 559–572, 1901.

PÉDELABORDE, P. **Introduction à l'étude scientifique du climat.** Paris: SEDES, 1970. 246p.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, 2007.** (<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.html>").

PINTO, A.L; MEDEIROS, R.B.; MIGUEL, A.E.S.; GOMES, W.M. Comportamento climático da bacia hidrográfica do córrego Moeda, Três Lagoas/MS, no ano de 2012. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 53, Mar/2015, p. 176–188, 2015.

PIRES, V. **Frequência e Intensidade de Fenômenos meteorológicos extremos associados a precipitação**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia da Terra, Universidade de Lisboa, Portugal, pp.98, 2003.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

R FOUNDATION – The Fundation R. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em 21 de out 2017.

RAMDAS, D. A. Crops and Weather in India. **ICAR**, New Delhi, India, 1960

RAMOS A.M. **Revisão das Normais Climatológicas do Brasil para o Período 1961-1990: Procedimentos de Cálculo e Produto Final**. In: *Anais XVI Congresso Brasileiro de meteorologia*, Belém/PA, 13 a 17 setembro de 2010.

RAZALI, Nornadiah Mohd; WAH, Yap Bee. Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. **Journal of statistical modeling and analytics**, v. 2, n. 1, p. 21-33, 2011.

RIBEIRO, R.E.P., ÁVILA, P.L.R. , BRITO, J.I.B., SANTOS, E.G., SOUSA, L.F. Análise da tendência climática nas séries temporais de temperatura e precipitação de Tucuruí-Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.07, n.05 (Número Especial- VIWMCRHPE) 798-807. 2014.

ROOY, M. P. van. A rainfall anomaly index independent of time and space. **Notos, Pretoria**, v. 14, p. 43-48, 1965.

SAMOHYL, Robert Wayne; ROCHA, Rubson; MATTOS, Viviane Leite Dias de. **Utilização do método de holt-winters para previsão do leite entregue às indústrias catarinenses**. In: *XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção e VII International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2001, Salvador. ENEGEP-2001. Anais eletrônicos... Salvador: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção e VII International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR66_0742.pdf>. Acesso em: 19. abr. 2017.

SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Tendência de longo prazo das chuvas diárias no Sudoeste do Rio Grande do Sul: os eventos extremos e a arenização. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 6, p. 1100-1109, 2014.

SANTOS, M. J. d. **Caracterização e Monitorização de secas**. Instituto de Água - Direção de Serviços de Recursos Hídricos, 1998.

SANTOS, Marcos Suassuna. **Caracterização espaço-temporal de secas utilizando ondaletas e o Standardized Precipitation Index: uma aplicação para a parcela mineira da bacia Rio São Francisco**. 2011. Tese de Doutorado.

SCRUCCA, L. qcc: an R package for quality control charting and statistical process control. **R News** 4/1, 11-17, 2004.

SERRA, D.S. **Modelação de secas: Aplicação a casos de estudo**. Dissertação de mestrado. Mestrado em engenharia civil, p.98, 2014.

SILVA, A. P. N.; MOURA, G. B. A.; GIONGO, P. R.; MEDEIROS, S. R. R. Correlação entre as Temperaturas da Superfície do Mar e a quantidade da precipitação na estação chuvosa no Nordeste do estado de Pernambuco. **Rev. bras. meteorol.**, vol.26, n.1, pp.149-156, 2011.

SOBRINHO, T.P. **História das Secas (Século XX)**. 2ªed. Coleção Mossoroense, 1982.

SOUZA, A.; ALBUQUERQUE, B. F. C.; LOPES, T. C. S. P. L. **Um estudo do índice de Bhalme e Mooley – IBM (Bhalme e Mooley, 1980); Índice de anomalia de chuva – IAC (Rooy, 1965) para O Estado de Mato Grosso do Sul**. In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia – Rio de Janeiro*. p. 1250-1258., Rio de Janeiro, 2000.

SPIEGEL, Murray R. **Estatística**. 3ª ed São Paulo: Pearson Makron Books. 1993.

THOM, H. C. S. **Some methods of climatological analysis**. Geneva: World Meteorological Organization, WMO. Technical note, 81, 53 p., 1966.

TRÊS LAGOAS, Lei nº 2645, de 04 de dezembro de 2012. **Cria a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil do Município de Três Lagoas - COMDEC/TL, o Fundo Municipal de Defesa Civil - FUMDEC, institui a COMDEC/TL como Unidade Gestora de Orçamento - UO, e dá outras providências**. 2012.

TRÊS LAGOAS. **Plano de Ação: Três Lagoas Sustentável**. 301p., 2016.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 7ªed, 1999.

TUCCI, Carlos E.M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1998.

WENG, Q. A remote sensing–GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. **Int. j. remote sensing**, 2001, vol. 22, n°. 10, 1999–2014.

WILHITE, Donald A.; GLANTZ, Michael H. Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. **Water international**, v. 10, n. 3, p. 111-120, 1985.

WILKS, D.S. Statistical methods in the atmospheric sciences. **Academic Press. International Geophysics Series** 2ªed, 2005.

ZAVATINI, João Afonso. **A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – USP/FFLCH, 1990.

ZAVATTINI, J. A. **Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul**. Geografia. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1992. v. 17(2), pp. 65-91.

ANEXO

Anexo 1- Dados brutos de precipitação do município de Três Lagoas/MS (1983 a 2015)

Quadro 21 - Dados de precipitação mensal do Município de Três Lagoas/MS, no período de 1983 a 2015.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1983	216,0	156,0	75,4	104,7	133,0	20,7	25,4	0,0	80,5	159,0	155,8	191,6
1984	248,9	55,1	197,6	95,6	13,1	0,0	0,0	62,2	41,7	146,2	139,3	239,5
1985	117,4	216,6	197,7	249,8	61,0	3,6	20,4	7,5	32,2	18,4	114,5	37,3
1986	176,1	210,8	220,6	70,1	62,4	0,0	18,0	160,7	66,8	72,8	96,0	211,1
1987	262,7	224,3	162,7	118,2	70,1	8,5	13,7	16,5	58,0	117,8	205,9	123,3
1988	255,0	184,5	220,6	142,0	66,9	10,0	0,0	0,0	14,1	85,7	68,7	288,9
1989	342,3	209,0	277,1	40,6	26,0	16,6	35,3	57,6	113,0	19,0	172,0	283,8
1990	334,7	36,0	130,2	110,0	25,8	11,0	10,0	63,4	161,1	65,1	121,3	231,9
1991	141,5	243,7	166,3	72,5	0,8	56,0	13,5	0,0	0,0	90,2	29,8	164,6
1992	129,9	148,0	202,8	96,7	55,7	0,0	15,0	31,5	205,7	158,0	67,0	81,8
1993	135,5	168,5	97,3	125,2	86,0	42,0	0,0	18,0	67,2	23,6	224,9	143,0
1994	318,3	170,7	130,6	64,0	43,0	25,8	16,0	0,0	17,2	67,9	197,8	194,0
1995	150,7	372,7	180,7	70,6	20,8	44,0	8,9	0,0	113,7	113,6	138,1	158,8
1996	130,5	387,9	133,6	89,0	25,8	31,5	6,3	10,3	14,3	31,2	154,6	344,4
1997	288,0	145,8	114,7	206,7	96,2	99,0	5,1	2,9	40,5	155,2	306,9	222,2
1998	71,8	291,2	266,3	116,3	133,7	0,0	6,9	77,2	109,7	141,0	29,5	280,9
1999	319,3	227,2	176,3	39,2	31,1	23,1	0,0	0,0	97,7	23,4	142,7	99,0
2000	195,7	250,5	315,5	22,3	0,0	0,0	24,6	68,2	143,3	39,4	159,9	179,3
2001	152,6	141,7	179,5	69,0	66,0	3,5	46,1	19,5	91,5	63,0	236,8	203,9
2002	228,8	255,2	80,0	2,6	142,8	0,0	58,0	18,0	51,0	82,0	95,0	66,5
2003	248,0	118,0	189,5	95,0	32,0	31,0	5,0	22,4	25,2	173,7	130,8	159,9
2004	83,4	51,5	15,0	129,3	82,6	9,5	10,0	0,0	3,7	248,2	183,0	231,0
2005	468,1	42,0	79,1	42,7	95,2	43,5	55,1	0,0	75,1	100,8	139,0	284,6
2006	166,7	407,2	148,4	81,5	37,0	3,4	27,7	43,3	75,1	181,2	89,2	281,9
2007	418,5	198	142,6	85,4	54,4	0	51,9	1	17	77,7	164,2	88,4
2008	412,5	270,7	108,5	213,7	86,4	0	0	6,9	46,2	127,5	146	142,1
2009	149,1	196,1	182,9	3,8	74,2	41,3	30,8	76,4	135,2	154,4	277,9	291,6
2010	449,7	180,1	118,5	63,8	36,2	2,9	0	0	67,5	83,9	83,4	123,9
2011	218,8	101,5	458,5	70,9	4,1	21,1	0,5	3,3	14,5	123,4	172,5	162,6
2012	191,78	106,43	87,88	59,44	81,2	219,46	8,13	0	99,06	13,46	119,89	210,32
2013	126,75	136,652	51,566	98,81	27,18	77,22	29,21	1,01	87,37	53,84	34,8	210,57
2014	121,16	87,37	85,34	121,67	45,21	5,84	98,8	0	120,65	125,72	177,03	71,78
2015	57,41	226,81	239,78	64,51	45,05	61,7	16,5	21,84	148,34	70,1	269,75	214,63

Fonte Fibria (2015)