

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DO PONTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

LAIANE CRISTINA DE FREITAS

**A INFLUÊNCIA DA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO
SUL (ZCAS) NAS PRECIPITAÇÕES EM ITUIUTABA-MG: ENTRE OS
ANOS 2000 E 2012**

ITUIUTABA-MG
Dezembro/2017

LAIANE CRISTINA DE FREITAS

A influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nas precipitações em Ituiutaba-MG: entre os anos 2000 e 2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de ciências Integradas do Pontal, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado e Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof.º Dr.º Rildo Aparecido Costa

ITUIUTABA-MG
Dezembro/2017

LAIANE CRISTINA DE FREITAS

**A INFLUÊNCIA DA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO
SUL (ZCAS) NAS PRECIPITAÇÕES EM ITUIUTABA-MG: ENTRE OS
ANOS 2000 E 2012**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Geografia da Universidade Federal de
Uberlândia, Faculdade de ciências Integradas do
Pontal, como requisito parcial para a obtenção do
grau de Licenciado e Bacharel em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr.º Rildo Aparecido Costa – FACIP/UFU (Orientador)

Prof.ª Dr.ª Kátia Gisele de Oliveira Pereira

Ms. Emmeline Aparecida Silva Severino

Resultado: _____

Data: ____/____/____

AGRADECIMENTOS

De todas as etapas que envolveram esta pesquisa, dedico esta parte àqueles que estiveram ao meu lado, desde o início da graduação, e até antes mesmo de inicia-la. Sendo esta uma singela forma de dizer a todos vocês o quanto foram essenciais durante minha trajetória até aqui.

Primeiramente, agradeço a minha família, que sempre me apoiaram.

Bem como, o Prof.º Dr.º Rildo Aparecido Costa, que de todos na academia, através de seu olhar humano para com o próximo, foi aquele que mais me inspirou a ser melhor, a superar meu potencial e enxergar que posso ir sempre além, independente dos obstáculos em meu caminho. A você “prof.º”, deixo os meus eternos agradecimentos por toda compreensão e paciência (principalmente) orientando sempre na busca pelos caminhos do conhecimento.

As faiadas Lorrane e Emmeline, sendo apoio e companheiras diárias de laboratórios. Sem vocês, mesmo com todas as conquistas obtidas, o período de graduação não teria sido da mesma forma, cujos melhores momentos se fizeram com a presença de ambas em meus dias.

A Stefany e Shaironn, que apesar de todas as minhas lamúrias e lamentações, reinavam em nossas conversas a paciência para com os momentos infortúnios vividos e a visão do quando estaria sendo rica cada etapa. Obrigada aos diálogos, as risadas e os puxões de orelhas que sempre me acrescentaram positivamente, apesar de só hoje eu admitir (risos).

Também ao Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato, que foi de extrema importância, pois prontamente forneceu parte considerável do material de análise utilizado neste trabalho. A todos os membros da Banca. E, a outras pessoas especiais, cujo nome não consta aqui, porém no meu coração sempre terão um lugar, pois, através de vocês eu pude viver essa etapa acompanhada de pessoas maravilhosas.

Por fim, aos professores do curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, sendo excepcionais quanto aos conhecimentos repassados em sala de aula e nos campos. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, que propiciou importante fomento às pesquisas realizadas durante a graduação.

A vocês, muito obrigada pela trajetória acadêmica que se inicia!

RESUMO

O clima e sua variabilidade são fatores importantes na configuração do espaço geográfico, ou seja, na composição do meio ambiente, disponibilidade dos recursos naturais e nas características socioeconômicas. Contudo, ainda que diante dos progressos tecnológicos e estudos avançados realizados sobre as dinâmicas dos sistemas atmosféricos, observa-se que a sociedade se mantém exposta frente a possíveis ocorrências advindas de elementos climáticos, tais como originários da variabilidade das precipitações (tanto pelo seu excesso quanto pela sua ausência), ocasionando a ocorrência de: enchentes, inundações, alagamentos e deslizamentos, que acarretam grandes perdas e prejuízos à população. No escopo das ciências geográficas, a climatologia tem se preocupado em analisar como estes episódios têm repercutido em áreas urbanizadas, a fim de compreender a variabilidade de suas dinâmicas, visto que se podem apresentar tendências, ou seja, visualizar cenários futuros para uma melhor compreensão das dinâmicas dos eventos climáticos. Desse modo, a presente pesquisa objetivou averiguar a influência da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul — ZCAS, nas precipitações intensas ocorridas - entre o ano de 2000 a 2012, no município de Ituiutaba, localizado na porção, sudoeste, do estado de Minas Geral, estando no domínio morfoclimático Cerrado, cuja principal característica climática é a alternância de duas estações bem definidas (estação seca — abril a setembro; estação chuvosa — outubro a março), que passou por um processo de urbanização significativo e um grande crescimento de suas áreas agricultáveis. Os dados utilizados no estudo procedentes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e as imagens de satélite fornecidas pelo Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato e como resultados obtidos com as análises desses dados, foi possível observar especificidades na atuação da ZCAS no município, com ênfase das consequências de sua atuação nos principais meses que compreendem a estação chuvosa: dezembro, janeiro e fevereiro, reforçados por relatos coletados das notícias realizadas pela imprensa e posição do poder público local.

Palavras-chave: Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); precipitação intensa; área urbana; impactos urbanos; Ituiutaba-MG.

ABSTRACT

The climate and its variability are important factors in the configuration of geographic space, that is, in the composition of the environment, availability of natural resources and socioeconomic characteristics. However, even in the face of technological advances and advanced studies carried out on the dynamics of atmospheric systems, it is observed that society is still exposed to possible occurrences arising from climatic elements, such as those resulting from the variability of precipitation (both excessive and absent), causing the occurrence of: floods, flooding, and landslides, which cause great damage to the population. In the scope of geographic sciences, climatology has been concerned with analyzing how these episodes have repercussions in urbanized areas in order to understand the variability of its dynamics, as it can present trends, i.e., visualize future scenarios for a better understanding of the dynamics of climatic events. Thus, this research aimed to investigate the influence of the South Atlantic Convergence Zone - SACZ, in the intense rainfall that occurred - between 2000 and 2012, in the municipality of Ituiutaba, located in the southwestern portion of the state of Minas Gerais. The municipality is located in the Cerrado morphoclimatic domain, whose main climatic characteristic is the alternation of two well-defined seasons (dry season - april to september; rainy season - october to march), which has undergone a significant urbanization process and a large growth of its agricultural areas. The data used in the study come from the National Institute of Meteorology (INMET) and satellite images provided by the Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato, emphasizing the consequences of its action in the main months that make up the rainy season: december, january and february, reinforcing reports gathered from news reports in the local press and the positioning of the municipal government.

Keywords: South Atlantic Convergence Zone (SACZ); heavy precipitation; urban area; urban impacts; Ituiutaba-MG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo: Município de Ituiutaba – MG.....	14
Figura 2: Temperatura de brilho média obtida pelo satélite GOES-12 de 07/01 a 09/01 e de 14/01 a 16/01 de 2010.....	24
Figura 3: Esquema da dinâmica de comportamento da ZCAS na América do Sul.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Médias pluviométrica (em mm) mensais de Ituiutaba-MG (2000-2012).....	18
Gráfico 2: Precipitação média mensal de dezembro entre 2000 e 2012.....	38
Gráfico 3: Precipitação média mensal de janeiro entre 2000 e 2012.....	38
Gráfico 4: Precipitação média mensal de fevereiro entre 2000 e 2012.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros de classificação das diferentes intensidades (mm/24hrs) de precipitação.....	16
Tabela 2: Totais Pluviométricos em Ituiutaba-MG (2000-2012).....	20
Tabela 3: Tabela 3: Totais mensais dos episódios identificados da ZCAS.....	27
Tabela 4: Relação dos meses atípicos de chuvas e as perturbações decorrentes as precipitações intensas.....	36
Tabela 5: Tipo de precipitação de acordo com a intensidade.....	37

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Episódio de atuação da ZCAS no dia 04/01/2005.....	29
Imagem 2: Episódio de atuação da ZCAS no dia 18/02/2005.....	29
Imagem 3: Episódio de atuação da ZCAS no dia 20/01/2008.....	30
Imagem 4: Episódio de atuação da ZCAS no dia 04/02/2008.....	30
Imagem 5: Episódio de atuação da ZCAS no dia 11/12/2008.....	31
Imagem 6: Episódio de atuação da ZCAS no dia 13/02/2009.....	32
Imagem 7: Episódio de atuação da ZCAS no dia 05/12/2009.....	32
Imagem 8: Episódio de atuação da ZCAS no dia 18/01/2011.....	33
Imagem 9: Episódio de atuação da ZCAS no dia 08/02/2011.....	33
Imagem 10: Episódio de atuação da ZCAS no dia 01/12/2011.....	34
Imagem 11: Episódio de atuação da ZCAS no dia 02/01/2012.....	35
Imagem 12: Episódio de atuação da ZCAS no dia 26/02/2012.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

ASAS - Alta Subtropical do Atlântico Sul

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

FF – Frentes Frias

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

OMM - Organização Meteorológica Mundial

SCL - Sistemas Convectivos Locais

TSM - Temperatura da Superfície do Mar

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

ZCOU - Zona de Convergência de Umidade

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Objetivos.....	11
1.2. Objetivo Geral.....	11
1.3. Objetivo Específicos.....	11
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
3.1. Apresentação dos capítulos.....	15
CAPÍTULO 1: COMPORTAMENTO PLUVIOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA – MG	16
CAPÍTULO 2: ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DOS EPISÓDIOS DE ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS) NO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA-MG: ENTRE OS ANOS 2000 E 2012	22
Análise anual e mensal dos episódios do sistema ZCAS.....	26
A importância da compreensão dos sistemas meteorológicos na atenuação de danos causados por precipitações intensas.....	38
CAPÍTULO 3: CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
Referências Bibliográficas	

1. INTRODUÇÃO

Desde a explosão demográfica mundial, em meados do século XX, a expansão das cidades ocorreu de forma rápida e intensa. O processo de ocupação urbana resultou em um crescimento populacional desordenado, repercutindo sobre os atributos que concorrem para organizar a vida em sociedade e o espaço físico em que vivem os homens, sendo o seu grande desafio a compreensão e o domínio do ambiente natural.

As demandas promovidas pelos imensos aglomerados urbanos, associadas ao advento da industrialização, propiciaram precariedade ou mesmo falta de adequação da infraestrutura urbana ao ambiente natural onde estão localizados os sítios urbanos, conforme corroborado por Amorim (2013, p. 173), “o crescimento urbano, na maioria dos casos, não acompanhou a dinâmica da natureza, resultando no comprometimento da qualidade desses ambientes”. Compreendendo a relação entre homem e meio, como complexa e agressiva, o que resultou na reprodução de espaços urbanos que conflitam com medidas que minimizem essas perturbações.

Ainda que diante dos progressos tecnológicos e estudos avançados realizados sobre as dinâmicas dos sistemas atmosféricos, observa-se que a sociedade se mantém exposta frente a possíveis ocorrências advindas destes elementos climáticos, tais como originários da variabilidade das precipitações tanto pelo seu excesso quanto pela sua ausência, ocasionando à ocorrência de enchentes, inundações, alagamentos e deslizamentos, que acarretam grandes perdas e prejuízos à população. Vale ressaltar que existem variáveis quanto as possíveis consequências provenientes das diferentes configurações que constituem o espaço urbano, bem como as dinâmicas que envolvem a própria sociedade e o comportamento dos sistemas climáticos, que podem resultar em processos com características distintas.

Estudos realizados por Correa e Galvani (2017, p. 3. *apud* ZANELLA *et al.* 2009), “mostram os impactos de eventos extremos de precipitação e ressalta a importância de se compreender as interações entre superfície e atmosfera em áreas urbanas”, o que possibilita melhor avaliação do comportamento das variáveis pluviométricas para subsidiar ações de prevenção provenientes das ocorrências de eventos derivados das precipitações.

Desse modo, a identificação na variabilidade climática e análise dos principais sistemas atmosféricos climáticos são de suma importância, uma vez que se podem

apresentar mostrar comportamento tendencial, auxiliando em uma melhor compreensão das dinâmicas dos eventos climáticos intensos de chuva.

1.1. Objetivos

Com base nas informações introdutórias apresentadas, a presente pesquisa tem como:

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar a influência da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul — ZCAS, que é um dos principais fenômenos meteorológicos de escala sinótica na América do Sul responsável por grandes volumes pluviométricos, nas precipitações intensas ocorridas - entre o ano de 2000 a 2012, no município de Ituiutaba-MG.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Análise do comportamento pluviométrico do município de Ituiutaba – MG;
- Identificação e análise dos episódios intensos de atuação da ZCAS no município;
- E, a importância da compreensão dos sistemas meteorológicos na atenuação de danos causados por precipitações intensas em áreas urbanizadas.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A fim de averiguar as consequências da atuação da ZCAS nos eventos extremos de cunho pluviométricos e que fosse possível verificar as análises dos diversos cenários provenientes das ocorrências destes episódios, a área escolhida da pesquisa foi o município de Ituiutaba-MG (Figura 1), inserido nos Chapadões (Ab'Sáber, 1971; Del Grossi, 1991) do Triângulo Mineiro, portanto, localizada no domínio morfoclimático Cerrado, cuja principal característica climática é a alternância de duas estações bem definidas (estação seca - abril a setembro; estação chuvosa – outubro a março), que passou por um processo de urbanização significativo e um grande crescimento de suas áreas agricultáveis.

Ituiutaba-MG faz parte da está localizado na porção sudoeste do estado de Minas Gerais, possuindo sua área inserida na bacia Sedimentar do Paraná, constituindo a predominância de rochas basálticas da Formação Serra Geral e arenítica da Formação Bauru, que afloram ao longo dos cursos d'água no município.

O município possui significativa irregularidade pluviométrica, ou seja, as médias pluviométricas e mensais não ocorrem de forma uniforme no espaço e no tempo, havendo alternância, aproximada a cada seis meses. Essa variação deve-se a configuração do relevo em chapadas de topos planos e vertentes alongadas, apresentando uma paisagem aplainada.

Considerando a sua localização geográfica deve-se levar em conta a influência de fenômenos meteorológicos de latitudes, principalmente no inverno: Sistemas Frontais e Polares; e no verão: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Sistemas Convectivos Locais (SCL), bem como a ocorrência de chuvas torrenciais, já que o relevo no sudeste brasileiro se impõe como importante fator na organização climática dessa região.

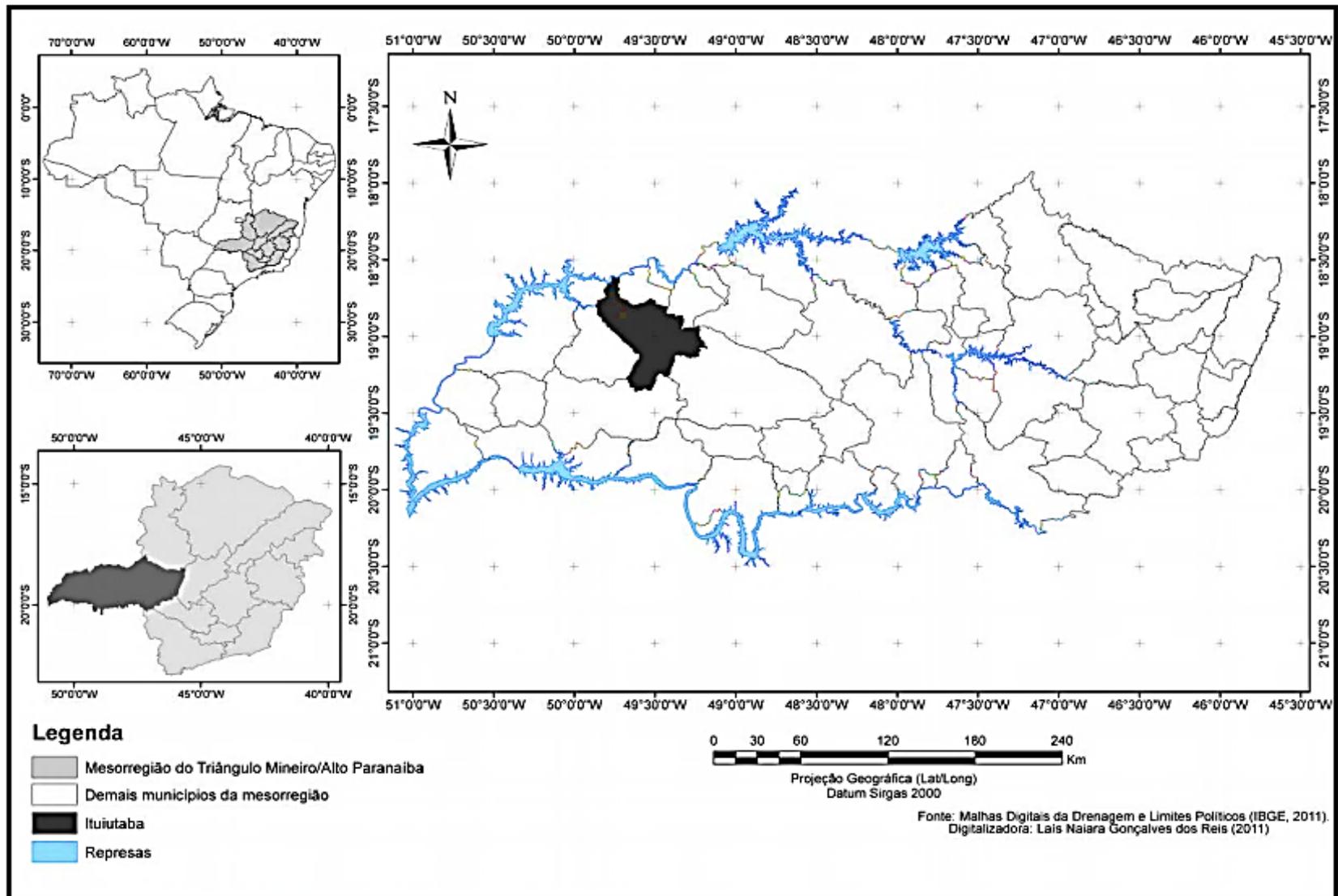


Figura 1 – Ituiutaba (MG): mapa de localização, 2011

Fonte:Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2011.Org.:REIS, L,N,G. 2011

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo: Município de Ituiutaba - MG

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica no estabelecimento do referencial teórico quanto a relação da configuração urbana associada ao comportamento das variáveis pluviométricas e ocorrências de eventos derivados da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), responsável pelos casos de elevados índices de precipitações em Ituiutaba-MG. Para tanto, foram consultados livros, teses, dissertações, artigos em periódicos e sites de interesse.

Em seguida, com auxílio dos dados pluviométricos diários extraídos da estação meteorológica de Ituiutaba 1849000 – latitude: 18° 56' 28" S e longitude: 49° 27' 47" W, fornecidos pela Estação Meteorológica de Ituiutaba pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do período de 2000 a 2012, foi elaborada uma planilha contendo os índices de totais pluviométricos, destacando a média do período estudado e os meses de maior representatividade no período chuvoso. Tal planilha permitiu identificar os maiores e menores índices pluviométricos ao longo da série estudada, percebendo quais foram os anos chuvosos e secos de Ituiutaba.

Com base na planilha e em posse de parte do acervo de imagens de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), fornecidas gentilmente pelo Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato, foram selecionados os meses de maior acúmulo pluviométrico compreendendo: dezembro, janeiro e fevereiro. E, associado aos dados coletados do INMET (2000 a 2012), foram organizados em gráficos referente aos diferentes níveis de intensidade de precipitação seguindo os parâmetros de classificação proposta pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, (Tabela 1) e adotada pela Defesa Civil de Minas Gerais (em seu Plano de Contingência no período chuvoso) e qual a relação de atuação dos casos da ZCAS nesses episódios. O que possibilitou a comparação dos episódios de precipitações intensas derivadas do sistema ZCAS com as ocorrências de danos negativos no sítio urbano.

CLASSIFICAÇÃO (intensidade)	QUANTIDADE (mm/24hrs)
Fraco	0,1 – 10,0
Moderado	10,1 – 20,0
Forte	20,1 – 50,0
Muito Forte	50,1 – 80,0
Extremamente Forte	>80,1

Tabela 1: Parâmetros de classificação das diferentes intensidades (mm/24hrs) de precipitação
Fonte: COPASA (2017)

3.1. Apresentação dos capítulos

A presente pesquisa foi dividida em três capítulos, a fim de melhor entendimento quanto aos conteúdos produzidos. Assim, se dividem os capítulos:

- **Capítulo 1:** Comportamento pluviométrico do município de Ituiutaba – MG, apresenta breve conceituação sobre alguns objetos de estudo da Climatologia (relevantes para este trabalho), como variabilidade climática e pluviométrica, e tratará de maneira clara sobre os aspectos ligados a circulação geral da atmosfera, em termos de suas configurações e comportamentos.
- **Capítulo 2:** Análise dos episódios intensos de atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) no município de Ituiutaba-MG: entre os anos 2000 e 2012, abordará a configuração da ZCAS, destacando seu comportamento na área de estudo e a frequência de seus episódios a partir de tendências nas séries anuais dos totais dos índices intensos de precipitação, correlacionando com a atuação de outros fenômenos climáticos, com o propósito de elucidar e destacar os aspectos relacionados ao período chuvoso no município. E, abordará a importância da compreensão dos sistemas meteorológicos enfatizando a importância dos estudos climáticos afim de determinar a previsibilidade da ocorrência destes eventos, minimizando os impactos socioeconômicos e ambientais.
- **Capítulo 3:** Considerações Finais estão dispostas uma retomada geral de todo contexto apresentado.

CAPÍTULO 1

COMPORTAMENTO PLUVIOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA – MG

O clima e sua variabilidade é fundamental para o fornecimento de importantes informações em relação as dinâmicas atmosféricas, visando minimizar os efeitos das condições climáticas adversas em determinada região. A combinação das escalas temporal e espacial dos fenômenos meteorológicos, características particulares do clima e tempo, gera a variabilidade climática, ou seja, processo de oscilação climática associados a fatores meteorológicos em torno da média climatológica.

De acordo com Tucci (2002, p. 150) a variabilidade climática pode ser conceituada como “processo de variação do clima condicionado por fatores naturais existentes no globo terrestre e suas interações”. Como sabemos e percebemos, a atmosfera é algo extremamente dinâmico e de grande complexidade, e o sequenciamento dos valores de um dado elemento meteorológico permite compreender seu comportamento na escala climática.

Segundo Ayoade (2010), o conceito de variabilidade e o de mudança climática, apesar de suas definições apresentarem aspectos que se relacionem quanto a dimensão de escala em nível local, regional e global; e embora alguns modelos apontem para cenários de maior variabilidade do clima (eventos extremos) como consequência da mudança climática, ainda não é uma questão consensual no campo da climatologia.

Nos últimos anos, tem-se discutido os fatores responsáveis pela variabilidade climática observada no último século, atribuindo-se às atividades humanas a responsabilidade por parte destas mudanças. No entanto, deve-se levar em conta também, a possível variabilidade climática natural, uma vez que a magnitude associada a ela nos registros climáticos existentes ainda não foram totalmente determinadas (IPCC, 1996).

Como enfoque da pesquisa, a variabilidade pluviométrica destaca-se como elemento principal de análise, pois é determinado por uma série de fatores atuantes em escala temporal e espacial, provenientes de causas adversas e heterogêneas, o que caracteriza sua constante variabilidade. Tais variações podem ocorrer no padrão de circulação geral, regional ou local de determinada região, dentre os quais se destacam

para o Brasil os fenômenos *El Niño* e *La Niña*, mas também outros, como por exemplo, a Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Zonas de Convergência Intertropical (ZCIT).

Outro aspecto de suma importância foi o acesso a um vasto registro de informações através de dados coletados por leituras feitas da Estação Automática encontrados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponível em: www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas realizados pelo instituto sempre em horário rigoroso estabelecido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), dos índices pluviométricos, o que possibilitou análise no período de 2000 a 2012 e a caracterização do comportamento pluviométrico de Ituiutaba-MG, área campo do presente estudo. Os dados coletados foram tratados de forma estatística, servindo como base para a confecção tabela referente aos totais de precipitações.

Ituiutaba-MG, apresenta regime pluviométrico tipicamente tropical caracterizado por dois períodos bem definidos com durabilidade aproximada de seis meses cada, sendo: a) um período chuvoso com temperaturas elevadas, que persiste nos meses de outubro a abril, e b) um período seco com temperaturas mais baixas, entre os meses de maio a setembro. Essa característica resulta em uma dinâmica pluviométrica irregular (Gráfico 1), tanto na distribuição espacial quando sazonal o que influência diretamente na agricultura nesta região, ocasionando insuficiência hídrica.

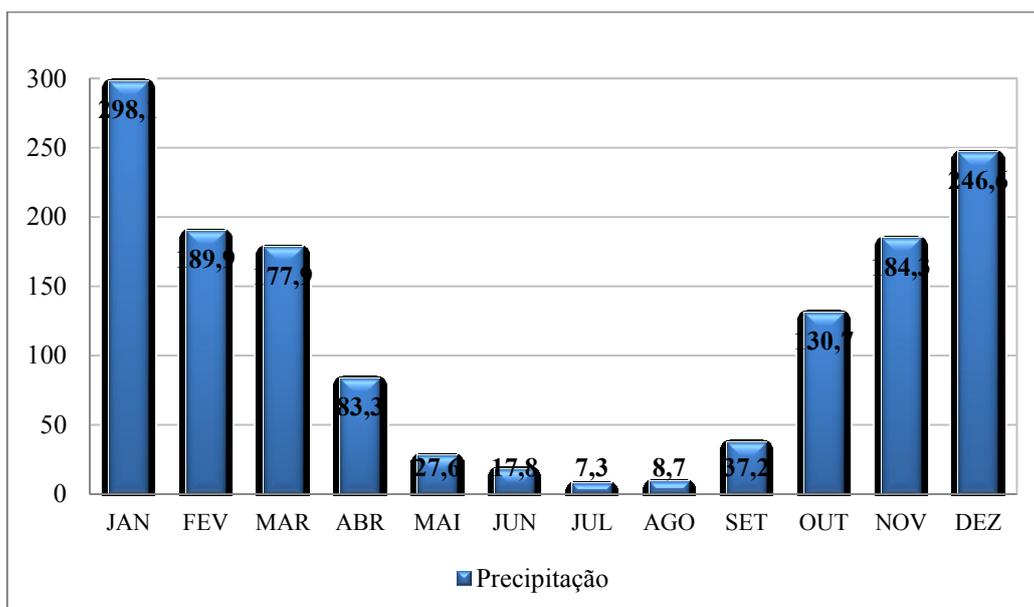


Gráfico 1: Médias pluviométrica (em mm) mensais de Ituiutaba-MG (2000-2012)

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Org:** FREITAS (2017)

Observa-se que a distribuição das médias pluviométricas anuais e mensais não ocorre de modo homogêneo, correspondendo à média pluviométrica da área de estudo cerca de 1410 mm. Nota-se também, a variação de seis meses que contemplam a estação chuvosa que se concentram nos meses de outubro a março, período que a precipitação corresponde a 85% das chuvas anuais; e seis meses de estação mais seca que representa os meses de abril a setembro que correspondem 15% do total das chuvas, período de mais ocorrências de casos de longas estiagens.

Na estação chuvosa, dentre os meses que compreendem este período, os episódios pluviométricos mais notáveis são representados pelo mês de dezembro com média de 240 mm e o mês de janeiro com média de 290 mm, compreende maior parte da precipitação média anual do município, favorecendo a ocorrência de inundações nas áreas afetadas quando os episódios de precipitações se tornam excessivos. Já na estação quente, os meses que mais representam o padrão dessa estação é o mês de julho com média de 7 mm e o mês de agosto com 8 mm, meses com índices elevados de baixa umidade e conseqüentemente, inúmeros casos de natureza ambiental, como numerosos focos de incêndios e também, aumento no atendimento público devido a problemas de saúde, mais especificamente casos procedentes do sistema respiratório.

Porém, por ocorrer irregularidades na distribuição das chuvas, essas médias podem sofrer alterações para mais ou para menos, devido aos padrões de circulação gerados na atmosfera que redistribuem de forma distinta, os elementos meteorológicos por todo o globo, tais como a própria precipitação, temperatura ou umidade, juntamente com os mecanismos atmosféricos. Para melhor compreensão de todo esse contexto, Dias e Silva (2009, p. 16) afirmam que:

A região tropical tem excesso de energia, ao passo que as regiões polares têm déficit de energia. Os fluidos, ar e água, encarregam-se de redistribuir o calor das regiões com excesso para as regiões com déficit de energia. A maneira como a atmosfera faz essa redistribuição é por meio de movimentos horizontais – os ventos – e de movimentos verticais (DIAS; SILVA, 2009, p. 16).

Ressalta-se, também, que existem variações quanto a correlação espaço-temporal das chuvas conforme sua intensidade, duração e frequência, distinguindo-se de uma região para a outra tal como fatores regionais (dinâmicos) e locais (orientação e declividade), que refletem diretamente no total de chuva durante o período da estação chuvosa.

Na Tabela 2, pode-se é possível visualizar a espacialização do comportamento da precipitação de Ituiutaba-MG entre os anos de 2000 - 2012, bem como a amplitude, ou seja, a diferença entre a maior e a menor média referentes a cada mês, além da variação entre um mesmo mês em diferentes anos.

Mês Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2000	327,2	285,7	108,3	36,6	0,8	0,0	0,0	8,4	3,0	63,3	226,7	334,0	1394,0
2001	258,4	39,4	213,5	59,4	78,8	10,0	0,0	8,4	46,6	220,8	162,8	177,9	1276,0
2002	179,8	359,4	103,1	28,0	27,0	0,0	3,0	9,2	42,8	81,2	97,2	230,0	1161,3
2003	387,9	148,0	211,9	105,1	9,5	15,0	0,7	34,0	13,2	52,2	179,0	178,6	1335,1
2004	254,5	226,2	59,3	202,1	13,3	5,0	38,5	0,0	0,3	125,4	112,4	269,5	1306,5
2005	438,2	28,5	252,9	32,2	79,6	31,6	0,0	5,0	95,0	91,5	249,8	267,2	1571,5
2006	148,6	144,3	238,4	152,1	16,2	24,2	0,0	14	43,0	137,0	258,8	293,4	1470,0
2007	380,0	136,4	71,5	31,4	12,6	4,0	38,4	0,0	0,0	226,6	128,0	177,7	1206,6
2008	424,4	377,7	158,2	110,0	39,4	0,2	0,0	6,6	15,2	259,0	115,2	278,8	1784,7
2009	318,2	185,8	161,4	65,6	27,8	28,8	7,4	23,2	154,6	91,0	146,1	228,4	1438,3
2010	235,2	116,2	166,4	83,4	3,9	22,0	3,3	0,0	27,8	200,3	213,0	220,2	1291,7
2011	231,0	210,4	401,2	67,8	0,4	25,6	0,0	5,4	0,2	106,4	266,2	296,4	1611,0
2012	292,8	211,6	166,6	109,6	49,8	65,4	4,2	0,0	42,5	44,6	241,4	254,8	1483,3
Média	298,1	189,9	177,9	83,3	27,6	17,8	7,3	8,7	37,2	130,7	184,3	246,6	1410,0

Tabela 2: Totais Pluviométricos em Ituiutaba-MG (2000-2012)

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2017. **Org:** FREITAS (2017)

Observando o comportamento pluviométrico (Tabela 2), podemos identificar que o ano de maior registro de acumulo de precipitação foi no ano em 2008, com 1784,7 mm e o maior registro neste mesmo ano no período da estação chuvosa, ocorreu no mês de janeiro com 424,4 mm. Já, o menor registro de acumulo de precipitação ocorreu no ano de 2002, com 1161,3 mm e um total atípico para o mês de janeiro de 179,8 mm atrás somente do mês de janeiro de 2006 com acumulo de precipitação de 148,6 mm.

A estação chuvosa inicia-se predominantemente em outubro, com intensificação no mês de novembro e evidenciando-se entre dezembro e janeiro. Nos meses de fevereiro e março, o acumulo de precipitação começa a diminuir, fechando a estação chuvosa entre o final de março e/ou início de abril.

A estação seca inicia-se em abril, com prolongamento até setembro. Neste período do ano, ocorrem casos significativos de longas estiagens e conseqüentemente a redução do acumulo pluviométrico, as precipitações tornam-se escassas até julho e após, voltam a ocorrer com intervalos menores. O mês de abril destaca-se com mais

ocorrências de precipitações e o trimestre junho, julho e agosto, é o mais seco de todo o ano.

Os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007, 2009 e 2010, apresentaram totais pluviométricos medianos, ou seja, diferenciaram-se pouco no comparativo de seus totais apresentando comportamento usual, quando comparados aos anos de 2005, 2006, 2008 e 2012, que ultrapassaram seus totais pluviométricos de maneira significativa, quanto ao total das médias, apresentando características propícias para anos chuvosos. Apesar disso, é importante ressaltar que uma das características das regiões que abrangem o clima tropical é a distribuição das chuvas ora centralizada nos meses de maior destaque na estação chuvosa, ora espacejada por todo período que abarca a estação, e isso pode refletir no total mensal das chuvas, mas ao final do ano, nem sempre alterar nos totais. Conforme resalta Nimer (1979, p. 295):

O mecanismo atmosférico nas regiões tropicais se caracteriza, sobretudo por sua notável irregularidade, isto é, sua dinâmica está sujeita a apresentar comportamentos bem distintos quando comparada de um ano para outro. Disto resulta que as precipitações em cada ano estão conseqüentemente, sujeitas a totais bem distintos, podendo se afastar grandemente dos valores normais (NIMER, 1979, p. 295).

No município de Ituiutaba-MG, a variabilidade ocorre em todo o ano e de um ano para outro, apesar de existir um padrão de chuvas para cada mês, principalmente na transição de uma estação para outra, cuja variação é mais intensa. O que demonstra que tanto o início ou final de uma estação tem aspectos inconstantes, o que aponta a importância dos estudos climatológicos associados à interpretação deste e outros elementos meteorológicos. Mendes e Queiroz (2010, p. 334) apontam claramente estes aspectos:

As frentes frias, responsáveis pela maior parte das precipitações que ocorrem no município [...] possuem sua direção influenciada pela topografia, sob ação de ventos provenientes do quadrante norte, avança sobre Ituiutaba no sentido Noroeste/Sudeste, aumentando o total das precipitações coincidindo com a direção das ZCAS na região, podendo influenciar nessa distribuição espacial das chuvas (MENDES; QUEIROZ, 2010, p. 334).

De modo geral, a distribuição das chuvas no município de Ituiutaba-MG apresenta características instáveis quanto a uma possível regularidade seja mensal ou anual, já que a inserção do município em clima tropical e sua morfologia, interagem como elementos variantes. Entretanto, faz-se importante também identificar as

características pluviométricas de determinada região, sendo esta questão fundamental para o desenvolvimento de atividades de cunho econômico, ambiental e social, sobretudo em períodos de ocorrências de eventos extremos como excessivo volume de chuvas ou longos períodos de estiagem.

CAPÍTULO 2

ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DOS EPISÓDIOS DE ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS) NO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA-MG: ENTRE OS ANOS 2000 E 2012

Com o propósito de elucidar e destacar os aspectos relacionados ao período chuvoso no município de Ituiutaba-MG, apontados no capítulo anterior, neste presente capítulo será contextualizado um dos principais sistemas atmosféricos responsáveis pelas precipitações intensas no município, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), partindo da análise de seu comportamento considerando a escala temporal de estudo entre 2000 até 2012.

Como já apresentado, nas regiões que abarcam a formação do clima tropical ocorrem diversas atividades de cunho meteorológico, sendo estes em diferentes escalas, e por estar localizada por completo neste clima tem como principal característica duas estações bem definidas: uma chuvosa com temperaturas elevadas e outra seca com temperaturas amenas. Na estação chuvosa, é constante a presença de Sistemas Frontais e as chuvas são determinadas em grande parte pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), um fenômeno típico de verão na América do Sul caracterizada por uma faixa densa de nebulosidade e que é responsável pelo regime de precipitação acarretando altos índices pluviométricos.

Os primeiros estudos partindo de observações da presença de uma faixa de nebulosidade sobre a América do Sul iniciaram-se com Taljaard (1972) associando essa banda de nublada com as atividades convectivas na Amazônia. Krishnamurty et al. (1973) e Streten (1973), analisaram a localização, o comportamento e a intensidade das ondas semi-estacionárias que eram bastante instáveis, o que correlacionava estas características entre as regiões com intensa atividade convectiva, como também o nordeste da América do Sul e Indonésia, ocasionando a descoberta da existência de três grandes cavados sobre o oceano ao longo do Hemisfério Sul. Mas, somente em Kodama (1992), após estudos e análises destas da dinâmica que ligava estas três bandas nebulosas, descobriu associação com outros sistemas atmosféricos, como jatos subtropicais aliados a cavados semi-estacionário em regiões de significativa convergência de umidade, originários da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS).

A ZCAS é um importante sistema meteorológico na escala intrasazonal atuante no verão do Hemisfério Sul, e marca a estação chuvosa devido aos períodos associados de intensa precipitação. Sua principal característica é a persistência de uma faixa nebulosa estacionada (Figura 2), no sentido noroeste-sudeste, por quatro (4), dez (10) ou mais dias, conforme descrito em alguns estudos, cuja área de atuação engloba o centro sul da Amazônia, as regiões Centro-Oeste e Sudeste, centro sul da Bahia, norte do Estado do Paraná e prolonga-se até o sudoeste do Oceano Atlântico. Embora a ocorrência deste sistema suceder frequentemente na estação chuvosa, ocorre significativa variação quanto a espacialização de seus eventos, associado a intensidade e durabilidade das precipitações.

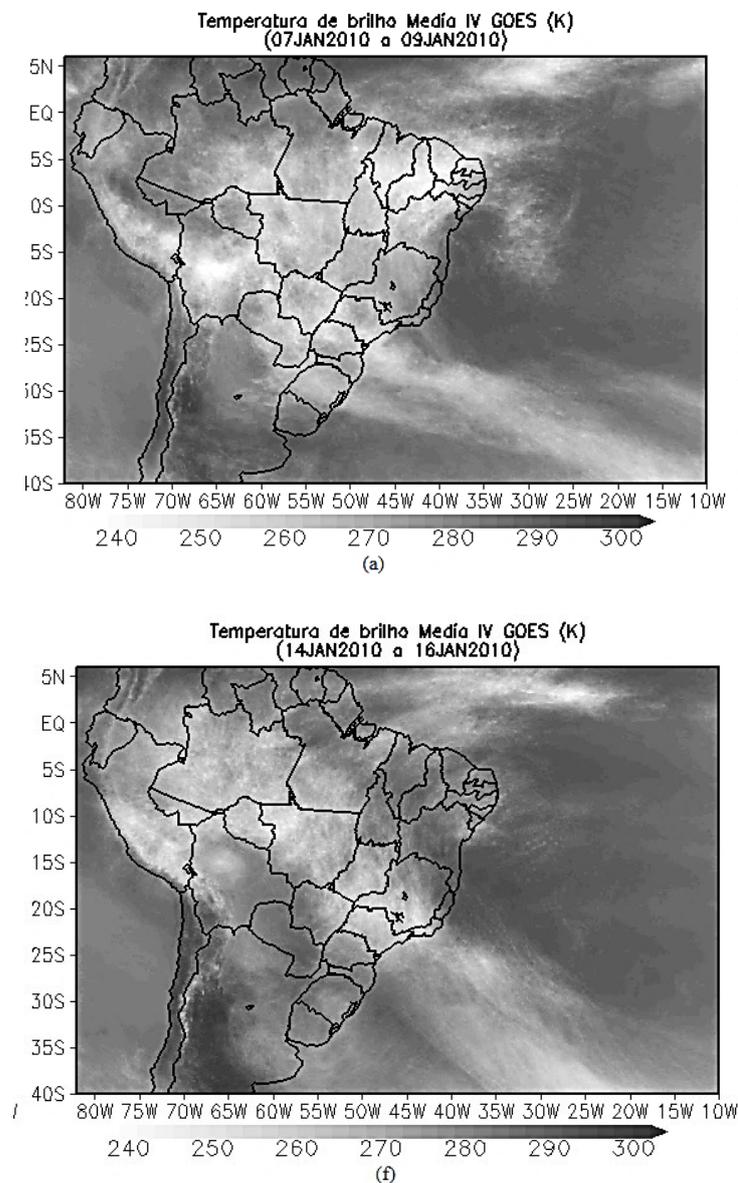


Figura 2: Temperatura de brilho média obtida pelo satélite GOES-12 de 07/01 a 09/01 e de 14/01 a 16/01 de 2010

Fonte: Boletim Climanálise (2017)

Sua estrutura (Figura 3) apresenta fluxo contínuo iniciando-se nos níveis baixos a leste dos Andes e prolongando-se em formato de jato até a região Sudeste do Brasil, agindo como importante fonte de transporte de umidade e calor da região Amazônica para o Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Com relação à variabilidade temporal da ZCAS, sua atuação se estende entre os meses de novembro a abril, o que enfatiza sua associação com a estação chuvosa na região Sudeste.

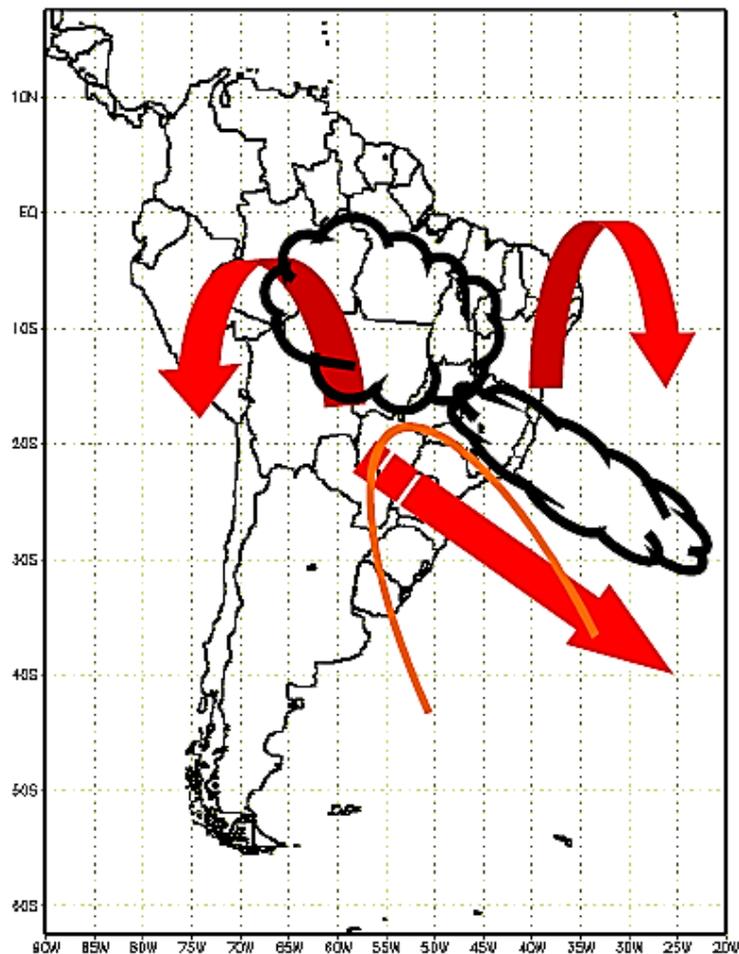


Figura 3: Esquema da dinâmica de comportamento da ZCAS na América do Sul
Fonte: NIMBUS, Monolito (2017)

Ainda segundo a Figura 3, sobre a dinâmica de comportamento da ZCAS, Quadro (1994) fez um estudo com 28 casos através do uso de parâmetros para observar características comuns durante a passagem da ZCAS na América do Sul, durante os anos de 1980 a 1989, o que possibilitou o autor a corroborar que a intensidade e manutenção das ZCAS estão ligadas a fatores como: convergência de umidade em baixos níveis, cavado semi-estacionário a leste dos Andes, movimento vertical na direção noroeste–sudeste, elevado sistema potencial de

temperatura potencial equivalente em 500 hPa e faixa de vorticidade na direção das ZCAS em 200 hPa.

Além da conexão da ZCAS com os fenômenos apresentados, outros estudos apontam possíveis associações entre a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), mesmo não interferindo em sua formação, poderia influenciar na intensidade e posicionamento das ocorrências de precipitações (Kalnay *et al.* 1986). Também, associação com a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), que apresenta parâmetros bem próximos da ZCAS como o fato de ambas serem zonas de convergência de umidade marcadas por nebulosidade e precipitações intensas, porém diferenciando-se no padrão de fluxo contínuo, desfavorecem sua persistência que se desenvolve num período inferior a três dias e organização da banda de nebulosidade que conseqüentemente interfere nos índices de precipitação.

Seguindo estes apontamentos comparativos, às Frentes Frias (FF) apresentam aspectos que podem ser confundidas com as ZCAS, embora estabeleçam um fluxo de umidade da região amazônica para a região sudeste, esse fenômeno não se mantém por muito tempo, geralmente por apenas um ou dois dias.

Dentre os fenômenos que influenciam as precipitações no Brasil, a ZCAS se destaca por ser um eminente sistema regulador de precipitação ao longo do verão na América do Sul e estudar o comportamento desse sistema faz-se de suma importância, uma vez que durante sua atuação ocorrem diversos casos resultantes das precipitações intensas.

Para possibilitar o entendimento sobre as dinâmicas atmosféricas que envolvem o sistema ZCAS e por tratar-se de um sistema meteorológico responsável por grande parte dos índices pluviométricos em Ituiutaba-MG, foram feitas análises de ocorrências de casos entre os anos 2000 a 2012, destacando os episódios de maior repercussão no município nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, definidos devido as variações na escala sazonal e o auge da intensidade das ocorrências de precipitação no município. Os episódios de estudos seguiram o período mínimo de atuação da ZCAS que corresponde a quatro dias de duração.

Análise anual e mensal dos episódios do sistema ZCAS

Através de análises das imagens de satélites utilizadas neste estudo, no período correspondente ao definido, foram identificados 67 episódios de atuação do sistema ZCAS (Tabela 3), sendo: 21 casos equivalentes à somatória dos meses de dezembro, 30 casos referente aos meses de janeiro e 16 casos relativo aos meses de fevereiro.

Mês Ano	DEZ	JAN	FEV
2000	2	2	1
2001	0	1	0
2002	2	2	0
2003	0	3	1
2004	2	2	2
2005	2	3	0
2006	2	1	1
2007	1	3	1
2008	2	3	3
2009	2	3	1
2010	2	2	1
2011	3	2	2
2012	2	3	2

Tabela 3: Totais mensais dos episódios identificados da ZCAS
Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Org: FREITAS, 2017.

Posterior às análises, verificou-se a relação da ocorrência dos episódios da ZCAS associados aos anos de níveis acima da média de precipitação no município, representados pelos anos 2005, 2008, 2009, 2011 e 2012, podendo ser classificados como anos atípicos quanto ao acúmulo total de precipitação.

Segundo Alves (2017), nestes anos específicos, evidenciaram-se expressivas ocorrências relatadas pelos meios de comunicação quanto a resultados danosos destes níveis elevados de precipitação na área urbana, refletindo de forma danosa ao próprio município, como ruas totalmente alagadas.

As Imagens de satélite, de 1 a 13, possibilitam visualizar além da atuação do sistema ZCAS, outros sistemas que influenciaram nestes níveis elevados de precipitações intensas, como a maioria dos eventos de ZCAS ocorrem acompanhados de um cavado, a presença de movimentos ascendentes na direção noroeste-sudeste em níveis superiores de atuação

incentivando a expansão de sua faixa e a presença da Alta da Bolívia em níveis altos associado à intensa fonte de calor e umidade da Amazônia.

Ressalta-se também que a escolha das imagens se deu de acordo com os dias de maior significância dentro do período de atuação do sistema ZCAS e que algumas imagens não trazem uniformidade quando a homogeneidade da banda nebulosa, característica similar da ZCIT, devido à qualidade do material utilizado, mas não dissocia a atuação do sistema nestes períodos analisados.

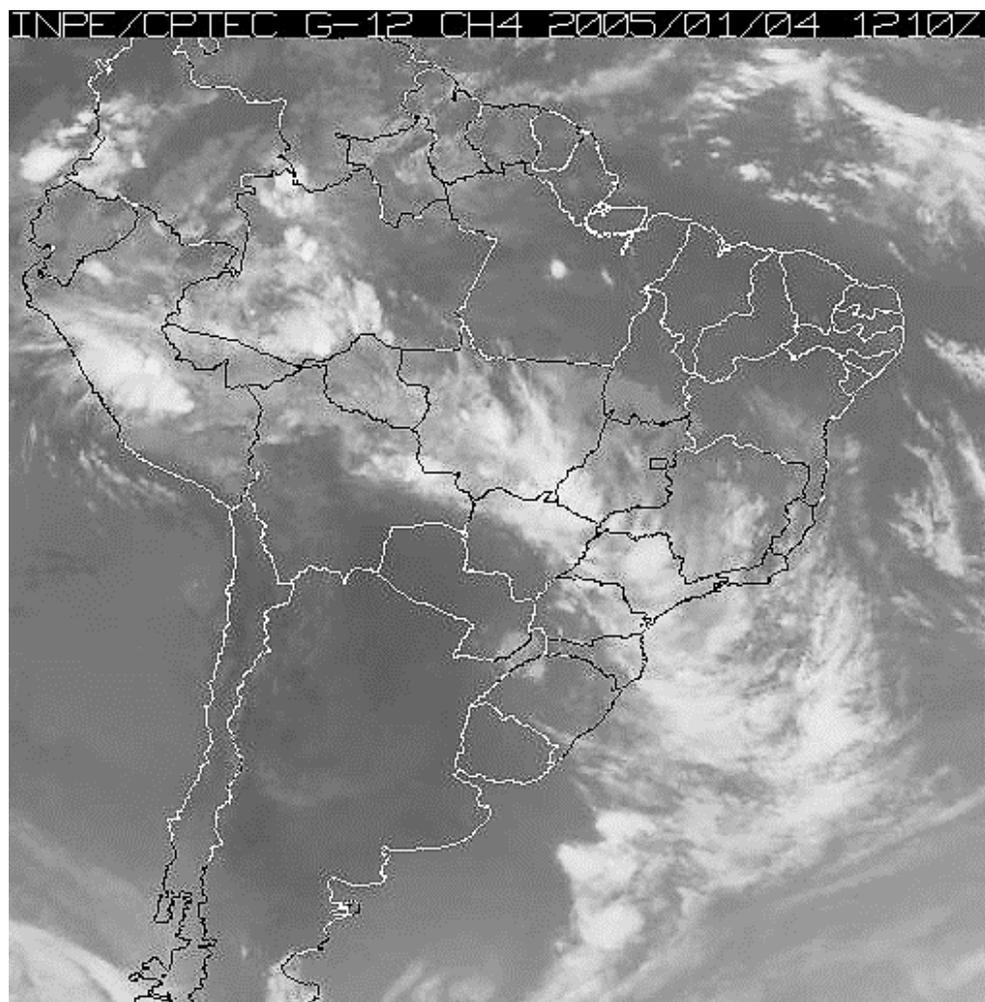


Imagem 1: Episódio de atuação da ZCAS no dia 04/01/2005

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato. **Org:** FREITAS (2017)

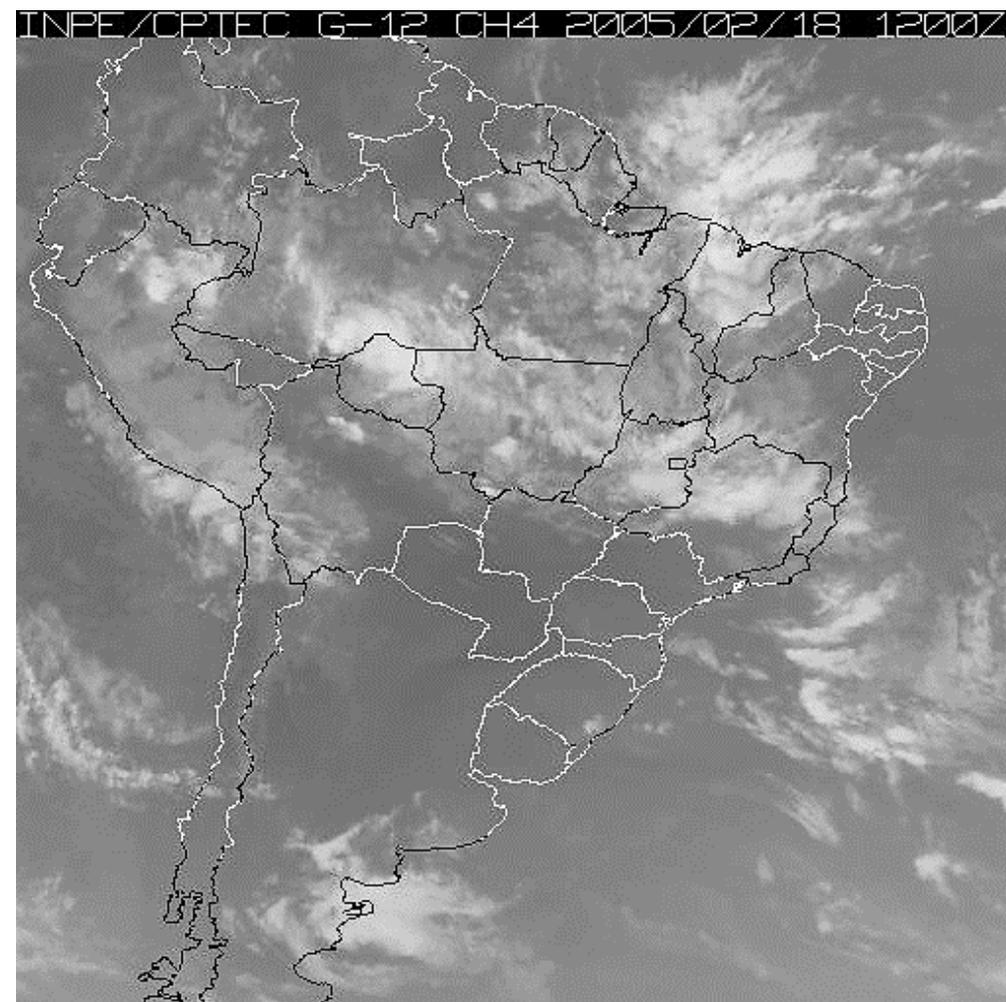


Imagem 2: Episódio de atuação da ZCAS no dia 18/02/2005

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato. **Org:** FREITAS (2017)

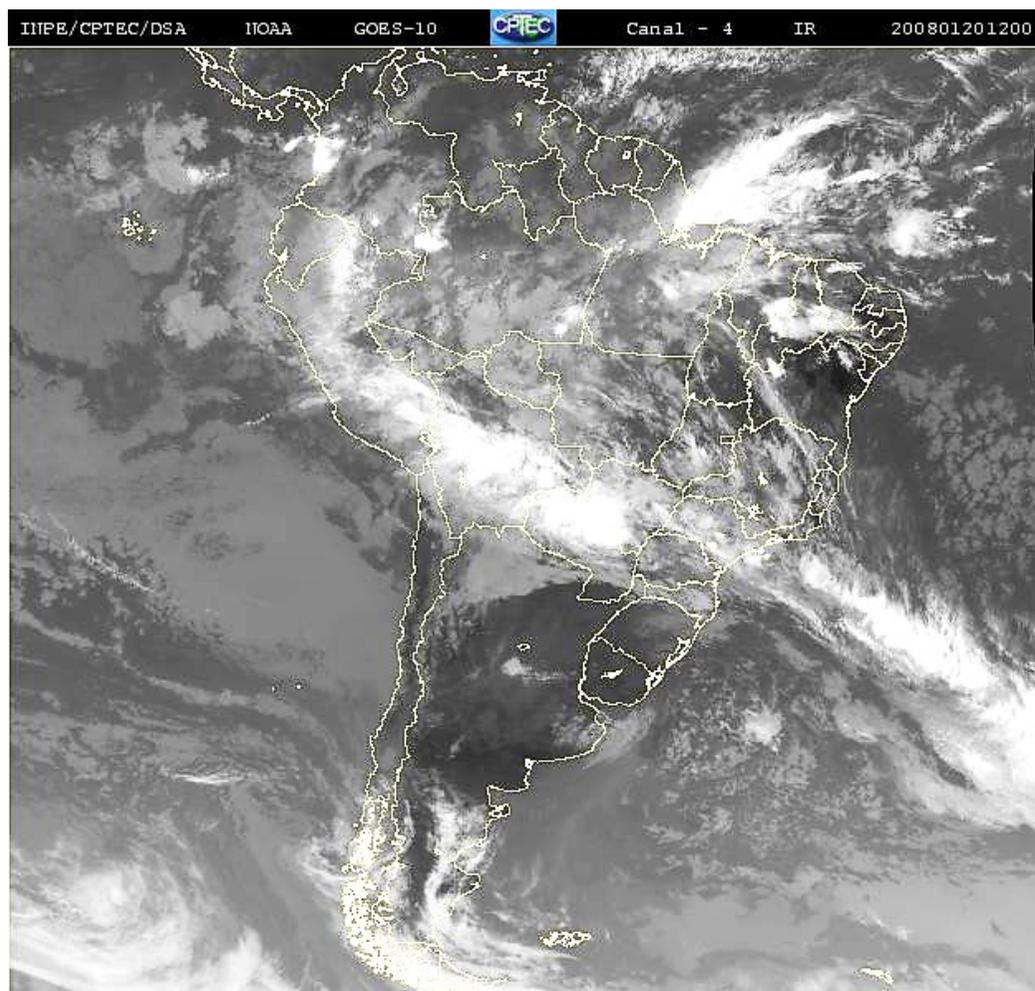


Imagem 3: Episódio de atuação da ZCAS no dia 20/01/2008

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato.
Org: FREITAS (2017)

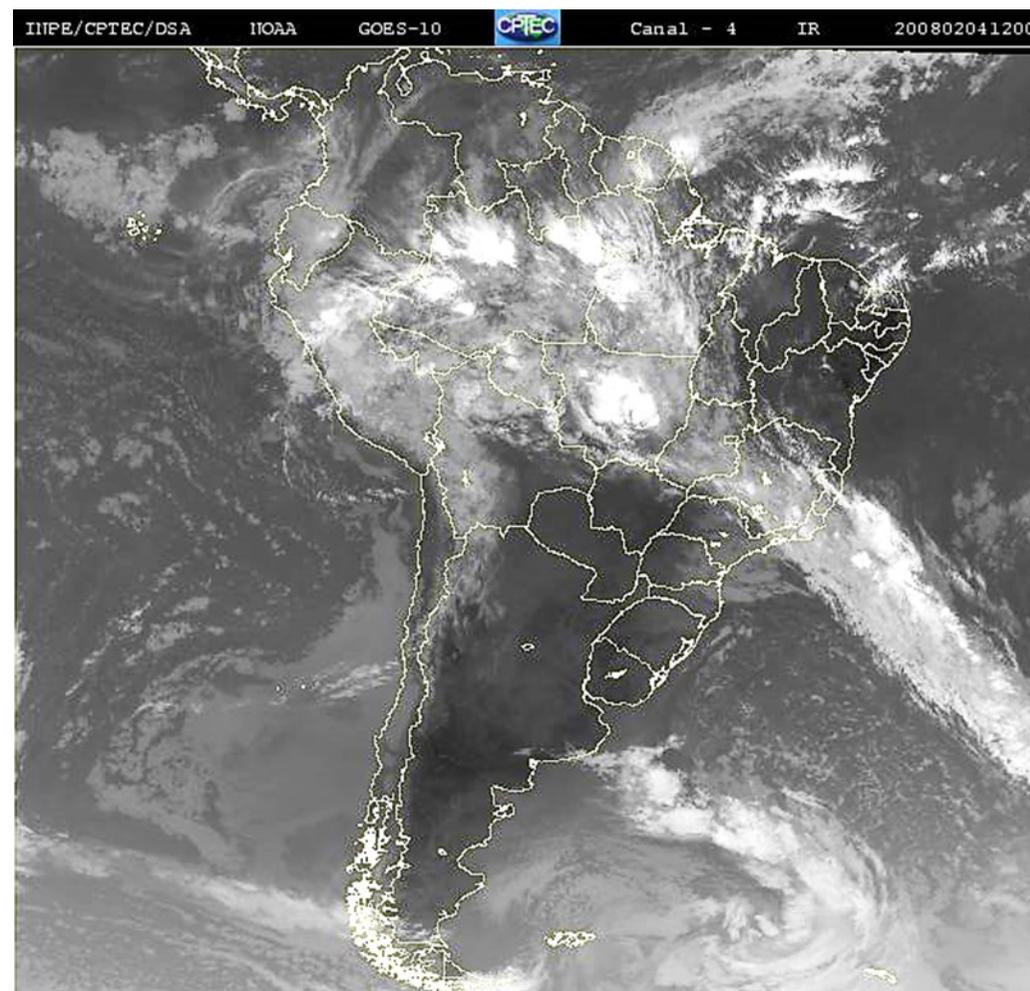


Imagem 4: Episódio de atuação da ZCAS no dia 04/02/2008

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato.
Org: FREITAS (2017)

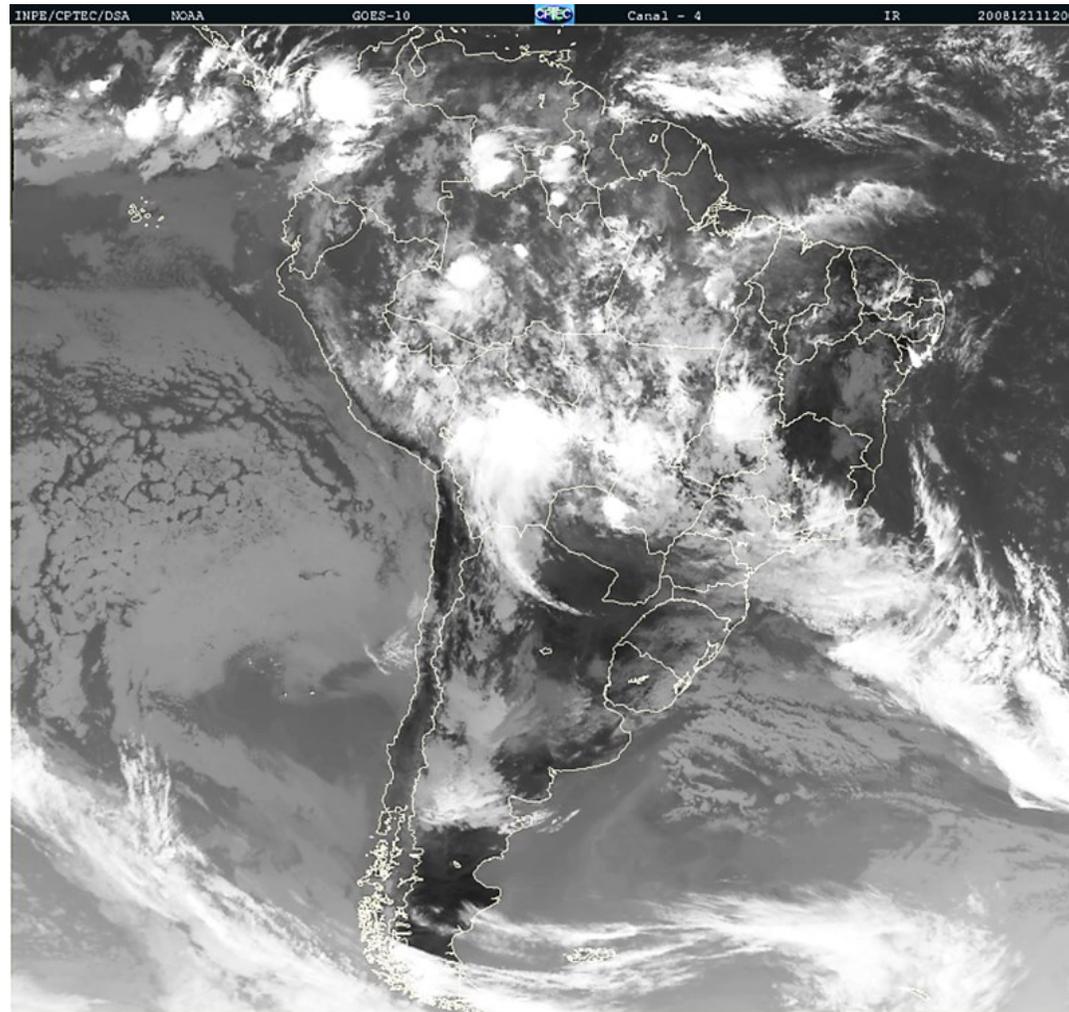


Imagem 5: Episódio de atuação da ZCAS no dia 11/12/2008

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato. **Org:** FREITAS (2017)

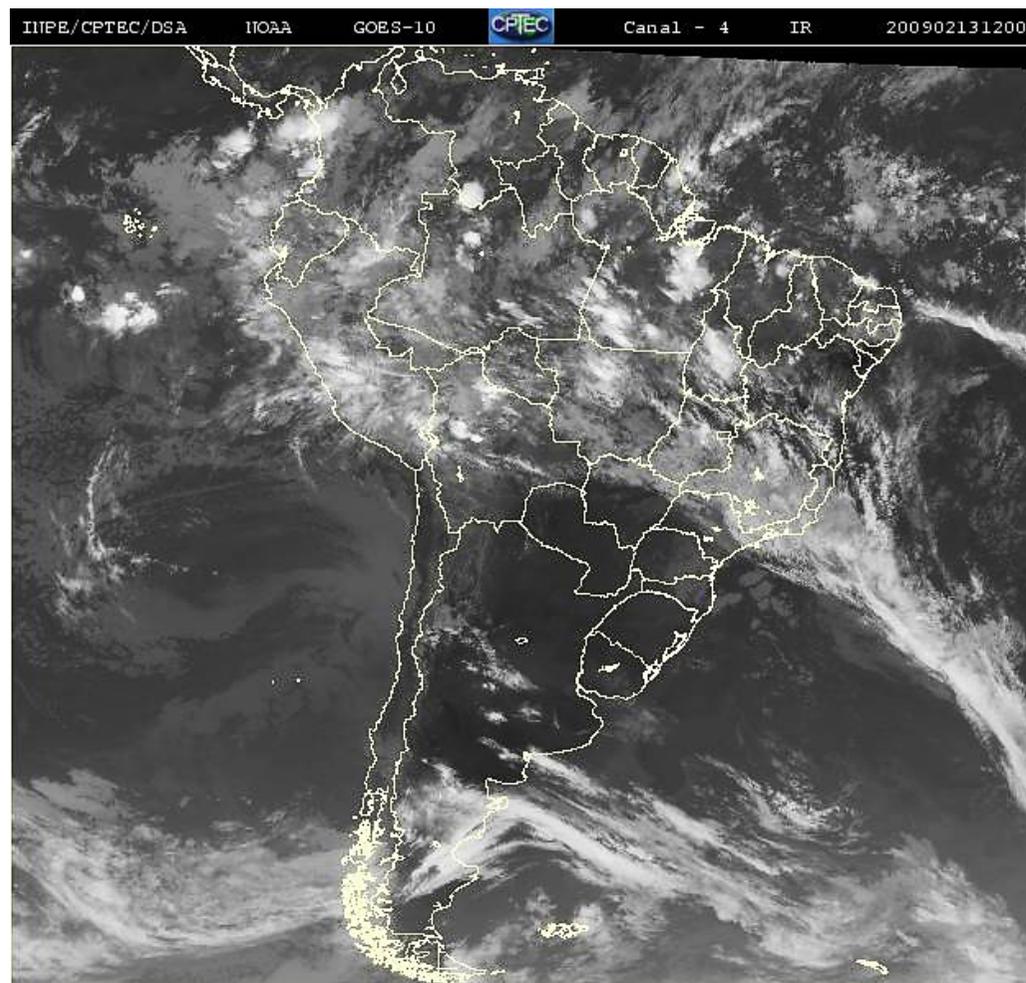


Imagem 6: Episódio de atuação da ZCAS no dia 13/02/2009

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato.
Org: FREITAS (2017)

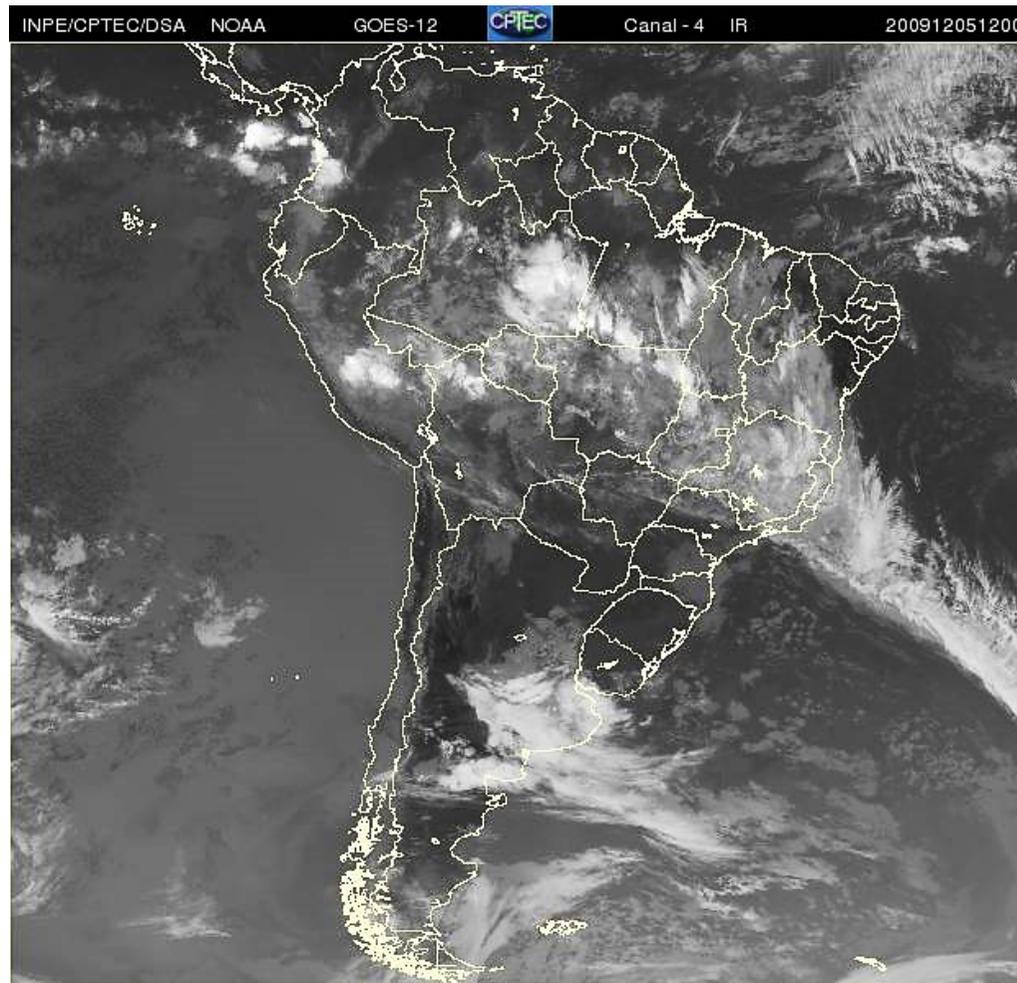


Imagem 7: Episódio de atuação da ZCAS no dia 05/12/2009

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato.
Org: FREITAS (2017)

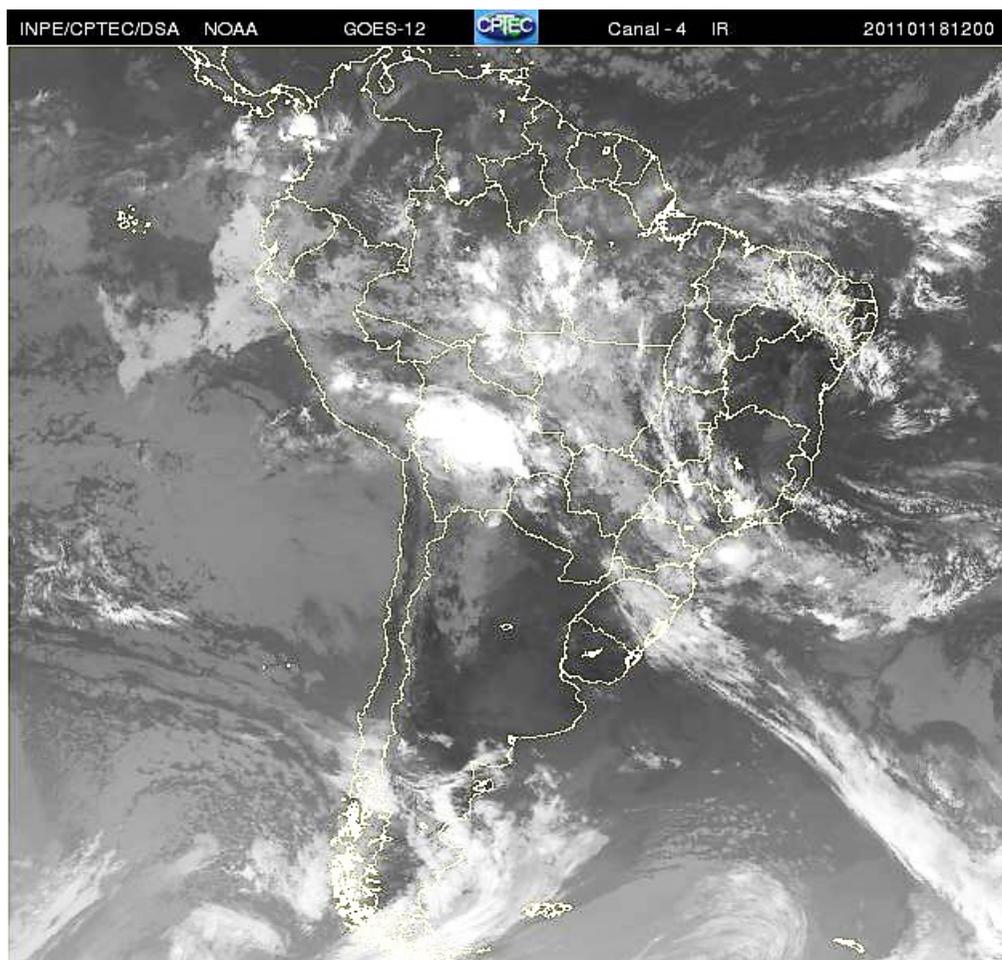


Imagem 8: Episódio de atuação da ZCAS no dia 18/01/2011

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato. **Org:** FREITAS (2017)

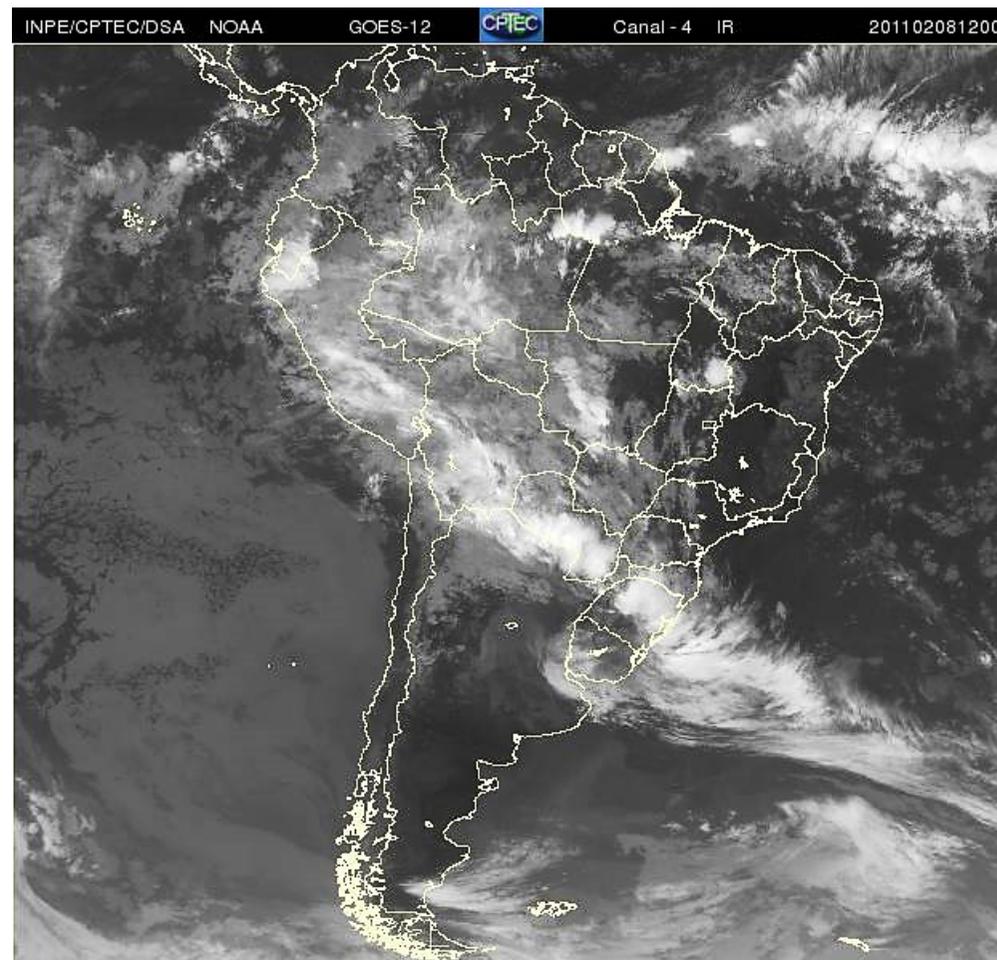


Imagem 9: Episódio de atuação da ZCAS no dia 08/02/2011

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato. **Org:** FREITAS (2017)



Imagem 8: Episódio de atuação da ZCAS no dia 01/12/2011

Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato. **Org:** FREITAS (2017)

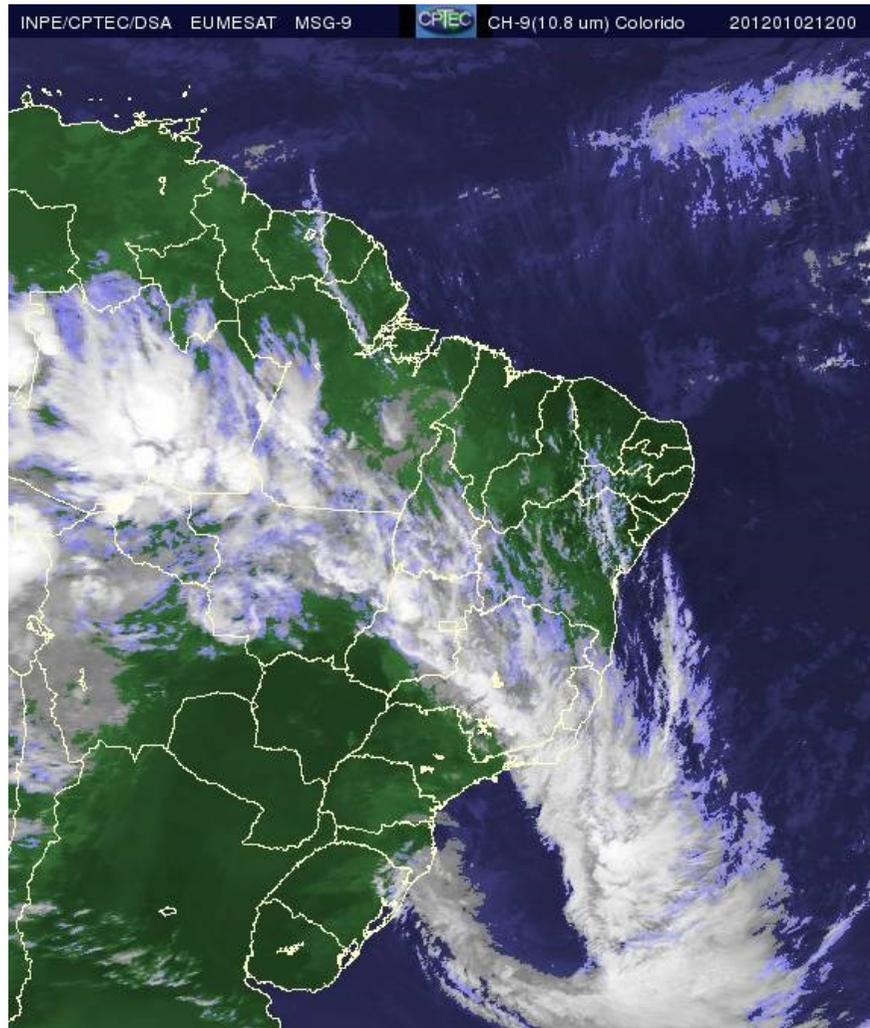


Imagem 11: Episódio de atuação da ZCAS no dia 02/01/2012
Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato. **Org:** FREITAS (2017)

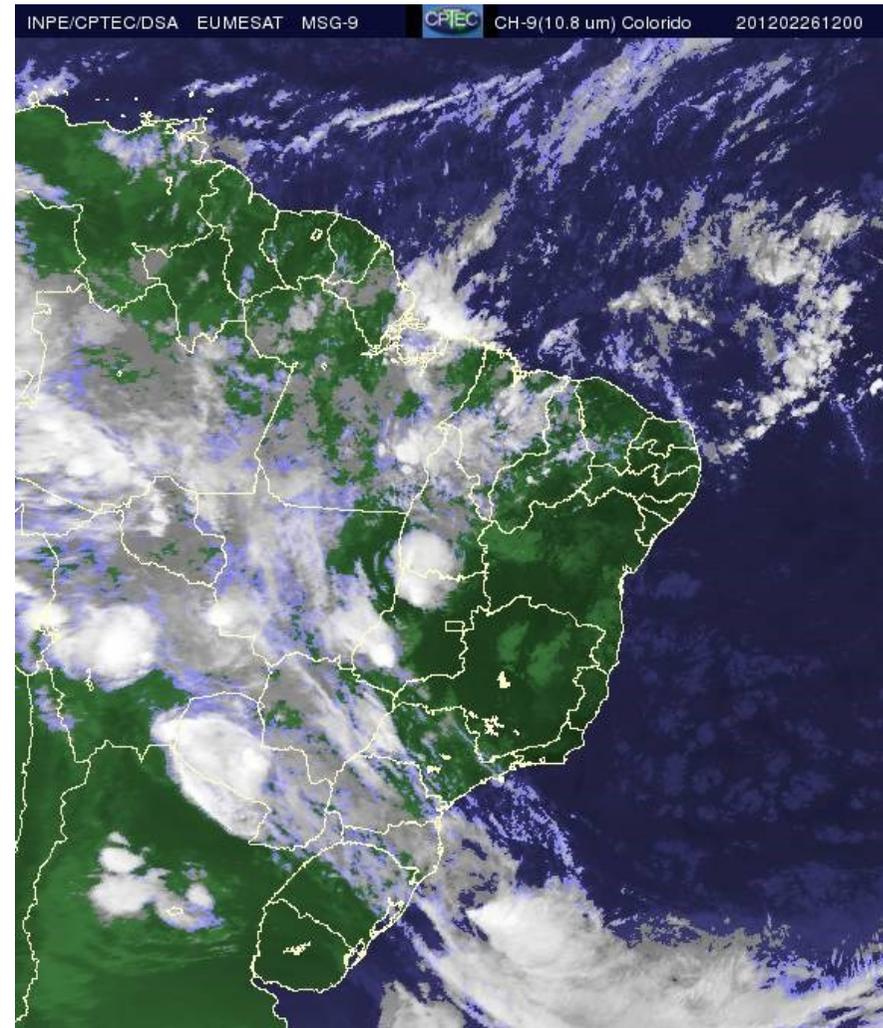


Imagem 12: Episódio de atuação da ZCAS no dia 26/02/2012
Fonte: INPE/CPTEC constituindo parte do acervo do Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato. **Org:** FREITAS (2017)

Esses anos que apresentaram características atípicas nos acúmulos pluviométricos quando comparados com a média total de precipitação anual em Ituiutaba-MG, e diante do apontamento feito com os casos relatados pela imprensa local, registraram ocorrências calamitosas resultantes da passagem do sistema ZCAS.

Partindo de Alves (2017), a Tabela 4, elaborada a partir dos anos atípicos nos níveis de precipitação, demonstra essa relação de causa e efeitos de casos de precipitação intensa:

ANO	MÊS	FONTE	OCORRÊNCIA
2005	Janeiro e Dezembro	Jornal do Pontal	- Grande volume pluviométrico concentrado, resultando na interrupção de ruas e rodovias; - Chuvas intensas associadas a ventos fortes;
2008	Janeiro e Dezembro	Jornal do Pontal	- Inundações de casa; - Veículos arrastados pela enxurrada; - Árvores arrancadas.
2009	Dezembro	Jornal do Pontal	- Chuvas intensas associadas a ventos fortes;
2011	Fevereiro	Jornal do Pontal	- Inundações; - Alagamentos;
2012	Janeiro	Jornal do Pontal	- Chuvas intensas com durabilidade significativa.

Tabela 4: Relação dos meses atípicos de chuvas e as perturbações decorrentes as precipitações intensas
Fonte: ALVES (2017). **Org:** REITAS (2017)

É possível interligar os resultados oriundo das precipitações intensas, devido ao sistema ZCAS, e as ocorrências resultantes dessas conturbações no município de Ituiutaba-MG, devido os recorrentes relatos desses casos pela imprensa e principalmente a falta de postura por parte do poder público no ato de investir em ações que adequem os aspectos locais urbanos, para melhor desempenho nos períodos chuvosos.

Ainda com base na Tabela 4, os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007 e 2010, apresentam comportamento pluviométrico dentro da média anual que é em torno de

1432 mm (Mendes e Queiroz, 2011), apresentando pouco ou nenhum desempenho fora do usual. O que não restringe o desempenho da ZCAS nestes anos, ressaltando que por seu comportamento não ser uniforme as precipitações originárias deste sistema se apresentaram com características diferentes.

Direcionando as análises feitas em uma escala a nível mensal, destacando os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, responsáveis pelas ocorrências de maiores índices pluviométricos no município de Ituiutaba-MG, foi organizado através da planilha do *Excel*, gráficos de cada mês analisado contemplando os anos de 2000 a 2012, possibilitando identificar a frequência de cada tipo de precipitação, de acordo com os parâmetros de classificação proposta pela COPASA (Tabela 5) e adotada pela Defesa Civil de Minas Gerais em seu Plano de Contingência no período chuvoso. Buscando destacar a participação do sistema ZCAS nos casos de índices mais elevados, identificado os tipos de precipitação de acordo com a intensidade ocorrida.

CLASSIFICAÇÃO (intensidade)	QUANTIDADE (mm/24hrs)
Fraco	0,1 – 10,0
Moderado	10,1 – 20,0
Forte	20,1 – 50,0
Muito Forte	50,1 – 80,0
Extremamente Forte	>80,1

Tabela 5: Tipo de precipitação de acordo com a intensidade do episódio de chuva
Fonte: COPASA (2017). **Org:** FREITAS (2017)

Os meses de dezembro representa média pluviométrica de 240 mm, janeiro 290 mm e fevereiro 180 mm, correspondem ao período anual mais chuvoso, com relação direta da ZCAS. Os Gráficos 2, 3 e 4, mostra a precipitação média acumulada da estação automática pluviométrica de cada mês entre os anos 2000 a 2012.

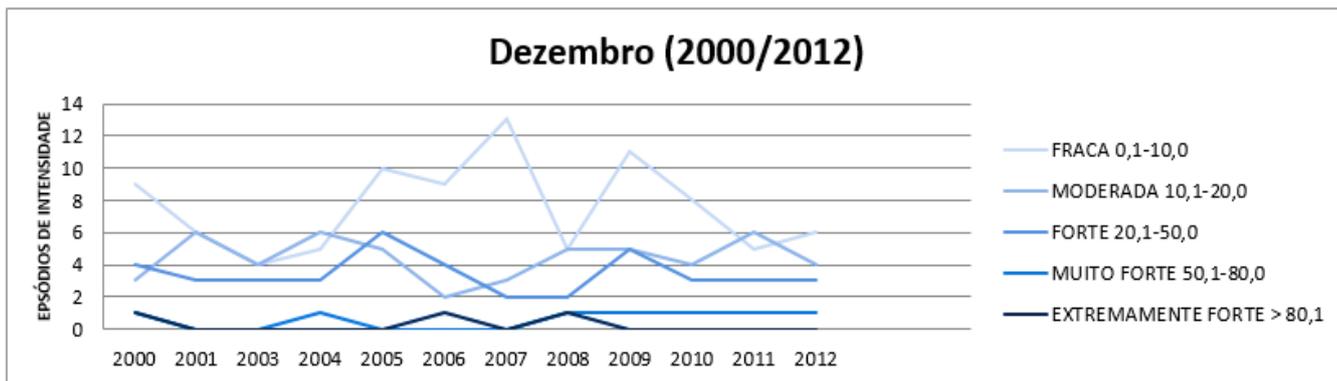


Gráfico 2: Precipitação média mensal de dezembro entre 2000 e 2012
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Org:** FREITAS (2017)

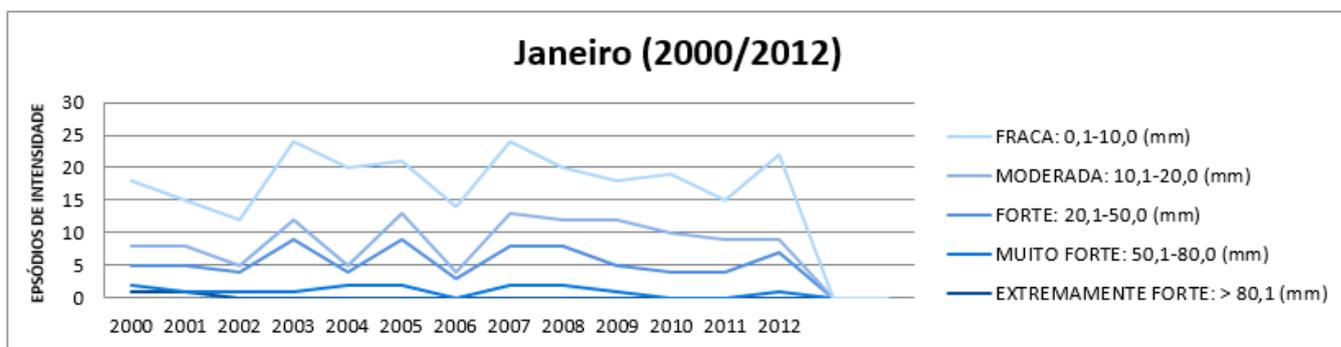


Gráfico 3: Precipitação média mensal de janeiro entre 2000 e 2012
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Org:** FREITAS (2017)

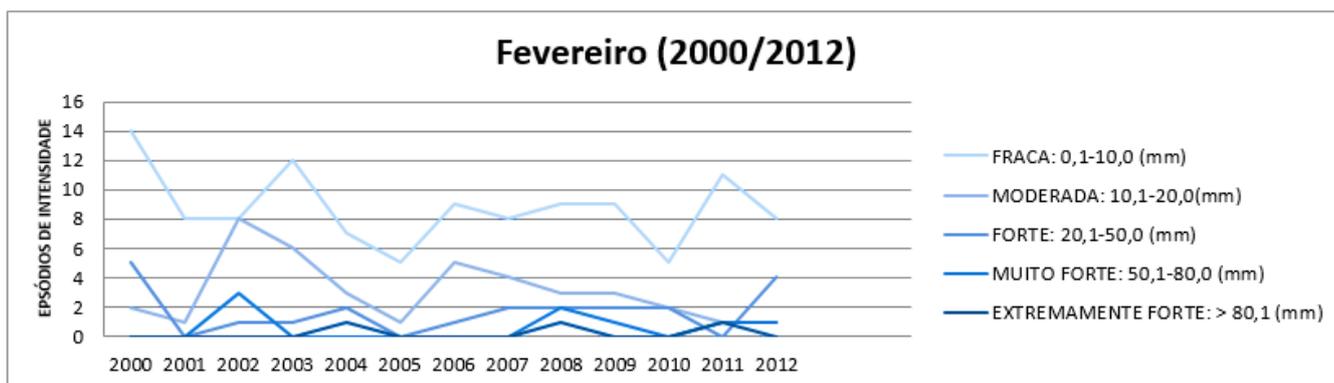


Gráfico 4: Precipitação média mensal de fevereiro entre 2000 e 2012
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Org:** FREITAS (2017)

Os gráficos mostram que o dezembro mais chuvoso foi o de 2000, com uma média de 334 mm, e o ano mais seco foi 2007, com um acumulado médio de 177,7 mm no mês. Janeiro teve seu índice de mais acumulo de precipitação no ano de 2005 com 438,2 mm e o ano mais seco em 2011 com 231 mm. E, fevereiro com o ano de 2008 como o mais chuvoso com 377,7 mm e como o ano mais seco em 2001 com 39,4 mm.

Os resultados a partir de análises demonstram que os casos da ZCAS, atinge o município de Ituiutaba-MG principalmente durante os meses de dezembro e janeiro, propiciando a persistentes por mais de quatro dias da banda de nebulosidade, que associados as direções dos ventos N/W, ocorrem quase anualmente.

Durante os meses analisados, nota-se que é recorrente todos os tipos de chuva diferenciados por suas classificações, enfatizando o predomínio nos casos de precipitações de nível extremamente forte ($>80,1$ mm) são mais recorrentes em dezembro e janeiro e no nível forte ($50,1 > 80,0$ mm), em todos os meses analisados. Vale destacar que as chuvas classificadas no nível fraco ($0,1 - 10,0$ mm) são mais recorrentes nos anos que não houve significativa elevação nas médias de acumulo de precipitação, mas não destoam das ocorrências da ZCAS.

Quadro (1994) destaca que a posição média do eixo da ZCAS é muito importante para o regime de chuvas das regiões afetadas. Nos primeiros meses da estação chuvosa ela ancora mais ao norte e nos meses seguintes mais ao sul. O comportamento da precipitação em Ituiutaba-MG, sugere então que a ZCAS é mais atuante no início e no meio da estação chuvosa desta localidade.

A importância da compreensão dos sistemas meteorológicos na atenuação de danos causados por precipitações intensas

O aumento das ocorrências e intensidades dos eventos climáticos nas zonas urbanas trouxe como destaque discussões acerca de apontamentos das ações antrópicas como principal causador dos cenários catastróficos no âmbito ambiental, decorrentes a crescente urbanização desordenada, das quais a própria sociedade está exposta.

Por estes motivos, diversos estudos buscam conhecer quais as dimensões da relação homem *versus* natureza, no intuito de fundamentar possíveis adoções de medidas mitigadoras

que abarcam a redução de possíveis danos socioeconômicos e socioambientais, resultantes de adversidades.

Seguindo neste raciocínio e buscando apresentar possíveis medidas, capaz de associar as necessidades da sociedade integradas às dinâmicas físicas do meio, minimizando o impacto dos desastres, e também reduzindo repetitivo cenário destes acontecimentos, seja por inundações, alagamentos, estiagens, erosões e outros fenômenos da natureza agravados pela atividade humana no ambiente.

Os elementos climáticos têm provocado impactos na superfície que atingem a vida do homem de maneira direta e indireta. Em regiões tropicais, um dos principais causadores desses impactos é a chuva (tanto pelo seu excesso quanto pela sua ausência) as ondas de calor ou de frio, as rajadas de ventos, a umidade relativa do ar (que quando diminui pode ocasionar problemas respiratórios), além de outros fatores, que também são importantes elementos de forte repercussão no espaço geográfico.

Diante das sensíveis mudanças no clima nas últimas décadas, observa-se uma acentuada alteração no ritmo climático, como secas intensas, chuvas calamitosas em determinadas regiões. Desta forma, constata-se mudanças nas sucessões dos estados atmosféricos se comparado ao clima passado. Assim, na concepção de Monteiro (1991, p.123):

a idéia do negativo e do desfavorável ou maléfico dos eventos naturais extremos ou acidentais merece também uma outra reflexão. (...) Um impacto pluvial calamitoso desabado sobre uma cidade poderá, apesar dos negativos, ter contribuído para despoluir uma atmosfera local gravemente afetada (...) Isto, evidentemente depende da intensidade do impacto, geralmente tanto mais “negativo” quanto mais forte. Monteiro (1991, p.123)

Estes impactos climáticos, apesar de pouco frequentes, em função de sua magnitude, tem provocado enormes danos, além de perdas humanas e econômicas, têm sido retratados pela imprensa de forma controversa, pois ao mesmo tempo em que procuram informar, também, exploram o lado sensacionalista, culpando os “humores” do tempo e imprevisibilidade do clima, como os algozes dos episódios extremos.

No Brasil, desastres como os escorregamentos de terra na região serrana do Rio de Janeiro e as enchentes que atingiram a região Nordeste, são alguns casos de destaque quando a ineficiência em realizar o planejar considerando não somente o social, mas também as

questões que compreendem as dinâmicas ambientais, como os sistemas meteorológicos, responsáveis pelas precipitações, umidade relativa do ar, temperatura, ventos e afins.

Em regiões tropicais, como a área em estudo, um dos principais causadores de impactos meteorológicos são as precipitações, tanto pelo seu excesso resultando nas precipitações intensas causadas em sua maioria pela ZCAS, que desempenha papel fundamental para a ocorrência de precipitações no período chuvoso que causam impactos socioeconômicos, e quanto pela a escassez.

Desta forma, faz-se imprescindível compreender as dinâmicas atmosféricas através de dados meteorológicos como fontes que mapeiam informações diárias, mensais e anuais, de forma precisa e real. Contribuindo para as mais diversas elaborações de procedimentos que disponha da compreensão e interpretação das variáveis meteorológicas, como as precipitações em seus diferentes espaços, frequências e associadas a outros sistemas, possibilitando averiguação de cenários possíveis cenários futuros.

CAPÍTULO 3

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, partindo da análise do comportamento e a caracterização da ZCAS, no período do ano 2000 a 2012, verificou-se que o comportamento e o posicionamento deste sistema são irregulares e heterogêneos, como destacado na pesquisa, atribuindo esse desempenho às variações das componentes da atmosfera que afetam em sua dinâmica em todos os casos estudados.

Os dados utilizados no estudo procedentes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e as imagens de satélite fornecidas pelo Prof.º Dr.º Victor da Assunção Borsato, foram de suma importância para esta constatação, porém apresentaram defasagem de imagens no mês de dezembro de 2005 e 2010, o que de certo modo, não alterou as comparações quanto aos totais de episódios identificados da ZCAS, mas impediu a visualização da atuação do sistema neste determinado período.

Os períodos de ZCAS mais chuvosos ocorreram nos meses destacados no estudo – dezembro, janeiro e fevereiro, apresentando padrão quase que recorrente e mais atuante no período da estação. Contribuindo para a classificação das chuvas quando sua intensidade e ocorrência, sendo uma das contribuições consideradas motivadoras do presente estudo possibilitando verificação quando a grandeza do fenômeno em análise.

Os levantamentos referentes ao sistema ZCAS apontaram entre os anos de 2005 a 2012, como relatado, destacaram os anos de 2005, 2008, 2009, 2011 e 2012, com total de 30 ocorrências (distribuídos entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro) de episódios provenientes do sistema com reincidências nos meses de dezembro e janeiro, e somente em mês de fevereiro de 2005 não apresentou ocorrência de caso. E, ao considerar todos os anos, tanto os habituais como os atípicos, somente o mês de janeiro se destaca com ocorrências regulares anuais, constatando sua característica de mês mais chuvoso do ano.

A análise dos impactos gerados pelas precipitações intensas e os relatos coletados das notícias realizadas da imprensa local, reafirma as consequências dos efeitos das precipitações intensas no município de Ituiutaba-MG, porém, por parte do poder público não há sinal de medidas preventivas ou corretivas que anemizem os transtornos ocasionados no período

chuvoso, como ruas alagadas decorrentes de inadequados procedimentos de implementação. Afetando a população e gerando gastos desnecessários, mas que não remediam a situação.

É importante salientar que este trabalho, deste a análise dos dados e a associação dos mesmos as imagens de satélite, trouxe certa dificuldade em alguns momentos quando a compreensão do sistema ZCAS paralelo a outros fenômenos. As bibliografias e outras referências consultadas ajudaram positivamente nos momentos de dificuldade, porém, somente depois de diversas tentativas, refazendo inúmeras vezes os gráficos e tabelas contidos neste trabalho, foi que as leituras feitas começaram a ser assimiladas e compreendida de maneira correta.

Nos estudos de climatologia, cuja base é a interação das dinâmicas do meio físico com o homem, conhecer como se constitui essa relação auxilia extremamente em investigações e projeções de cenários futuros a partir das ocorrências no presente momento, graças ao vasto conjunto de banco de dados dos mais diversos institutos e organizações responsáveis pelo monitoramento em escala global até a local. Possibilita qualquer que sejam o tipo de estudo com bases físicas as mais diversas finalidades, principalmente no planejamento urbano auxiliando no próprio bem-estar da sociedade.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N.; COSTA J. M. Contribuição ao estudo do Sudoeste Goiano. In: **Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo: V.4, n.2. p 3-26. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/1402/1260>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

ALVES, Lorrane Barbosa. **Análise dos episódios dos tipos de tempos extremo na microrregião de Ituiutaba-MG e a visão da imprensa local**. 2016. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2016.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Ritmo Climático e Planejamento Urbano. In: AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade et al (Org.). **Climatologia Urbana e Regional: Questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013. p. 173-190.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/lcgrh/ayoadejo-introducao-climatologia-para-os-trpicos-cpia>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

BORSATO, V. A. **A Participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do Auto Rio Paraná no período de 1980 a 2003**. 2006. Tese (Doutorado em Geografia) – Nupélia – Universidade Estadual de Maringá: Maringá, 2006.

CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque. Variabilidade interanual da precipitação no Sudeste do Brasil no período 1985-2014 e configurações de extremos. **Revista Climanálise**, São José dos Campos, p.13-18, 3. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/cavalcanti.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

CORREA, Márcio Greyck Guimarães; GALVANI, Emerson. **Análise estatística da variabilidade da precipitação pluviométrica para a bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR**. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, p.1-10. Disponível em: <<https://agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/652/557>>. Acesso em: 19 out. 2017.

CORREA, Márcio Greyck Guimarães; GALVANI, Emerson. Análise estatística da variabilidade da precipitação pluviométrica para a bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 97, p.1-10, 2017. Disponível em: <<https://agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/index>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

COSTA, Rildo Aparecido; MARTINS, Fernanda Pereira. Impactos e riscos ambientais urbanos em Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, Anderson Pereira; MOURA, Gerusa Gonçalves; COSTA, Rildo Aparecido (Org.). **Geografia do Brasil Central: Enfoques teóricos e particularidades regionais**. Uberlândia: Assis, 2011. p. 355-407.

DE SOUSA, Romário Rosa; COSTA, Rildo Aparecido; ASSUNÇÃO, Hildeu Ferreira da. VARIAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NO TRIANGULO MINEIRO-MG. **Revista GeoNordeste**, [S.l.], n. 2, maio 2012. ISSN 2318-2695. Disponível em:

<<https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/2462/2144>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

DIAS, Maria Assunção F. da Silva; SILVA, Maria Gertrudes A. Para entender tempo e clima. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al (Org.). **Tempo e Clima: No Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 15-22.

GALVANI, Emerson; AZEVEDO, Tarik Rezende de. A Frente Polar Atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso. **Textos do Laboratório de Climatologia e Biogeografia** – Departamento de Geografia / FFLCH / USP – Texto 018. 2012. Disponível em: <<http://www.geografia.ffe.usp.br/inferior/laboratorios/lcb/az/TA018>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Estações Automáticas**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 18 abr. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) - CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, edited by: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., and Miller, H. L., Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 996 p. 1996. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm>. Acesso em: 28 set. 2017.

KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones, (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and SACZ) Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. **Journal Meteorological of the Society Japan**, v. 70, n. 4, p. 813-836, 1992. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj1965/70/4/70_4_813/_article>. Acesso em: 23 set. 2017.

KRISHNAMURTI, T. N.; KANAMITSU, M.; KOSS, W. J.; LEE, J. D. Tropical east-west circulation during the Northern Winter. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 30, p. 780-787, July 1973. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0469%281973%29030%3C0780%3ATECDTN%3E2.0.CO%3B2>>. Acesso em: 23 set. 2017.

MARENGO, J. A.; OLIVEIRA, G. S. Os impactos do fenômeno La Niña no tempo e no clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação da La Niña 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, Brasília. **Anais**. Brasília: SBMET, 1998.

MENDES, Paulo Cezar; QUERIOZ, Arlei Teodoro de. Caracterização climática do município de Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, Anderson Pereira; MOURA, Gerusa Gonçalves; COSTA, Rildo Aparecido. **Geografia do Brasil Central: Enfoques teóricos e particularidades regionais**. Uberlândia: Assis, 2011. p. 333-353.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Clima e Excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1991. p. 123.

NIMER, Edmon. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

OLIVEIRA, N. S. **Relação entre chuva e deslizamento em Nova Friburgo/RJ**, Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, 2014.

QUADRO, Mário Francisco Leal de. **Estudo de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

SACRAMENTO NETO, O. B.; ESCOBAR, G. C. J.; SILVA, P. E. D. Método objetivo para identificar episódios de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) no ambiente operacional do Centro de Previsão de Tempo e Estados Climáticos - CPTEC. **XVI Congresso de Meteorologia**, 2010.

SANCHES, M. B.; SILVA DIAS, M. A. F. Análise sinótica de verão. A influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). In: Congresso Brasileiro De Meteorologia, 9., 1996, Campos do Jordão. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1996. v. 1, p. 439-443.

SANTOS, Juliana Gonçalves; FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. A variabilidade pluviométrica na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG. **Geotextos**, Bahia, v. 12, p.233-265, 30 mar. 2016. Semestral. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/15791/11203>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

SEABRA, M. S. **Estudo sobre a Influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul em Bacias Hidrográficas nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil**, Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, 2004.

STRETEN, N. A., Some Characteristics of Satellite-Observed Bands Of Persistent Cloudiness Over the Southern Hemisphere. **Mon. Wea. Rev.**, 101, 486–495. 1973. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0493%281973%29101%3C0486%3ASCOSBO%3E2.3.CO%3B2>>. Acesso em: 23 set. 2017.

TALJAARD, J. J. The clouds bands of the South Pacific and Atlantic Oceans. **Meteorological Monographs**, v. 13, p. 189-192, Nov. 1972.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2002. 150p.

VAREJAO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Recife, 2005.

