

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

AMANDA TROTTA MENDONÇA

**EVENTOS PLUVIAIS INTENSOS E SEUS IMPACTOS:
UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE CATAGUASES - MG**

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2022

AMANDA TROTTA MENDONÇA

**EVENTOS PLUVIAIS INTENSOS E SEUS IMPACTOS:
UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE CATAGUASES - MG**

Monografia, apresentada ao Curso de Geografia da
Universidade Federal de Viçosa como requisito
para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Edson Soares Fialho

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2022

AMANDA TROTTA MENDONÇA

**EVENTOS PLUVIAIS INTENSOS E SEUS IMPACTOS: UM ESTUDO DE CASO DA
CIDADE DE CATAGUASES - MG**

Monografia, apresentada ao Curso de Geografia da
Universidade Federal de Viçosa como requisito
para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Edson Soares Fialho

APROVADA: 29 de julho de 2022.

Dr. Fábio de Oliveira Sanches
(UFJF)

Dr. André Luiz Lopes de Faria
(UFV)

Dr. Edson Soares Fialho
(Orientador)
(UFV)

AGRADECIMENTOS

Por inúmeras razões que nunca, jamais, irão caber em qualquer trecho de agradecimento que eu possa escrever agradeço profundamente aos meus pais Regina e Mendonça por todo o amor, carinho, dedicação, apoio, e outras tantas coisas, que desde o meu primeiro dia de vida foram fundamentais para todas as decisões importantes tomadas em minha vida. Agradeço por tantas vezes abdicarem de vontades próprias para que eu e meu irmão pudéssemos ter oportunidades das quais vocês não tiveram, para que pudéssemos alçar voos maiores e realizarmos nossos sonhos nada nunca será capaz de demonstrar toda a minha gratidão, amor e afeto.

Ao meu irmão, Gustavo, por ser meu conselheiro em diversos momentos, mesmo que a distância e ser também um exemplo de persistência para mim, de escuta e de sabedoria.

À toda minha família e em especial meus tios e tias que sempre foram suporte nos momentos difíceis e que por vezes são também como pais para mim, fonte de segurança, sinônimo de carinho, amor e cuidado, e que foram fundamentais para que eu pudesse conquistar muitas coisas ao longo da minha vida.

Às minhas avós que já não estão mais presentes de corpo, mas que sinto o carinho de alma em todos os momentos. Ao meu avô que da sua maneira demonstra afeto e cuidado.

Ao meu parceiro de vida, Jonas, por ter vivenciado cada momento e fase de crescimento ao meu lado sendo suporte nos momentos de dificuldade, afeto nos momentos de angústia, companheiro de copo nos momentos de plenitude e sinônimo de companheirismo e amor.

Aos meus amigos de Cataguases por caminharem ao meu lado por tantos anos e serem fundamentais no meu caminho, de diversas formas possíveis, e que apesar da distância sempre se fizeram presentes, me lembrando quem sou e onde almejo chegar.

Aos meus amigos de Viçosa que foram capazes de tornar essa cidade um lar, mesmo longe da minha família, ganhando de fato uma outra família, em especial a Ana Luiza (menina que mora comigo) que dividiu a casa e a vida durante os anos de graduação e se tornou uma irmã, ao Igor que me ensinou muito, sendo fonte de apoio, escuta e carinho, durante diversos momentos (te oceano), que também se tornou um

irmão para mim. Aos amigos que foram essenciais no caminho e também se tornaram parte da minha família fazendo com que eu me sentisse em casa dividindo momentos bons e ruins, vivenciando Viçosa juntos, Yuri, Amanda, Gabriel, Edson e Janaína.

Ao meu orientador, Edson, que foi incansavelmente paciente comigo durante os anos de graduação e estágio no laboratório de BioClima e que principalmente nessa reta final me incentivou, apoiou e acreditou em mim em momentos que nem eu mesma acreditei. A todos os professores do DGE que foram essenciais para minha formação e caminhada pela UFV, e que, com certeza deixaram marcas em minha vida que vão muito além dos conhecimentos passados, mas também passam pelos conselhos sobre a vida, a visão de mundo que passamos a ter quando nos tornamos geógrafos e por ensinar sobre como nosso olhar para o mundo é precioso e único. A Patrícia, Gilmar e Fábio que sempre foram super atenciosos e solícitos em todos os momentos, sempre dispostos a ajudar e colaborar com todos nós!

A UFV foi um dos ciclos mais lindos da minha vida, jamais vou me esquecer de cada momento vivido, cada subida pela reta, reclamando de andar debaixo do sol quente ou do frio congelante nas noites de inverno ou admirando a paisagem da mais bonita do Brasil. Um dia conversando com alguns amigos chegamos à conclusão de que Viçosa é insuperável e que bom que eu pude construir parte da minha história aqui.

*Vento sudoeste que acinzentou a paisagem
Traz a frente fria e à chuva dá passagem
Sei bem porque vieste, há muito eu já sabia
Nem tudo é céu azul e há também melancolia
Cada um é o que sobrou de ontem, o que juntou de tudo
Diretor, protagonista e roteirista do seu mundo
Vítima ou culpado, castigo ou recompensa
Esteja em nós o nosso reino, perdoai-nos tanta ofensa
Qual é o rosto de Deus? (Braza).*

RESUMO

Cataguases está inserida na região da Zona da Mata mineira onde há a ocorrência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais que nos meses de verão geram altos índices pluviométricos, acarretando impactos ambientais, sociais e econômicos no município. A cidade está inserida na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e seus dois rios principais são o rio Pomba e Meia-Pataca, além disso, é caracterizada pelo domínio morfoclimático mares de morros, possuindo relevos acidentados e dissecados, urbanizada basicamente em um vale. O município foi ocupado com intuito de exploração e de controle da coroa portuguesa sobre o escoamento de ouro e a partir daí, teve sua economia baseada na produção de café e após o passar dos anos tornou-se uma cidade industrial com a implantação de indústrias têxteis no município. A ocupação do município se deu a princípio próxima ao curso d'água que corta a cidade e com o crescimento da urbanização e população, essa ocupação colaborou para o agravamento de impactos pluviométricos no município. O objetivo do presente trabalho foi analisar as relações dos processos de urbanização do município, os fenômenos atmosféricos que atuaram sobre a região nos anos de grandes inundações (2008 e 2012) e analisar as áreas de inundação no município. Para isso, foram realizadas análises de dados mensais e anuais pluviométricos de 2001 a 2021, análises de notícias e jornais além da análise de Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil nos anos de inundações no município para compreender os fenômenos atuantes nos períodos de grandes inundações, além da elaboração de mapas de mancha urbana de 1985 a 2020 para analisar o crescimento urbano, além de mapas de inundações por zona no município. Diante das observações notou-se que o fenômeno meteorológico de Zona de Convergência do Atlântico Sul esteve atuante durante os dias que antecederam as duas maiores inundações registradas no município no período de análise (de 2001 a 2021) que foram os anos de 2008 e 2012 e causou uma intensificação no índice pluviométrico do município.

Palavras-chave: Impactos pluviométricos; ZCAS; Inundações; Cataguases/MG.

ABSTRACT

Cataguases is located in the Zona da Mata region of Minas Gerais, where there is the occurrence of meteorological phenomena of medium and tropical latitudes, generating, in the summer months, high rainfall rates, causing environmental, social and economic impacts in the municipality. The city is located in the Paraíba do Sul river basin, and its two main rivers are the Pomba and Meia-Pataca rivers, in addition, it is characterized by the morphoclimatic domain seas of hills, with rugged and dissected reliefs, basically urbanized in a valley. The municipality was occupied with the aim of exploiting and its control by the Portuguese crown over the flow of gold, and from then on, its economy was based on coffee production, over the years it became an industrial city with the establishment of textile industries in the municipality. The occupation of the municipality took place at first close to the watercourse that cross the city, and with the growth of urbanization and population, this occupation contributed to the worsening of rainfall impacts in the municipality. The objective of this work is to analyze the relations of the urbanization processes of the municipality, the atmospheric phenomena that acted on the region during the years of great floods (2008 and 2012), and analyze the flooding areas in the municipality. For this, analyses of monthly and annual rainfall data from 2001 to 2021 were carried out, analysis of news and newspapers, in addition to the analysis of Synoptic Letters of the Brazilian Navy in the years of floods in the municipality to understand the phenomena active in the periods of great floods, in addition to the elaboration of maps of urban sprawl from 1985 to 2020 to analyze urban growth, in addition to maps of floods by zone in the municipality. Based on those observations, it was noted that the South Atlantic Convergence Zone (ZCAS) meteorological phenomenon was active during the days that preceded the two biggest floods recorded in the municipality in the period of analysis (from 2001 to 2021) which were the years 2008 and 2012, and caused an intensification in the rainfall index of the municipality.

Keywords: Rainfall rates; South Atlantic Convergence Zone (ZCAS); Flooding; Cataguases/MG.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|-----|
| Figura 1 – Localização do Município de Cataguases, na Bacia Hidrográfica do Rio Pomba, Afluente da bacia do Rio Paraíba do Sul | 24] |
| Figura 2 – Localização do Município de Cataguases, na Zona da Mata Mineira | 24 |
| Figura 3 – Gráfico comparativo do aumento e queda de população urbana e rural no município de Cataguases | 27 |
| Figura 4 – Rede de drenagem, no município de Cataguases | 30 |
| Figura 5 – Gráfico do cálculo total mensal de 2001 a 2021..... | 35 |
| Figura 6 – Tabela elaborada no excel a partir de dados da Copasa para gerar gráficos e cálculos pluviométricos..... | 36 |
| Figura 7 – Gráfico elaborado a partir da total anual pluviométrica de 2001 a 2021 .. | 37 |
| Figura 8 – Gráfico de dessazonalização elaborado pela autora..... | 37 |
| Figura 9 – Simbologia carta sinótica Marinha do Brasil..... | 39 |
| Figura 10 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 16/01/2003 12h UTC; b) 16/01/2003 00h UTC | 40 |
| Figura 11 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 17/01/2003 12h UTC; b) 17/01/2003 00h UTC | 41 |
| Figura 12 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 18/01/2003 12h UTC ; b) 18/01/2003 00h UTC | 42 |
| Figura 13 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a)19/01/2003 12h UTC; b) 19/01/2003 00h UTC | 43 |
| Figura 14 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 12/01/2004 12h UTC; b)13/01/2004 00h UTC | 44 |
| Figura 15 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 14/01/2004 12h UTC; b)15/01/2004 00h UTC | 45 |
| Figura 16 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 01/01/2007 12h UTC; b) 01/01/2007 00h UTC..... | 46 |
| Figura 17 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 02/01/2007 12h UTC; b) 02/01/2007 00h UTC | 47 |
| Figura 18 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 03/01/2007 12h UTC; b) 03/01/2007 00h UTC | 48 |
| Figura 19 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 04/01/2007 12h UTC; b) 04/01/2007 00h UTC | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 20 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 14/12/2008 12h UTC; b)14/12/2008 00h UTC | 50 |
| Figura 21 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 15/12/2008 12h UTC; b) 15/12/2008 00h UTC | 51 |
| Figura 22 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 16/12/2008 12h UTC; b)16/12/2008 00h UTC | 52 |
| Figura 23 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 17/12/2008 12h UTC ; b)17/12/2008 00h UTC | 53 |
| Figura 24 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 30/12/2011 12h UTC; b) 30/12/2011 00h UTC | 54 |
| Figura 25 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 31/12/2011 12h UTC; b) 31/12/2011 00h UTC | 55 |
| Figura 26 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 01/01/2012 12h UTC; b) 01/02/2012 00h UTC | 56 |
| Figura 27 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 02/01/2012 12h UTC; b) 02/01/2012 00h UTC | 57 |
| Figura 28 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 22/01/2020 12h UTC; b)22/01/2020 00h UTC | 58 |
| Figura 29 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 23/01/2020 12h UTC; b) 23/01/2020 00h UTC | 59 |
| Figura 30 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 24/01/2020 12h UTC; b) 24/01/2020 00h UTC | 60 |
| Figura 31 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 25/01/2020 12h UTC ; b) 25/01/2020 00h UTC | 61 |
| Figura 32 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 10/02/2020 12h UTC; b) 10/02/2020 00h UTC | 62 |
| Figura 33 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 11/02/2020 12h UTC; b) 11/02/2020 00h UTC | 63 |
| Figura 34 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 12/02/2020 12h UTC; b) 12/02/2020 00h UTC | 64 |
| Figura 35 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 13/02/2020 12h UTC; b) 13/02/2020 00h UTC | 65 |
| Figura 36 – Cartas Sinólicas - Marinha do Brasil a) 02/03/2020 12h UTC; b) 02/03/2020 00h UTC | 66 |

| | |
|---|----|
| Figura 37 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 03/03/2020 12h UTC; b) 03/03/2020 00h UTC | 67 |
| Figura 38 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 04/03/2020 12h UTC; b) 04/03/2020 00h UTC | 68 |
| Figura 39 – Mapa da mancha urbana do município de Cataguases de 1985 a 2020 | 69 |
| Figura 40 – Notícia do G1 - Zona da Mata sobre as inundações nas cidades da Zona da Mata mineira no ano de 2008..... | 71 |
| Figura 41 – Notícia do Jornal Cataguases de Janeiro de 2009, após inundações em dezembro de 2008 | 73 |
| Figura 42 – Notícia de janeiro de 2012 do Jornal Cataguases..... | 74 |
| Figura 43 – Jornal Cataguases de janeiro de 2012 | 75 |
| Figura 44 – Jornal Cataguases – janeiro de 2012..... | 76 |
| Figura 45 – Jornal Cataguases janeiro de 2012..... | 77 |
| Figura 46 – Jornal Cataguases 20 de janeiro de 2012..... | 77 |
| Figura 47 – Estado de Minas, 05 de janeiro de 2012 | 78 |
| Figura 48 – Site do Marcelo Lopes em 21 de janeiro de 2020 | 79 |
| Figura 49 – Site do Marcelo Lopes 13 de fevereiro de 2020..... | 80 |
| Figura 50 – Site do Marcelo Lopes, 04 de março de 2020 | 81 |
| Figura 51 – Mapa de risco de inundação elaborado a partir de dados da CPRM | 82 |
| Figura 52 – Mapa de inundações adaptado da CPRM..... | 84 |
| Quadro 1 – Quadro realizado a partir da análise de fotos e notícias de jornais, além da análise do mapa adaptado da CPRM..... | 86 |

SUMÁRIO

| | | |
|-------------|---|----|
| | INTRODUÇÃO | 12 |
| 1 | CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA | 12 |
| 2 | OBJETIVO GERAL | 14 |
| 2.1 | Específico | 14 |
| 3 | COMPREENDENDO CONCEITOS | 15 |
| 3.1 | Desastres e Riscos Ambientais | 15 |
| 3.4 | Fenômenos Atmosféricos | 22 |
| 4 | A Cidade de Cataguases em Seu Contexto | 23 |
| 4.1 | Aspectos Geohistoricos | 25 |
| 4.2 | Aspectos Geobiofisicos | 28 |
| 5 | MATERIAL E MÉTODOS | 30 |
| 5.1 | Análise de Expansão Urbana | 31 |
| 5.2 | Análise Pluviométrica | 31 |
| 5.3 | Levantamento de Eventos intensos e Análise Episódica | 32 |
| 5.4 | Produção dos Mapas de Risco | 32 |
| 6 | Resultados e Discussões | 34 |
| 6.1 | Análise Variabilidade Pluviométrica em Cataguases | 34 |
| 6.2. | Análise da Expansão da Mancha urbana de Cataguases e sua Relação com o Número de Eeventos de Enchentes | 69 |
| 6.3 | Análise Episódica de Eventos intensos e seus Impactos | 71 |
| 6.4 | Identificação de Área de Risco na Mancha Urbana de Cataguases | 81 |
| 7 | Considerações Finais | 87 |
| | REFERÊNCIAS | 90 |

INTRODUÇÃO

1 CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA

A industrialização no Brasil se inicia no século XX tornando o processo de urbanização no Brasil crescente e predominante, principalmente, durante a Era Vargas (1930 a 1945), onde se desenvolveu de forma ainda mais intensa, com implantações e abertura de indústrias no país (FERREIRA, 2016).

A partir de 1940 houve um enorme crescimento urbano e após a Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945) o Brasil passou a receber influência do capital externo gerando modificações no consumo da população, além de ocorrer também um considerável aumento na taxa de natalidade gerando uma explosão demográfica. Todos esses fatores fizeram com que o país se desenvolvesse urbanamente de forma desordenada e desigual, de fato agravada pela especulação imobiliária muito presente no Brasil desde o princípio do processo de urbanização, colaborando para uma carência em infraestrutura de forma igualitária para todas as regiões do país.

Esse processo de urbanização de forma desordenada e sem infraestrutura necessária para toda a população, colaborou para que o índice de desastres naturais no Brasil tenha se tornado algo muito mais recorrente ao longo dos anos, principalmente a partir dos processos de urbanização na década de 1940. As inundações, enchentes, deslizamentos de terra, alagamentos de áreas urbanas são fatores negativos causados pelos impactos pluviométricos. Segundo Barreto:

De acordo com estudos do IBGE (2007) a população total do Brasil passou de 41,2 milhões de habitantes em 1940 para 169,8 milhões de habitantes em 2000 – um aumento de 128,6 milhões. No que se refere à população urbana observa-se em 1940 um contingente de 12,8 milhões de pessoas – 31,3% do total da população – enquanto em 2000 esse número se eleva a 137,9 milhões de pessoas – 81,2% do total da população. Assim, em 60 anos, enquanto a população brasileira quadruplicou, a concentração populacional urbana aumentou em mais de 10 vezes o seu valor (BARRETO, 2012, p.11).

De acordo com o EM-DAT o Brasil é um dos países mais afetados por enchentes e inundações, isso revela a influência do processo de urbanização de forma desordenada frente aos desastres naturais no país.

No Brasil, os principais fenômenos relacionados a desastres naturais são derivados da dinâmica externa da Terra, tais como, inundações e enchentes, escorregamentos de solos e/ou rochas e tempestades. Estes fenômenos

ocorrem normalmente associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, nos períodos chuvosos que correspondem ao verão na região sul e sudeste e ao inverno na região nordeste. De acordo com EM-DAT, o Brasil encontra-se entre os países do mundo mais atingidos por inundações e enchentes, tendo registrado 94 desastres cadastrados (segundo os critérios já comentados) no período de 1960 a 2008, com 5.720 mortes e mais de 15 milhões de pessoas afetadas (desabrigados/desalojados). Considerando somente os desastres hidrológicos que englobam inundações, enchentes e movimentos de massa, em 2008 o Brasil esteve em 10º lugar entre os países do mundo em número de vítimas de desastres naturais, com 1,8 milhões de pessoas afetadas (TOMINAGA, SANTORO, AMARAL, 2015, p.18).

Para alguns autores como Tominaga, Santoro e Amaral (2015) fica claro que esse aumento de desastres naturais tem relação direta com as ações antrópicas ao longo dos anos, desmatamento, ocupações irregulares em áreas próximas a rios, barrancos, uso indevido do solo. E além disso o adensamento de áreas precárias para habitação, torna os desastres ambientais, por vezes catastróficos, e essa precarização da moradia ocorre por processos de urbanização de forma desordenada, agravadas por especulação imobiliária e forte ação do capital, gerando perdas econômicas, sociais e ambientais.

Assim como o processo de urbanização no Brasil ocorreu de forma desordenada e desigual na cidade de Cataguases (MG) não foi diferente, sendo uma cidade desenvolvida em torno de seus principais rios, rio Pomba e rio Meia Pataca, e que assim como outras cidades do país também herdaram consequências de desastres naturais ocasionados pelos impactos pluviométricos, eventos causados por fatores hidro meteorológicos (MONTEIRO, 1976), que geram impactos no funcionamento da comunidade, tanto social quanto ambiental e econômico. A cidade se localiza na região Sudeste do Brasil, no estado de Minas Gerais, mais precisamente na região da Zona da Mata mineira, possui área de unidade territorial de 491,767 quilômetros quadrados segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possuía uma população de 69.757 habitantes no último censo (2010) população estimada de 75.540 e se insere dentro da zona tropical, recebe forte influência de eventos atmosféricos de latitudes médias e tropicais o que gera grandes volumes de chuvas durante a primavera e o verão ao considerar a zona latitudinal inserida. Segundo Netto e Diniz:

A cidade, por ocupar um fundo de vale, estabeleceu sua ocupação urbana preferencialmente pelas áreas mais planas, ocasionalmente com pequenas elevações. A preocupação do fundador era de que aquele terraço de forma trilateral, abrangendo de um lado a margem norte do Rio Pomba, de outro o curso do Ribeirão Meia Pataca e por outro uma colina, atualmente lindeira à

via férrea, não sofresse uma ocupação desordenada. Esta zona de terraço dos dois principais cursos d'água que cortam a cidade, por não oferecer obstáculos, facilitou sobremaneira a ocupação central da cidade, destacando-se a elevação onde estão localizadas as principais praças. Todavia, parte dessa área constituindo uma cavidade, principalmente próxima ao curso do Ribeirão Meia Pataca, fosse eventualmente ameaçado por enchentes causadas pelas cheias do Rio Pomba. Com exceção da área central, e, ainda sem o necessário planejamento urbano, as demais edificações dos núcleos urbanos seguiam um modelo de agrupamento linear, ao longo de uma rua que por sua vez delinea-se ao redor de alguma colina. (NETTO; DINIZ, 2004, p.17).

A partir disso é notável que o processo de urbanização da cidade de Cataguases (MG) ocorreu de forma desordenada e às margens dos rios Pomba e Meia Pataca, fator esse que aumenta as chances de risco e vulnerabilidade além de uma maior probabilidade de desastres naturais. O rio Pomba é um dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul, nasce na Serra da Conceição e apresenta declividade relevante ao longo de sua bacia hidrográfica.

O desmatamento na bacia do rio Pomba é considerado alto segundo dados da Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos (COPPETEC, 2011), nas sub bacias do rio o índice de áreas desmatadas e com vegetação secundária é relativamente significativo, fator que colabora para a ocorrência de desastres naturais ao longo dos anos, nos municípios contemplados pela bacia do rio Pomba.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar os impactos pluviais, ocorridos na cidade de Cataguases (MG), frentes aos eventos pluviais intensos no período de 2001 a 2021.

2.1 Específico

- a) Analisar a variabilidade pluviométrica de Cataguases para o período de 2001 a 2021;
- b) Realizar levantamento histórico dos eventos pluviais intensos;
- c) Analisar os fenômenos atmosféricos atuantes nos dias que antecedem os eventos intensos e no dia que eles ocorrem e a possível relação desses fenômenos nos anos de grandes inundações;
- d) Identificar o processo de expansão da mancha urbana considerando os anos de 1985, 1995, 2005, 2010, 2015 e 2020;

- e) Identificar as áreas de risco e as atingidas pelas inundações dos rios Pomba e Meia Pataca, na área urbana de Cataguases.

3 COMPREENDENDO CONCEITOS

O trabalho trata sobre os impactos pluviométricos e inundações na cidade de Cataguases (MG), portanto, a partir disso é necessário compreender os conceitos que abrangem os riscos, perigos, desastres naturais, enchentes, inundações e fenômenos atmosféricos que podem estar relacionados com os impactos pluviiais, em busca de compreender a vulnerabilidade das áreas em que esses desastres ambientais ocorrem.

3.1 Desastres e Riscos Ambientais

Segundo a UNISDR (2009) desastres naturais são perturbações do funcionamento de uma comunidade que envolve perdas humanas, materiais, econômicas, ambientais e sociais impedindo que a comunidade se restabeleça por si só, necessitando de auxílio externo. Já para Castro (1998) os desastres naturais são resultados de diversos eventos causando danos materiais, ambientais e humanos, havendo consequências econômicas e sociais, há diferença na intensidade dos eventos de acordo com o grau de vulnerabilidade.

Para Tobin e Montz (1997) e Marcelino (2008), os desastres naturais são resultado do impacto de acontecimentos naturais sobre um sistema social, gerando prejuízo à sociedade atingida. Portanto, há diferença entre os tipos de desastres que podem ocorrer e os níveis de intensidade desses desastres, existindo os desastres naturais internos e externos, e desastres humanos ou antropogênicos. Segundo Tominaga, Santoro e Amaral (2015):

Quanto à origem ou causa primária do agente causador, os desastres podem ser classificados em: naturais ou humanos (antropogênicos). Desastres Naturais são aqueles causados por fenômenos e desequilíbrios da natureza que atuam independentemente da ação humana. Em geral, considera-se como desastre natural todo aquele que tem como gênese um fenômeno natural de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana. Exemplo: chuvas intensas provocando inundações, erosão e escorregamentos; ventos fortes formando vendaval, tornado e furacão; etc. Desastres Humanos ou Antropogênicos são aqueles resultantes de ações ou omissões humanas e estão relacionados com as atividades do homem, como agente ou autor. Exemplos: acidentes de trânsito, incêndios urbanos,

contaminação de rios, rompimento de barragens, etc. Os desastres naturais podem ser ainda originados pela dinâmica interna e externa da Terra. Os decorrentes da dinâmica interna são terremotos, maremotos, vulcanismo e tsunamis. Já os fenômenos da dinâmica externa envolvem tempestades, tornados, inundações, escorregamentos, entre outros. (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015, p, 14).

A intensidade dos desastres é dividida em quatro níveis, o primeiro nível teria impactos menores sendo facilmente resolvido com recursos financeiros do próprio município havendo um prejuízo menor que 5% do Produto Interno Bruto (PIB) municipal. Já o segundo nível considera prejuízos entre 5% a 10% do PIB municipal em que há impactos significativos para a população. O terceiro nível considera de 10% a 30% do PIB municipal e danos importantes e de grande intensidade, nesse nível o município, estado ou país entra em emergência. Já no quarto nível é considerado mais de 30% do PIB municipal, com impactos de grande intensidade e extremamente significativos, entrando em Estado de Calamidade Pública. As definições desses níveis colaboram para que o socorro e auxílio ideal seja fornecido para a população das áreas afetadas, inclusive para o próprio município quando os desastres naturais são de grandes impactos e impossibilitam a retomada por si só (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015).

No Brasil os desastres naturais estão constantemente relacionados aos impactos pluviométricos como enchentes, inundações e escorregamentos. Segundo dados de Tominaga, Santoro e Amaral (2015):

De acordo com EM-DAT, o Brasil encontra-se entre os países do mundo mais atingidos por inundações e enchentes, tendo registrado 94 desastres cadastrados (segundo os critérios já comentados) no período de 1960 a 2008, com 5.720 mortes e mais de 15 milhões de pessoas afetadas (desabrigados/desalojados). Considerando somente os desastres hidrológicos que englobam inundações, enchentes e movimentos de massa, em 2008 o Brasil esteve em 10º lugar entre os países do mundo em número de vítimas de desastres naturais, com 1,8 milhões de pessoas afetadas (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015, p.18).

A Revolução Industrial gerou uma necessidade de urbanização e reestruturação do espaço urbano o que contribui para a relação conflitante entre sociedade e natureza, agravando mudanças climáticas em escala local e elevando os desastres naturais com impactos consideráveis (ZAMPARONI, 2010). Tominaga, Santoro e Amaral (2015) também relaciona o aumento de casos registrados no Brasil a partir de 1960 por conta do processo de urbanização brasileiro que se deu de forma

desordenada gerando ocupações irregulares, deixando a população mais vulnerável a esse tipo de evento:

Este aumento na incidência de desastres naturais é considerado por diversos autores como consequência do intenso processo de urbanização verificado no país nas últimas décadas, que levou ao crescimento desordenado das cidades em áreas impróprias à ocupação, devido às suas características geológicas e geomorfológicas desfavoráveis. As intervenções antrópicas nestes terrenos, tais como, desmatamentos, cortes, aterros, alterações nas drenagens, lançamento de lixo e construção de moradias, efetuadas, na sua maioria, sem a implantação de infraestrutura adequada, aumentam os perigos de instabilização dos mesmos. Quando há um adensamento destas áreas por moradias precárias, os desastres associados aos escorregamentos e inundações assumem proporções catastróficas causando grandes perdas econômicas e sociais (...). Este fato é também corroborado por Maffra e Mazzola (2007) que observaram que no Brasil há uma estreita relação entre o avanço da degradação ambiental, a intensidade do impacto dos desastres e o aumento da vulnerabilidade humana. Os municípios mais atingidos por desastres naturais localizam-se nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Paraná, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Paraíba e Ceará. (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015, p. 19)

A partir disso é importante dialogar com os conceitos de desastres naturais com outros elementos como o risco e perigo. Para Gonçalves (2003) risco é a probabilidade de ocorrer eventos de grande intensidade que podem gerar danos sociais e a capacidade da sociedade de preveni-lo e reagir a ele. Portanto, o conceito de risco se baseia na probabilidade de um evento ou fenômeno ocorrer e a capacidade da sociedade de lidar com esse evento.

Para autores como Alwang, Siegel e Jorgensen (2001) o risco é caracterizado por conhecer a distribuição de probabilidade de eventos de acordo com sua magnitude, frequência e duração. Para Cardona (2003, p.) “é o potencial de perda para o sujeito exposto ou sistema resultando da ‘convolação’ do perigo e vulnerabilidade. É a probabilidade de superar determinado nível econômico, social ou consequências ambientais”. Já para Olímpio e Zanella (2017) risco se baseia na probabilidade e perigo na possibilidade:

Ademais, não se devem confundir as noções de perigo e risco, pois o primeiro remete à possibilidade de ocorrência de um fenômeno ou a um conjunto de fenômenos conhecidos de um determinado espaço, enquanto o segundo refere-se à probabilidade de formação de uma crise, produzida pelos potenciais impactos de um perigo sobre um sistema social vulnerável. Outro aspecto relevante é que o perigo não é definido unicamente pela magnitude do evento. De fato, um evento natural apenas será uma fonte de perigo caso possa ocorrer sobre um espaço importante ao homem e cuja magnitude seja suficiente para estabelecer crises, mesmo que aquele não seja considerado

extremo. Logo, um evento de proporção extraordinária não será um perigo caso ocorra em uma área desabitada, sendo assim, apenas um fenômeno natural. Por outro lado, se o mesmo fenômeno com uma magnitude considerada habitual ocorrer em um espaço não preparado para recebê-lo, certamente, danos serão ocasionados (OLIMPIO; ZANELLA, 2017, p. 101).

Portanto, é valioso considerar que para os autores Cardona (2003) e Olímpio e Zanella (2017) fica claro que o risco está diretamente relacionado à probabilidade de um evento ocorrer, entretanto, o risco vai resultar no perigo e vulnerabilidade. O risco refere-se à probabilidade, enquanto o perigo à possibilidade, logo, um evento que ocorra em áreas de baixa densidade demográfica não será um perigo sendo, portanto, apenas um fenômeno natural. Entretanto, para Almeida (2011) e Tominaga (2009) perigo seria a probabilidade de ocorrência de um fenômeno danoso estando interligado ao conceito de risco.

Já a vulnerabilidade se relaciona constantemente com o conceito de risco visto que, quando há o risco conseqüentemente há vulnerabilidade, e a partir da vulnerabilidade os desastres ambientais. Segundo Olímpio e Zanella (2017):

A vulnerabilidade mantém com o risco uma relação de causalidade, pois o último apenas existirá quando houver alguém ou alguma coisa que possa ser impactado. Desta forma, se um evento pluvial ocasionar uma precipitação de 200 mm em cinco horas, os efeitos gerados no espaço geográfico serão diferentes, dependendo das características dos sistemas sociais afetados. (OLIMPIO; ZANELLA, 2017, p. 101).

Entretanto a vulnerabilidade está conectada a diversos outros elementos como fator social, econômico, que por vezes pode agravar a ocorrência de desastres naturais em regiões das quais há uma maior desigualdade, visto que podem produzir espaços geográficos mais ou menos vulneráveis. Segundo Tominaga, Santoro e Amaral (2015):

Atualmente, as Nações Unidas por meio da ISDR, focam muito na questão da vulnerabilidade, que é um estado determinado pelas condições físicas, sociais, econômicas e ambientais, as quais podem aumentar a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de eventos perigosos. Uma vez que o perigo de ocorrer um determinado desastre natural em geral, já é conhecido e, muitas vezes inevitável, o objetivo é minimizar a exposição ao perigo por meio do desenvolvimento de capacidades individuais, institucionais e da coletividade que possam contrapor-se aos perigos e aos danos. O papel da participação comunitária e da capacidade de enfrentamento da população é considerado elemento chave no entendimento do risco de desastre (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015, p. 18).

Para Cardoso (2011) a desigualdade de acesso a condições básicas também se manifesta como desigualdade ambiental, visto que populações com menor poder econômico e aquisitivo tendem a ocupar áreas de maior fragilidade. Geralmente essas áreas são ocupadas por pessoas que não possuem recursos financeiros para reagir a eventos adversos. Desse modo, é possível observar que a vulnerabilidade surge não só do perigo, mas também de outros elementos que podem interferir na capacidade de uma população de reagir a situações adversas.

É de enorme importância que a sociedade compreenda a necessidade de estudos climáticos e meteorológicos a partir de eventos e fenômenos que podem ou não aumentar os danos e riscos a uma população e a partir disso, tomar medidas cabíveis para reduzir ao máximo a vulnerabilidade social, humana, material e econômica, relacionadas aos desastres naturais. Dessa forma, ao analisar que no Brasil os eventos adversos estão relacionados aos impactos pluviais é também de enorme relevância compreender conceitos conectados a esses impactos, como enchentes e inundações.

3.2 Enchentes e Inundações

Considerando que no Brasil os desastres naturais e riscos ambientais estão diretamente relacionados aos impactos pluviais é importante conhecer e diferenciar os conceitos de enchentes e inundações, para a partir disso tratá-los da forma adequada ao longo da pesquisa. Para autores como Carvalho (2007) e Silva (2009) enchentes e inundações tratam-se de conceitos completamente diferentes visto que as cheias são fatores naturais em períodos de maior umidade podendo permanecer no curso do rio e do leito menor ocorrendo de fato uma inundação apenas quando essa água transborda para o leito maior. Segundo Silva (2009):

Para Carvalho et al (2007) o termo enchente, também denominado cheia, significa a elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem em decorrência do aumento da vazão ou descarga. A inundação é caracterizada pelo processo de transbordamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais, também conhecidas como planícies de inundação, quando a enchente atinge cota acima do nível da calha do rio (SILVA, 2009, p. 6).

Segundo Amaral e Ribeiro (2015):

Segundo a UN-ISDR 2002, as inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica. Sabe-se hoje que as inundações estão relacionadas com a quantidade e intensidade da precipitação atmosférica (Souza, 1998). A magnitude e frequência das inundações ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem (AMARAL; RIBEIRO, 2015, p. 41).

Portanto, as inundações e enchentes são problemas que surgem a partir de fenômenos pluviométricos relacionados diretamente com a intensidade das precipitações atmosféricas, porém, há uma diferença entre ambas para Goerl e Kobiyama (2005):

As palavras cheia e enchente têm como origem o verbo encher, do Latim implere, que significa ocupar o vazio, a capacidade ou a superfície de; tornar cheio e repleto. Para melhor entender o que realmente caracteriza uma enchente, tem-se o exemplo de um copo. Quando se coloca uma quantidade de água até a sua máxima capacidade diz-se que o copo está cheio. Esta situação também ocorre com os rios. Quando as águas do rio elevam-se até a altura de suas margens, contudo sem transbordar nas áreas adjacentes, é correto dizer que ocorre uma enchente. A partir do momento em que as águas transbordam, ocorre uma inundação (GOERL; KOBİYAMA, 2005, p. 2).

Logo, a inundação é resultado de uma elevação do nível do rio, maior que o comumente esperado, sobressaindo o leito maior do rio inundando vias urbanas, casas e comércios, gerando transtorno na comunidade como um todo e por vezes até mesmo desastres naturais. Entretanto, é necessário enfatizar que um crescimento urbano de forma desordenada conseqüentemente traz ocupações urbanas irregulares e que, portanto, colaboram para que mais pessoas se encontrem em situação de vulnerabilidade, podendo sofrer direta ou indiretamente com as inundações. Segundo Amaral e Ribeiro (2015):

Lento escoamento superficial das águas das chuvas, e nas áreas urbanas estes fenômenos têm sido intensificados por alterações antrópicas, como a impermeabilização do solo, retificação e assoreamento de cursos d'água. Este modelo de urbanização, com a ocupação das planícies de inundação e impermeabilizações ao longo das vertentes, o uso do espaço afronta a natureza, e, mesmo em cidades de topografia relativamente plana, onde, teoricamente, a infiltração seria favorecida, os resultados são catastróficos (Tavares & Silva, 2008). Além de inundação e enchente, existem também os conceitos de alagamento e enxurrada, usualmente empregados em áreas urbanas. De acordo com Min. Cidades/IPT (2007), o alagamento pode ser definido como o "acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial (AMARAL; RIBEIRO, 2015, p. 41).

Assim como para Amaral e Ribeiro, para Kobiyama (2008) de fato os processos de urbanização colaboram no crescimento de inundações e desastres ambientais:

A inundação   o resultado de uma grande quantidade de chuva que não foi suficientemente absorvida por rios e outras formas de escoamento, causando transbordamentos. A situa o   pior nas cidades, porque os prédios, casas e o asfalto recobrem áreas antes cobertas por vegeta o, que em um momento anterior seguravam a água no solo e também absorviam parte da chuva (KOBİYAMA, 2008, p. 8).

Portanto, no presente trabalho trataremos enchentes e inunda es como fatores distintos, isso porque, ambos são recorrentes na cidade de Cataguases (MG). A cidade assim como outras do Brasil passou por um intenso processo de urbaniza o principalmente na década de 1940 quando ocorreu um desenvolvimento modernista na cidade levado pelo industrial, escritor e morador da cidade Francisco In cio Peixoto, segundo Leitão (2008):

Fazendeiro, advogado e escritor, financiou as mais importantes manifesta es culturais de Cataguases, contribuindo para que sua cidade natal ganhasse vulto no cenário moderno do país. Na década de 1940, por exemplo, chega a contratar Oscar Niemeyer, importante nome da arquitetura moderna, para projetar sua residência e o Colégio Cataguases, constru es que tiveram também como autores outros nomes de destaque do Modernismo, como o paisagista Burle Marx e o projetista imobiliário Joaquim Tenreiro (LEITÃO, 2008, p. 4).

Logo,   possível observar que a cidade apesar de receber diversos arquitetos e urbanistas na década de 1940 ainda assim se desenvolveu de maneira desordenada ocupando áreas irregulares como leitos menores e maiores dos rios (Pomba e Meia Pataca) que cortam a cidade, desconsiderando sua localiza o e geomorfologia. Visto que,   uma cidade que está sob morros e encostas obtendo varia o da declividade com vales fluviais entre os morros, região que segundo Ab’Saber (2006) se enquadra como domínio do Mar de Morros. Além disso, Cataguases (MG) está localizada na latitude de zona tropical, portanto,   característico da área receber forte influência de eventos atmosféricos de latitudes médias e tropicais, o que gera grandes volumes de chuvas durante a primavera e o verão. Portanto, o que se pretende a seguir   observar possíveis fenômenos atmosféricos relacionados aos processos de inunda o que ocorrem na cidade.

3.4 Fenômenos Atmosféricos

Cataguases está localizada na zona tropical recebendo forte influência de eventos atmosféricos de latitudes médias e tropicais, gerando grandes volumes de chuvas durante a primavera e verão, no entanto, se faz necessária a análise de dados pluviométricos da cidade de Cataguases (MG) dos últimos vinte anos (2001 a 2021) para confirmar se de fato a cidade segue os padrões climatológicos de sua localização, entretanto, através de diversas leituras bibliográficas é possível perceber que assim como em toda a região sudeste e o estado de Minas Gerais, a cidade pode sofrer influências de eventos meteorológicos como as Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sendo resultado da mistura de calor e umidade em razão do encontro de massas de ar da Amazônia e do Atlântico Sul. Segundo Silva (2009):

A ZCAS é conhecida como uma persistente banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE, associada a uma zona de convergência nos níveis baixos da troposfera, que se estende desde o sul da Amazônia até o centro do Atlântico Sul, às vezes por milhares de quilômetros. A dinâmica de formação da ZCAS parece estar associada à convecção sobre o continente, principalmente nos meses de verão, com a liberação de grande quantidade de calor latente, além de outros fatores. Essas zonas de convergência estão associadas à grande quantidade de precipitação, principalmente nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (SILVA, 2009, p. 9).

Portanto, considerando que Minas Gerais recebe influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais se enquadrando na localização da região Sudeste do Brasil, a cidade de Cataguases possivelmente sofre influências de eventos como ZCAS, visto que, na região sudeste do país atuam de outubro a abril diversos sistemas meteorológicos, que, se persistindo por mais de três dias, geram episódios de ZCAS. Esses sistemas são as frentes frias (FF), as frentes subtropicais (FS), cavados baroclínicos (CB), vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN), ciclones extratropicais e subtropicais, e a alta da Bolívia (AB) (SILVA, 2019). Segundo Nery (2005):

Outros sistemas importantes são os Complexos Convectivos de Mesoescala (MCC), atuantes principalmente na primavera e verão, além das Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), também com atuação a partir de setembro/outubro estendendo-se até março/abril. Esses sistemas ocorrem principalmente sobre o Brasil central, com seu eixo estendendo de noroeste a sudeste, fundamentais na explicação das chuvas de verão, em grande parte da região Sul, dependendo do ano, pode até mesmo atingir toda essa região. A organização desses sistemas, através das massas polares é importante

para explicar as chuvas tanto na região sul quanto no Sudeste, sendo, portanto, importante o monitoramento dessas dinâmicas para uma melhor previsão das precipitações pluviais que ocorrem ao longo das estações primavera/verão (NERY, 2005, p. 62).

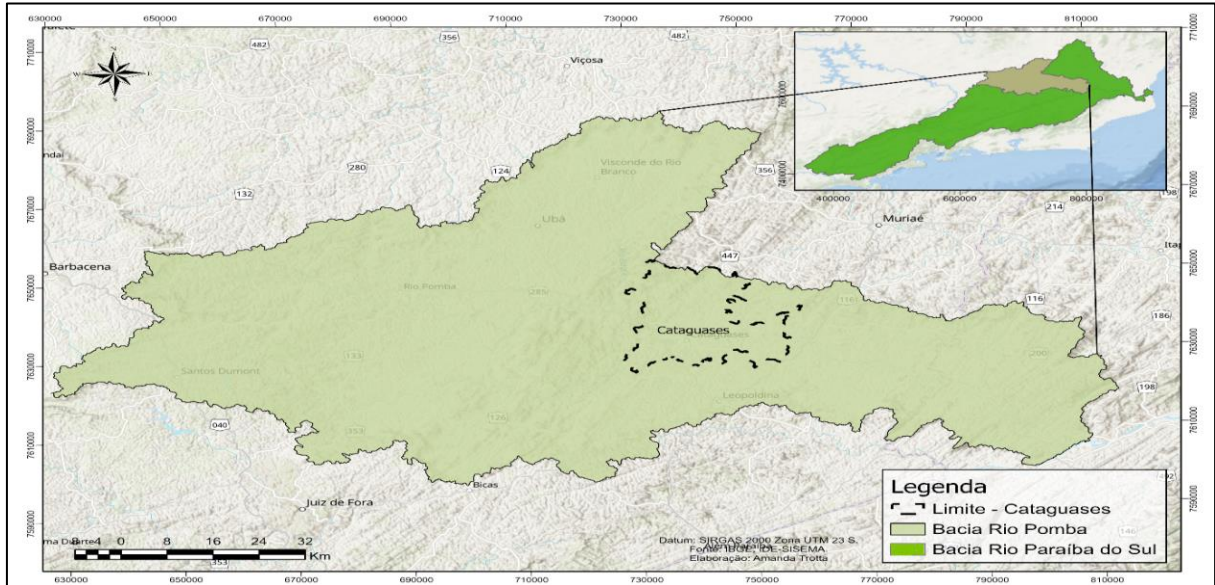
Logo, é notável a influência das Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) na região sudeste do Brasil, além de outras áreas, como a cidade de Cataguases (MG) está localizada no Sudeste e na Zona da Mata mineira é possível, de fato, que receba influência direta de fenômenos atmosféricos como a ZCAS durante a primavera e verão colaborando para o acontecimento de inundações e enchentes, portanto, o presente trabalho visa analisar os dados pluviométricos da cidade de 2001 a 2020 para a partir disso compreender se nos anos de maior impacto pluviométrico ocorreram fenômenos atmosféricos como ZCAS a partir da observação também de cartas sinóticas.

Dessa forma, o presente trabalho contará com o mapeamento da cidade, imagens de satélite e dados pluviométricos dos últimos 20 anos (2001 a 2021) cedidos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) para realizar um levantamento dos anos de maiores inundações e quais eventos atmosféricos e meteorológicos agiram nesses períodos, além de levantamentos fotográficos e de notícias sobre esses períodos de inundações para investigar se de fato há relação entre a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e as grandes inundações na cidade de Cataguases (MG) para a partir disso compreender como a ocupação urbana desordenada dos espaços agem negativamente nos riscos e desastres ambientais.

4 A Cidade de Cataguases em Seu Contexto

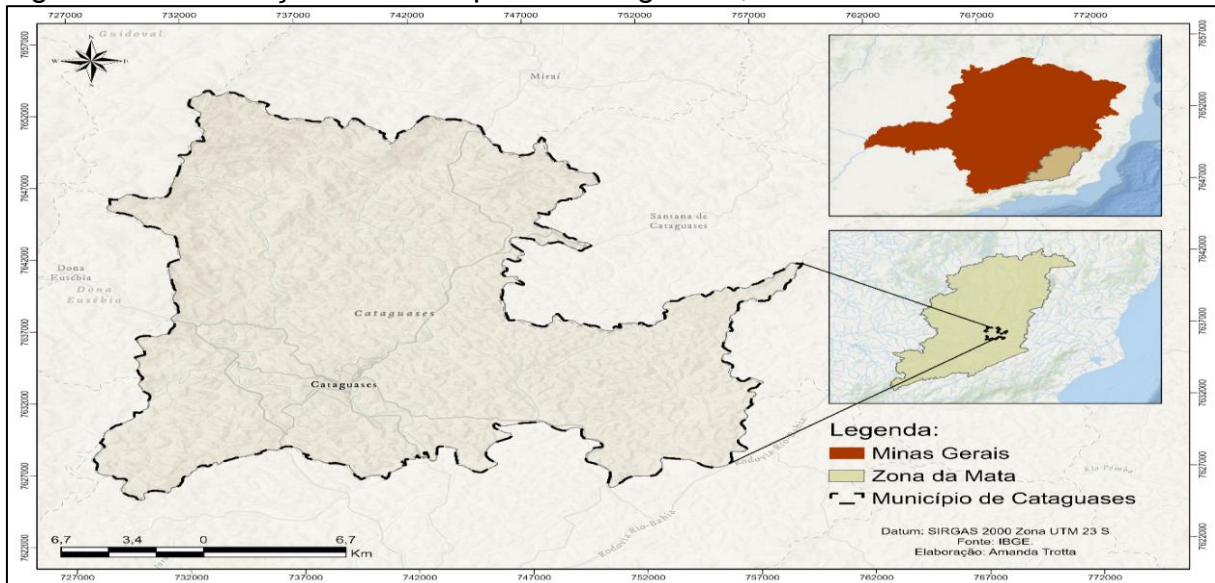
Cataguases é uma cidade inserida na bacia do Rio Pomba (Figura 1). Fica na Zona da Mata Mineira (Figura 2), na região sudeste do Brasil e encontra-se próxima aos municípios que fazem divisa com o Estado do Rio de Janeiro, mais precisamente situada a 320 km da capital mineira Belo Horizonte e 258 km da capital fluminense, Rio de Janeiro. O município possui área territorial de 491.767km² sendo grande parte dessa área, rural e um pequeno trecho de alta densidade urbana.

Figura 1 – Localização do Município de Cataguases, na Bacia Hidrográfica do Rio Pomba, Afluente da bacia do Rio Paraíba do Sul



Fonte: A autora.

Figura 2 – Localização do Município de Cataguases, na Zona da Mata Mineira



Fonte: A autora.

O município conta com uma população estimada de 75.942 habitantes, de 69.757 segundo o último censo do IBGE (2010), e a sua densidade demográfica é de 141,84 hab/km². Segundo dados do último censo, a população exposta ao risco de inundação, deslizamentos de terras entre outros é de 8.212 pessoas, número consideravelmente relevante. A partir disso, torna-se indispensável compreender brevemente como se deu o crescimento urbano do município de Cataguases além de seus aspectos biogeográficos e climáticos.

4.1 Aspectos Geohistoricos

O município de Cataguases como dito acima, está situado próximo a municípios que fazem divisa com o estado do Rio de Janeiro e não surgiu em torno de seus rios principais atoa. Para compreender como o processo de urbanização do município ocorreu é importante entender como surge a ocupação territorial da qual se situa a cidade. A região foi ocupada a princípio por um interesse da Coroa Portuguesa em reduzir o escoamento ilegal de ouro, para isso, um controle mais rígido se fazia necessário em áreas com fácil acesso de saída para o oceano. Como cita Xavier no artigo “Mitos fundadores, tradições inventadas e sentidos de cidade: uma incursão pela velha e nova Cataguases-MG”:

Nesse rígido controle da Coroa portuguesa, restava apenas uma área crucial, incrustada entre Rio de Janeiro e São Paulo, portanto de fácil saída para o oceano. Além de ser uma rota importante para o escoamento da produção aurífera no centro do Estado, a Zona da Mata se viu também como região de potencial a ser explorado. Entretanto, como a abertura de novos caminhos não era de interesse da Coroa, tendo em vista a complexidade do controle sobre o fluxo das extrações, apenas dois ranchos foram abertos na região (XAVIER, 2014, p. 131).

O nomeado para comandar a repressão na área foi o francês e comandante das divisões militares do Rio Doce, Guido Thomaz Marilière. Ele recebeu de Henrique José Azevedo um terreno para a construção de uma igreja e para fundar o povoado chamado Santa Rita do Meia Pataca em homenagem a Santa Rita de Cássia. Na metade do século XIX o foco da economia regional tornou-se o café, assim como grande parte das cidades mineiras no período, e a exploração de diamantes nos rios. Em 1875 o arraial Santa Rita do Meia Pataca tornou-se Vila de Cataguases, devido ao crescimento do comércio local, bem como a presença da estrada de ferro Leopoldina. Além disso, figuras políticas importantes no cenário brasileiro chegaram ao arraial como o major Joaquim Vieira da Silva Pinto colaborando para a ascensão comercial e reconhecimento de Vila. Como cita Werneck (2009):

Um rio, uma ponte, uma praça, uma igreja. Algumas ruas e casas distribuídas em um quadrilátero central é quase perfeito. Seis mil habitantes, se tanto. Assim era a Cataguases do início do século XX, pouco depois de sua transformação em município (1877) – movida a café e pequenas indústrias. Uma cidade igual às outras, uma entre tantas outras pequenas cidades do interior de Minas Gerais (WERNECK, 2009, p. 39).

Com a chegada de Manuel Inácio Peixoto ao município, a cidade torna-se mais industrial, devido não só a fundação da indústria têxtil da família Peixoto, mas também a crise cafeeira. Logo, o município tornou-se mais industrializado e conseqüentemente se inicia um processo de maior urbanização, o município que até então era agrário, vira palco de um processo de industrialização e urbanização acelerados no interior de Minas Gerais, e passa a contar com obras arquitetônicas de diversos arquitetos e paisagistas renomados, como Oscar Niemeyer, Burle Marx, Jan Zach, Cândido Portinari, entre outros, todos levados à cidade por Francisco Inácio Peixoto. Ao passo em que a elite cataguasense construía grandes obras modernistas trazendo um importante aspecto cultural para a cidade, o restante da população carece de planejamento urbano para uso e ocupação do solo, refletindo problemas futuros, ambientais, econômicos e sociais.

É evidente que Cataguases seguiu os mesmos caminhos que o restante da região sudeste do Brasil com o aumento da urbanização nos anos de 1940 a 1970, processos intensificados pela migração entre regiões e do êxodo rural. Como cita Brito e Pinho:

Na região Sudeste, fortemente alimentadas pela expansão da economia cafeeira e pela incipiente industrialização, pontificavam as cidades do Rio de Janeiro, capital da República, e São Paulo. Nessas duas cidades moravam mais da metade da população residente em todas as capitais dos estados da Federação. Em 1920, a população brasileira era de 27,5 milhões de habitantes e contabilizava, em seu imenso território, apenas 74 cidades maiores do que vinte mil habitantes. Nelas residiam 4,6 milhões de pessoas, apenas 17% da população, e mais da metade concentrada na região Sudeste. As mudanças profundas que passaram a sociedade e a economia brasileira, a partir dos anos trinta do século passado só se consolidaram com o acelerado processo de crescimento da economia urbano-industrial e com a expansão dos sistemas de transporte e comunicações, que têm início na década de cinquenta, em especial, na sua segunda metade, com o Plano de Metas, no governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) (BRITO; PINHO, 2012, p. 6).

A intensificação urbana no Brasil tem seu início por volta de 1930 com o crescente processo de industrialização, entretanto, segundo o IBGE é apenas por volta de 1970 que mais da metade dos brasileiros passam a residir em áreas urbanas.

O acelerado processo de urbanização no Brasil, sua enorme velocidade, muito superior ao dos países desenvolvidos, foi uma notável novidade. O Censo de 1970 registra pela primeira vez que, durante os anos sessenta, a população urbana tinha superado a rural. Do ponto de vista histórico, trata-se de um fenômeno recente. Todavia, neste curto espaço de tempo, a segunda metade do século passado, a população urbana passou de 19 milhões para

138 milhões, com uma taxa de crescimento média anual de 4,1%. A cada ano, em média, foram acrescentados 2.378.291 habitantes às cidades, fazendo com que a população urbana, em meio século, apenas, aumentasse 7,3 vezes (BRITO; PINHO, 2012, p. 7).

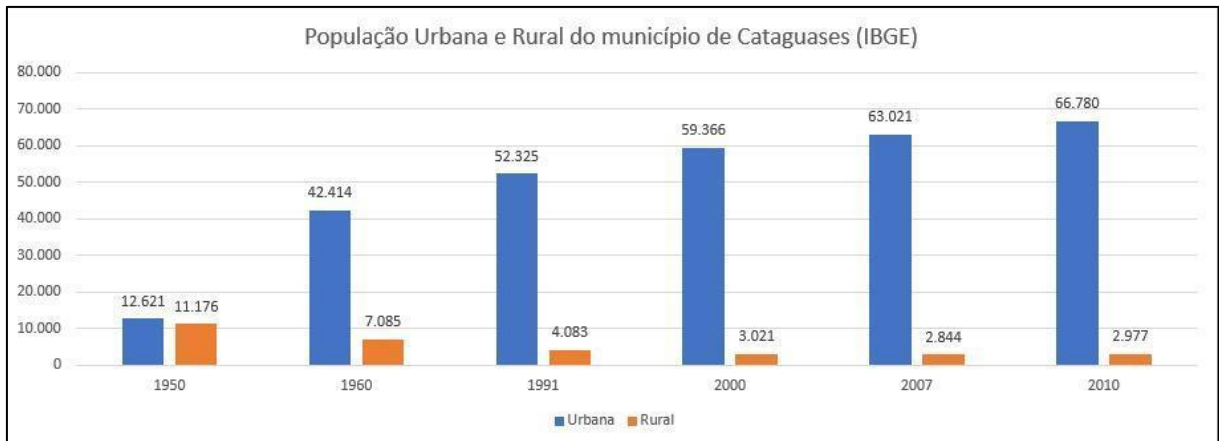
Cataguases seguiu os mesmos caminhos com a implantação das indústrias têxteis acarretando maior adensamento urbano e conseqüentemente uma ocupação irregular e desordenada. Essas ocupações geram modificações no meio ambiente, nos recursos hídricos e certamente na infiltração do solo. A falta de planejamento urbano colabora para o surgimento de problemas futuros que prejudicam a população de maneira geral. Com o assoreamento de rios, redução da vazão, processos erosivos, devastação de mata ciliar, entre diversos outros fatores, além da ocupação de áreas alagáveis em períodos de cheia, e encostas, as chances de um município ter problemas são consideravelmente maiores do que municípios urbanizados a partir de um planejamento urbano pensado na expansão.

Como expressa Alves e Silva (2010) o crescimento populacional na extensão da nascente da bacia do rio Pomba até o município de Cataguases foi de 43% de 1920 a 2007, sendo em Minas Gerais de 230%. Entretanto, esse fator não reduziu o processo de urbanização e aumento populacional na Zona da Mata foi significativo. Segundo Alves e Silva:

Entre 1950 e 2007 houve aumento significativo do número de domicílios urbanos, que passaram de 17.960 para 112.162. Por seu turno os domicílios rurais apresentaram redução de 32.000 para 19.272. No geral, ocorreu um crescimento de 163% (2,63 vezes) no número de domicílios nesses 57 anos, porém o número de domicílios urbanos cresceu muito mais: 525%. Então se pode constatar que a influência antrópica na bacia do rio Pomba, passados quase cem anos, resultou em um adensamento populacional nas áreas urbanas e no incremento exponencial dos domicílios citadinos. Além do maior potencial de degradação ambiental, esse conglomerado humano construiu parte de suas moradias em áreas extremamente próximas dos cursos d'água, agravando o impacto das inundações nos perímetros urbanos (ALVES; SILVA, 2010. p. 37).

A partir disso é possível notar que o processo de urbanização não só no município de Cataguases, bem como na bacia do Pomba, tem influência em possíveis conseqüências de inundações. Segundo dados do IBGE (2010) o número de residentes na área urbana do município é de 66780, enquanto de população rural é de 2977:

Figura 3 – Gráfico comparativo do aumento e queda de população urbana e rural no município de Cataguases



Fonte: A autora.

Portanto, a partir daí é importante considerar que junto ao aumento populacional urbano, outros fatores também podem surgir como o desmatamento e a modificação do solo causando impermeabilidade, aumentando os riscos de processos erosivos entre outros fatores e para isso se faz necessário compreender os aspectos biogeográficos do município de Cataguases para entender como enchentes e grandes inundações são problemas crônicos no município.

4.2 Aspectos Geobiofísicos

Cataguases está localizada na zona tropical, recebendo forte influência de eventos atmosféricos de latitudes médias e tropicais que geram grandes volumes de chuvas durante a primavera e verão. O clima da região segundo Koppen é Aw, que seria, tropical com verões quentes e úmidos, estação chuvosa de novembro a abril e seca de maio a outubro, onde a temperatura média anual é de 24°C, variando para até 30°C nos meses quentes e inferiores a 20°C nos meses de inverno. Além disso, o município está localizado em um vale no interior de Minas Gerais, mais precisamente na região da Zona da Mata mineira e tem uma altitude baixa de 165m acima do nível do mar.

A Zona da Mata mineira leva esse nome por ter em suas condições originais, uma cobertura vegetal densa de florestas contínuas. Entretanto, por conta dos processos antrópicos, desmatamento para produção de café, agropecuária e indústrias, durante os anos de ocupação, a região passou a ser palco de extensas áreas de capim gordura, tornando-se áreas extensas de pastagem sem muitas matas (Valverde, 1958). O relevo é composto desde vales a colina, está inserida no bioma

mata atlântica e no domínio morfoclimático mares de morros segundo Aziz Ab'Saber (2003), ou domínio dos planaltos cristalinos rebaixados. O tipo de relevo da região colabora para a potencialização da drenagem, (Figura 4) e torna a região próxima do município de Cataguases diversificada em relação a altitude, o que também influencia na questão climática, havendo maior variância. Assim como Cataguases, o município de Ubá também está inserido na Zona da Mata mineira e ambas cidades possuem características geomorfológicas muito próximas. Segundo Santos:

Ubá se encontra, geograficamente, em um local muito ruim à ocupação, pois as características geomorfológicas do mesmo são de um relevo 71 ondulado e montanhoso, cortado por vários cursos d'águas, que em épocas de cheia, principalmente nos meses de primavera e verão, as áreas de várzea são inundadas. Com as modificações causadas pelo homem nesse ambiente, como a ocupação de seus vales com residências, indústrias, ruas e avenidas, próximas aos ribeirões e córregos, prejudicando a infiltração e o escoamento superficial da água devido à impermeabilização do solo, além do desmatamento nos topos de morros e nas encostas, faz com que atualmente, a cidade tenha vários problemas com desastres naturais relacionados às chuvas, principalmente com as inundações e os deslizamentos de terra (SANTOS, 2013, p. 71).

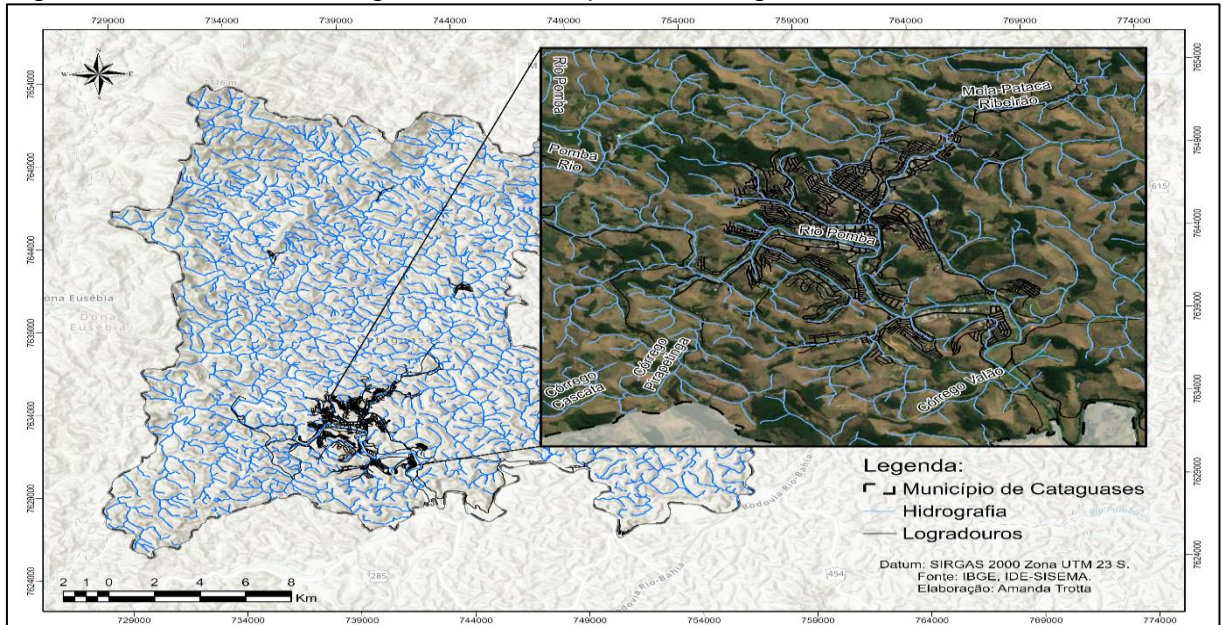
Logo, da mesma forma que para o município de Ubá os fatores geomorfológicos influenciam nos problemas causados pelos impactos pluviométricos, no município de Cataguases ocorre o mesmo considerando que os municípios possuem características geomorfológicas e processos de urbanização parecidos, agravando as inundações e gerando maiores problemas sociais, econômicos e ambientais.

Já o rio Pomba é um afluente do rio Paraíba do Sul e pertence à cadeia da Mantiqueira. Ele nasce na Serra do Sapateiro e possui uma declividade relevante, considerando que a nascente possui cerca de 1.100m e em poucos km já atinge baixas altitudes, como na cidade de Cataguases em que se encontra na altitude de 165 m. A bacia tem uma área de 8.544 km² e abrange cerca de 38 municípios, sendo 35 mineiros e 3 fluminenses. Segundo dados da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) os municípios mais relevantes da bacia em ponto de vista populacional são: Cataguases, Leopoldina, Santos Dumont, São João Nepomuceno, Ubá, Visconde do Rio Branco, Santo Antônio de Pádua e Miracema.

Segundo dados da AGEVAP (2001) o grau de desmatamento da bacia é preocupante e esse fator influencia diretamente na qualidade da água e em problemas

causados por fatores antrópicos como assoreamento do rio, problemas de infiltração no solo, nas margens do rio, entre diversos outros fatores.

Figura 4 – Rede de drenagem, no município de Cataguases



Fonte: A autora.

É observado na imagem acima (figura 4) que a área urbana do município foi toda desenvolvida em torno do curso d'água que corta a cidade e a geomorfologia do município contribui para essa ocupação próxima ao leito dos rios. Considerando que a cidade possui uma variação de declividade é natural que o ser humano ocupe primeiro áreas planas pela maior facilidade de construções, deslocamento e afins.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho enquadra-se no tipo de pesquisa explicativa/descritiva e na abordagem quali-quantitativa. Para realizar o trabalho foi necessário analisar dados pluviométricos disponibilizados pela Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais (COPASA), analisar as cartas sinóticas dos anos disponíveis no site da Marinha do Brasil. Foi necessário também utilizar o programa Qgis 3.22.7 para desenvolver mapas, além da análise de jornais locais e dados históricos.

5.1 Análise de Expansão Urbana

Para realizar a análise de expansão urbana foi elaborado um mapa no Qgis 3.22.7 a partir de dados disponibilizados pelo MapBiomias, com escala de análise somente da mancha urbana municipal, definindo o uso e cobertura do solo a partir de quatro classes, sendo elas: Área não vegetada, Água, Floresta e Agropecuária.

Dentro da classe de "Área não vegetada" há outras classificações, entretanto, para nossa análise consideramos somente as áreas de urbanização. Os anos de análise escolhidos foram 1985, 1995, 2005, 2015 e 2020 para realizar uma observação com maior período de anos, podendo assim investigar melhor uma possível expansão urbana de fato relevante que possa ter relação com os impactos pluviométricos.

Os mapas foram realizados a partir de dados raster em formato TIFF do MapBiomias, o download foi feito na própria plataforma através do Google Earth Engine, que é uma plataforma gratuita da Google de visualização de dados geoespaciais. A imagem TIFF já vem com as devidas classificações do uso e ocupação do solo, portanto, o essencial após inserir essas imagens no Qgis 3.22.7 é ir nas propriedades do arquivo, alterar a simbologia de "banda simples cinza" para "paletizado/valores únicos" e modificar para cinco classes, além de realizar a alteração de cores de acordo com os parâmetros do MapBiomias. Inserir mapas no layout com dados básicos como legenda, escala gráfica, norte, descrições de datum, elaboração e fonte, além da inserção de gráfico gerado no próprio software também a partir das informações utilizadas. Realizar o mesmo processo para todas as imagens TIFF dos anos selecionados.

5.2 Análise Pluviométrica

A análise pluviométrica foi feita a partir de dados disponibilizados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) de 2001 a 2021 com dados mensais de todos os anos. Foi elaborada uma planilha no Excel calculando o total mensal a partir de cada mês no decorrer dos vinte anos, um gráfico com o total pluviométrico anual de cada ano, um gráfico de dessazonalização anual e por fim um gráfico de normalização anual.

Para desenvolver o gráfico com os dados do total mensal foram feitos os cálculos a partir da fórmula no Excel. Foi extraída a média por mês de todos os anos, a máxima, a mínima e a amplitude em que o cálculo é feito a partir da diferença entre a máxima e a mínima. Cálculo de desvio padrão que é limite superior e inferior a partir da média e por último, o coeficiente de variação que é feito a partir da divisão do desvio padrão e da média vezes cem.

Para realizar o gráfico de série temporal do total anual foram feitas a soma da precipitação total mensal de todos os anos, repetindo o mesmo procedimento para os anos de 2001 a 2021, o valor total da média também foi somado e a linha de tendência também gerada a partir de fórmulas no Excel.

O gráfico de dessazonalização foi realizado a partir do valor total da precipitação subtraído pelo valor da média. Um método de análise de resíduo que seria basicamente investigar o quanto as chuvas ficaram acima ou abaixo da média para cada ano, logo, chovendo mais que a média o resíduo é positivo, e menos, negativo. O gráfico de dessazonalização contribui para a compreensão de possíveis anormais pluviométricas ao longo dos anos. Já o gráfico de normalização foi feito a partir do valor total da precipitação anual subtraído pelo valor da média e dividido pelo valor da mesma.

5.3 Levantamento de Eventos intensos e Análise Episódica

Os levantamentos de eventos intensos e análises episódicas foram realizados a partir da revisão de jornais locais como o Jornal Cataguases. Entretanto, só foi possível encontrar periódicos recentes desse jornal em formato online. Além de jornais regionais como G1 Zona da Mata, Acesso.com, Folha de São Paulo, Estado de Minas e também do site de notícias local; Site do Marcelo Lopes.

5.4 Produção dos Mapas de Risco

Os mapas de risco de inundação foram feitos a partir de dados disponibilizados pela CPRM (Serviço Geológico Brasileiro) que geram informações sobre prevenção de desastres. Previstos no “Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais” com o intuito de auxiliar os órgãos locais a evitarem problemas em períodos de excessos pluviométricos. Um mapa foi totalmente baseado nas informações da CPRM e o outro utilizou também como base os dados da CPRM,

entretanto, foi modificado a partir de análises das áreas com histórico de inundações no município de Cataguases nos grandes e pequenos eventos de cheias. Os levantamentos da CPRM são feitos a partir da modelagem matemática realizada em software e depois observada em campo por pesquisadores e considera-se inundações e enxurradas em suas observações. Ambos os mapas foram realizados através do software livre Qgis a partir do download dos dados da CPRM feitos na própria plataforma na área de Setorização de Riscos Geológicos de Minas Gerais. Os dados do município de Cataguases foram baixados para a partir disso serem feitos no Qgis.

Para a elaboração dos dados adquiridos pela CPRM foram necessários apenas alterar a simbologia de “simples” para “categorizada”, selecionar a classificação da suscetibilidade de inundação na tabela de atributos, sendo elas classificadas em Alta, Média e Baixa. Além dos dados da CPRM foram utilizadas imagens de topografia da Environmental Systems Research Institute (ESRI) como mapa base, dados do limite municipal disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além da hidrografia local disponibilizada no Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema).

Além do mapa feito a partir da modelagem realizada pela CPRM foi gerado um outro mapa com adaptação dos dados da CPRM elaborados a partir da utilização de fotos e notícias dos períodos de grandes, médias e pequenas inundações para realizar uma comparação entre os dois mapas e considerar somente os dados de inundações. O mapa modificado foi feito a partir de um processo de análise e o formato shapefile disponibilizado pela CPRM com a classificação de alto, médio e baixo risco de inundação foi transformado em Keyhole Markup Language (KML) e inserido no Google Earth Pro para utilizar o satélite da google em maior nível de resolução e comparar com as imagens de notícias de inundações em períodos de grandes e menores inundações. Com base na análise, o shapefile de classificação de inundações da CPRM foi alterado no software QGIS utilizando a ferramenta de edição de vetores em que somente os vetores já existentes da classificação foram alterados através das áreas de ocorrência analisadas em níveis altos, médios e baixos, priorizando manter somente a informação das áreas inundadas por cheias dos rios e não considerar enxurradas como os dados originais da CPRM.

A partir dos dados de inundação também foram extraídas informações sobre as ruas que fazem interseção com áreas de alto risco de inundação. Esses dados

foram extraídos a partir da base de logradouros do IBGE e selecionados com base na ferramenta “seleção por localização” em que as feições de logradouros e de áreas de inundação foram inseridas na análise a partir das áreas em que as geometrias fazem interseção uma com a outra gerando uma nova camada. Essa extração de dados é importante para visualizar o número de ruas que de alguma forma se torna inacessível ou tem parte de seu trecho interditado por conta das inundações.

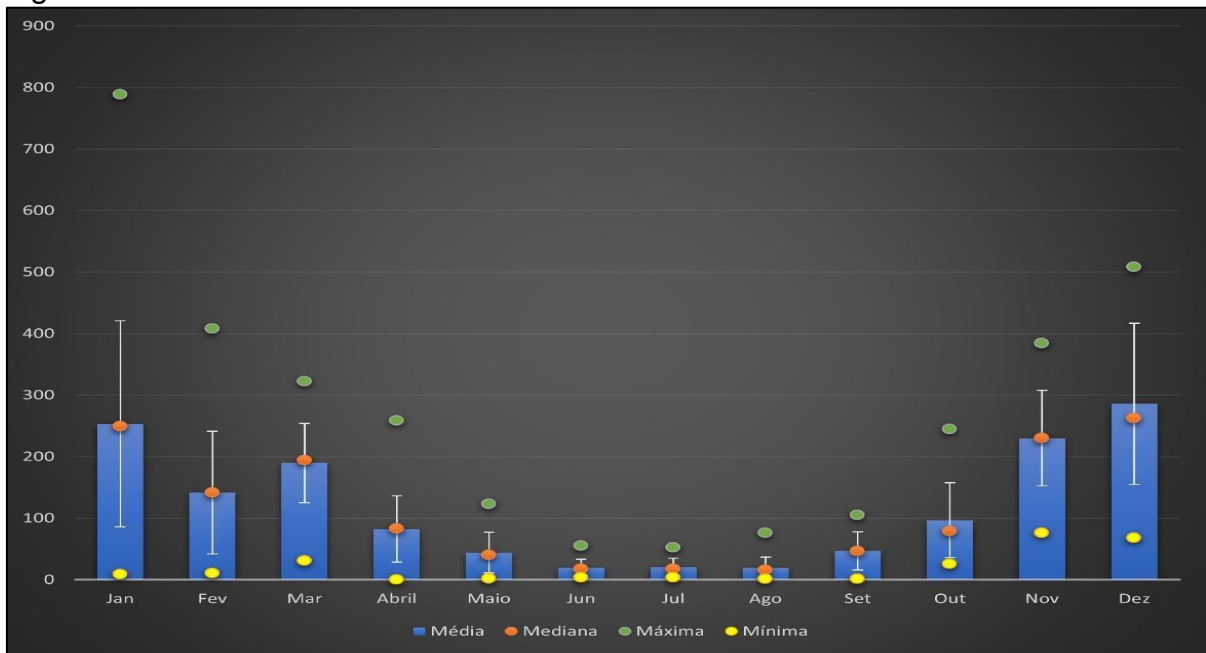
Espacializar esses dados facilita no entendimento sobre a gravidade desses eventos no município, bem como torna mais fácil a visualização dos impactos que as grandes inundações são capazes de causar no município.

6 Resultados e Discussões

6.1 Análise Variabilidade Pluviométrica em Cataguases

A partir da observação da série pluviométrica de 20 anos (2001 – 2021) disponibilizada pela Copasa dos dados mensais do município de Cataguases, foi possível identificar que os meses de índice pluviométrico mais altos são janeiro (253,34 mm), fevereiro (141,67 mm), março (189,77 mm), novembro (230,17 mm) e dezembro (286,01 mm). Já os meses mais secos são junho (19,50), julho (19,98 mm) e agosto (18,88 mm). Todos esses dados fazem jus à classificação de Köppen sobre a região considerada Aw em que se classifica como uma área tropical com verões quentes e úmidos, estação chuvosa de novembro a abril e seca de maio a outubro. Ao observar o gráfico abaixo é possível compreender como foram analisados os índices pluviométricos de 2001 a 2021:

Figura 5 – Gráfico do cálculo total mensal de 2001 a 2021



Fonte: A autora.

No gráfico além das médias de total mensal de 2001 a 2021 há também dados sobre a mediana, máxima e mínima. Esses dados são importantes para compreender o comportamento pluviométrico ao longo desses 20 anos. A média mostra o esperado de acordo com as características climáticas regionais, entretanto, a máxima e mínima são capazes de mostrar fatores anormais da pluviosidade. Ao observar as máximas é possível notar que a do mês de janeiro foi consideravelmente maior se comparada a dos outros meses chuvosos como dezembro, novembro, fevereiro e março, sendo de 789 mm no ano de 2007 em seguida a máxima de dezembro de 2008 com 508,2mm, fevereiro de 2020 com 408,2mm, novembro de 2011 com 384,4mm, março de 2018 com 322,2 mm. É importante considerar que a diferença da máxima do mês de janeiro para a média foi de 535,66 mm a mais, uma diferença expressiva em parâmetros pluviométricos.

Já as mínimas ocorreram de maneira esperada, entretanto, não só nos períodos de seca, em abril de 2002 a mínima foi de 0,5 mm, em agosto de 2013 e 2017 a mínima foi de 1,6 mm, em setembro de 2004 a mínima também foi de 1,6 mm, maio de 2008 2,16mm, junho de 2007 3,6mm, julho de 2008 3,9mm e os meses de janeiro de 2015 e fevereiro de 2012 também obtiveram mínimas consideravelmente inesperadas. Na tabela abaixo é possível observar os dados coletados:

Figura 6 – Tabela elaborada no excel a partir de dados da Copasa para gerar gráficos e cálculos pluviométricos

| | Jan | Fev | Mar | Abril | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Total |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|----------|---------|
| 2001 | 253,342 | 141,679 | 189,779 | 82,4368 | 44,2472 | 19,1907 | 19,9824 | 6,2 | 46,3 | 53,3 | 303 | 300,7 | 1460,16 |
| 2002 | 206,5 | 166,4 | 108,2 | 0,5 | 40,39 | 19,6217 | 11,6 | 3,1 | 60,5 | 56,8 | 165,8 | 385,1 | 1224,51 |
| 2003 | 450,8 | 11,2 | 235,1 | 86,6 | 25 | 17,5112 | 17,5 | 53 | 59,9 | 122,4 | 187,8 | 78,6 | 1345,41 |
| 2004 | 277,6 | 249,8 | 261,5 | 159,5 | 12,8 | 55,5 | 47,8 | 25,4 | 1,6 | 92,6 | 160,6 | 482,6 | 1827,30 |
| 2005 | 218,4 | 210,4 | 169,3 | 23 | 50,8 | 32,2 | 21,5 | 4,8 | 43,1 | 74,5 | 234,5 | 231,7 | 1314,20 |
| 2006 | 189,9 | 166,9 | 196,2 | 32,3 | 66,2 | 3,8 | 12,1 | 16,4 | 68,9 | 223,3 | 333,4 | 172,4 | 1481,80 |
| 2007 | 789 | 67,8 | 30,9 | 106,6 | 36,6 | 3,6 | 7 | 18,8895 | 5,2 | 122 | 170,7 | 177,1 | 1535,39 |
| 2008 | 336 | 223,6 | 229,4 | 258,9 | 2,16 | 19,09 | 3,9 | 5,8 | 105,2 | 101,8 | 199,1 | 508,2 | 1993,15 |
| 2009 | 304,4 | 94,4 | 160,7 | 107,5 | 8,6 | 49,6 | 5,3 | 15,6 | 76,3 | 90,5 | 202,1 | 445,3 | 1560,30 |
| 2010 | 101,9 | 50,5 | 213,3 | 83 | 17,6 | 4,9 | 14,3 | 6,5 | 48,4 | 151,8 | 333,8 | 503,9 | 1529,90 |
| 2011 | 171 | 38,9 | 230,3 | 88,1 | 24,6 | 15,9 | 4,6 | 20,2 | 4,1 | 244,6 | 384,4 | 352,4 | 1579,10 |
| 2012 | 348,9 | 10,6 | 129,4 | 56,2 | 96,9 | 26,7 | 9,8 | 14 | 12,6 | 29,1 | 279,9 | 68 | 1082,10 |
| 2013 | 180,8 | 90,9 | 213,2 | 55,6 | 59,6 | 14,9 | 19,7 | 1,6 | 58,8 | 100,4 | 125 | 380,8 | 1301,30 |
| 2014 | 81,6 | 21,3 | 145,8 | 38,7 | 8,8 | 8,1 | 43,2 | 19,6 | 6,4 | 59,3 | 266,9 | 108 | 807,70 |
| 2015 | 8,7 | 122,5 | 101,1 | 83,2 | 101,1 | 20,5 | 11,3 | 14 | 96,4 | 27,1 | 156,3 | 286,0105 | 1028,21 |
| 2016 | 253,342 | 141,679 | 189,779 | 82,4368 | 44,2472 | 25,7 | 19,9824 | 18,8895 | 46,7316 | 79 | 230,176 | 259,2 | 1391,16 |
| 2017 | 137,6 | 93,6 | 252,3 | 83,9 | 75,1 | 32 | 11,3 | 1,6 | 46,7316 | 51,3 | 264,1 | 221,8 | 1271,33 |
| 2018 | 347 | 173,6 | 322,2 | 83,2 | 25,7 | 5,1 | 52,1 | 76,4 | 66,9 | 73,7 | 305,9 | 250,7 | 1782,50 |
| 2019 | 36,1 | 240,8 | 240,3 | 33,3 | 123 | 14,3 | 19,9824 | 21,6 | 82,4 | 67,4 | 265,4 | 286,0105 | 1430,59 |
| 2020 | 377,7 | 408,2 | 194,6 | 109,8 | 21,5 | 11,1 | 46,7 | 13,9 | 25,9 | 25,9 | 76,3 | 244,9 | 1556,50 |
| 2021 | 249,6 | 250,5 | 172 | 76,4 | 44,2472 | 10,2 | 19,9824 | 39,2 | 19 | 188,7 | 188,51 | 262,8 | 1521,14 |

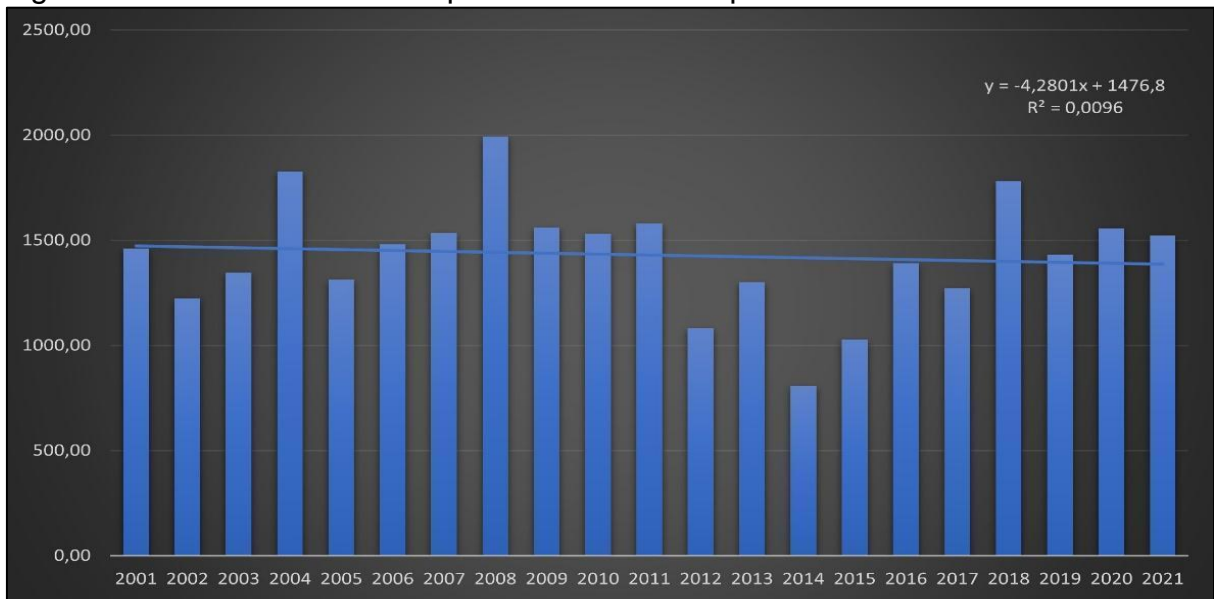
Fonte: A autora.

Ao esmiuçar a tabela acima nota-se que o ano com maior total pluviométrico foi 2008 coincidentemente, ou não, foi o ano também de maior inundação no município de Cataguases quando o rio chegou a 10 metros acima de sua caixa. E o ano de menor total pluviométrico foi em 2014, ano em que o sudeste brasileiro passou por uma seca severa, como cita Marengo:

A maior parte da estação chuvosa de 2014 transcorreu com valores de chuva inferiores à média histórica sobre a porção sudeste do país, incluindo o Sistema Cantareira. A causa principal para a grande falta de chuva foi a atuação de um intenso, persistente e anômalo sistema de alta pressão atmosférica que prejudicou o transporte de umidade da Amazônia, assim como a passagem/ desenvolvimento dos principais sistemas causadores de chuva, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul e as frentes frias. Esse sistema, denominado de bloqueio atmosférico, teve uma duração de 45 dias, fato que resulta extremamente raro. A combinação dos baixos índices pluviométricos, o grande crescimento da demanda de água e o ineficiente gerenciamento desse recurso têm gerado uma “crise hídrica” durante os anos 2014 e 2015 (MARENGO, 2015, p. 36).

Os outros anos observados na tabela possuem certa proximidade com a média total pluviométrica dos 20 anos analisados, que é de 1429,70 mm de chuva por ano para o município de Cataguases. No gráfico abaixo é possível observar os dados da tabela acima de maneira mais simples para compreender melhor o comportamento pluviométrico do município durante os anos de 2001 a 2021:

Figura 7 – Gráfico elaborado a partir da total anual pluviométrica de 2001 a 2021

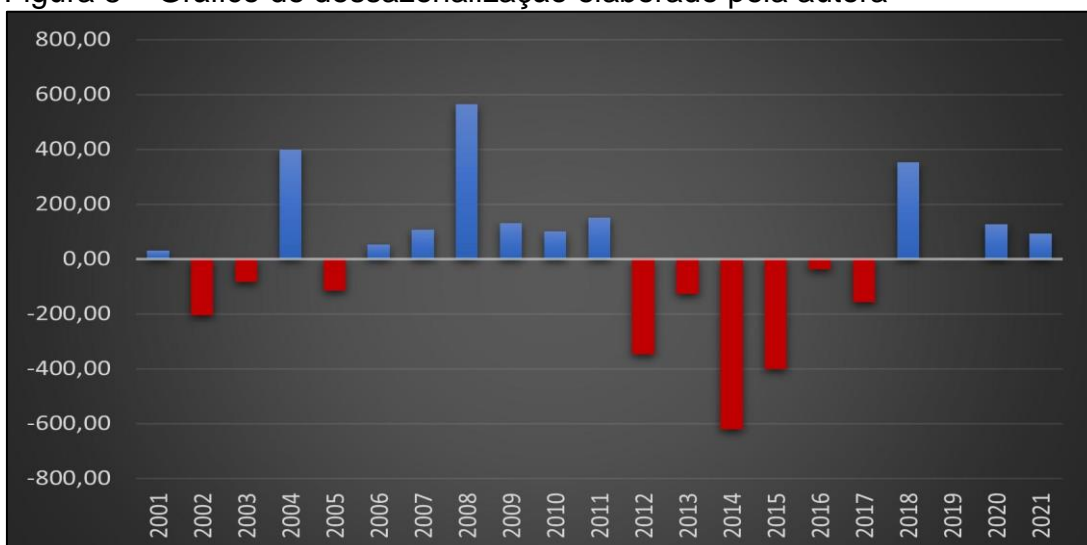


Fonte: A autora.

Na figura 7 é nítido que os anos de maior total pluviométrica foram o de 2008 com 1993,15 mm, o de 2004 com 1827,30 mm e o de 2018 com 1782,50. Após esses anos são observadas totais próximos a média estabelecida a partir da análise de 20 anos. Entretanto, no gráfico a linha de tendência mostra-se negativa e a partir de cálculos feitos pelo coeficiente de determinação (o cálculo no gráfico) a queda pluviométrica é de 0,06mm por ano podendo ter relação com diversos fatores que não serão discutidos no presente trabalho.

Já no gráfico abaixo, constam-se os dados de dessazonalização:

Figura 8 – Gráfico de dessazonalização elaborado pela autora

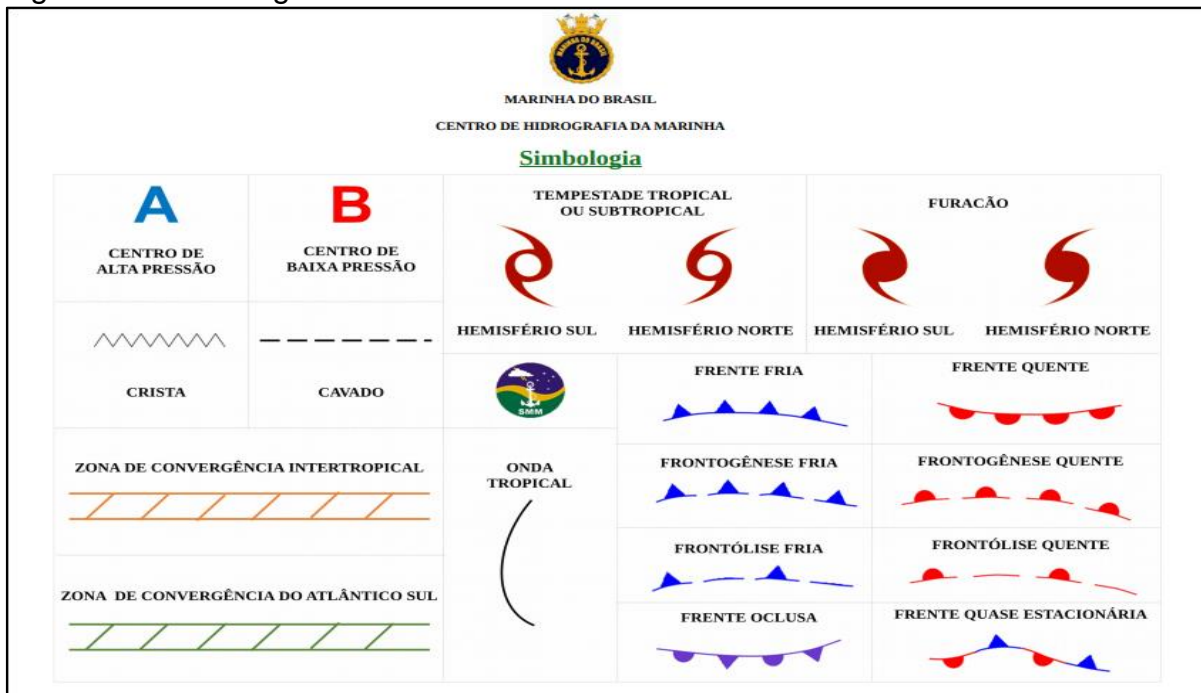


Fonte: A autora.

O gráfico de dessazonalização tem como objetivo investigar o quanto as chuvas ficaram acima ou abaixo da média para cada ano, logo, chovendo mais que a média o resíduo é positivo e menos, negativo. Na figura 8 é possível notar que como já dito anteriormente o ano de 2008 teve resíduo positivo de 535,66mm se comparado a média; 2004 de 397,60mm e 2018 de 352,80 mm. Nota-se que dos 20 anos de análise, 11 anos foram de resíduos positivos (2001, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2018, 2020 e 2021). Já os anos de resíduos negativos mais relevantes foram os de 2014 com uma diferença de -622 mm em relação à média, número muito expressivo e explicado pela seca severa que a região sudeste enfrentou, 2015 com -401,49 mm também assolado pela seca, 2012 com -347,60mm e os demais anos próximos à média (2002, 2003, 2005, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017). O gráfico de dessazonalização contribui para a compreensão de possíveis anormais pluviométricas ao longo dos anos e prova que nos anos de 2008 e 2004 realmente os índices pluviométricos foram mais altos que o esperado e podem ser explicados a partir da análise das cartas sinóticas, identificando fenômenos atmosféricos responsáveis pelo alto índice de umidade.

Antes de falar sobre a análise realizada nas cartas sinóticas é preciso compreender o que são as cartas e como as análises são feitas. As cartas sinóticas são utilizadas para representar os fenômenos atmosféricos e são importantes para identificar sistemas de massas de ar, frentes frias/quentes, instabilidades atmosféricas e essa identificação colabora para diversos fatores, entre eles, a aviação. Elas evidenciam informações referentes à pressão atmosférica à superfície. Toda coluna de ar do solo até o espaço é chamada de pressão atmosférica e na atmosfera existem variações que podem formar baixas e altas pressões. Para representar essas variações de pressão nas cartas sinóticas as linhas isóbaras são utilizadas e as letras A e B para especificar qual tipo de pressão ocorre em determinada área, sendo A a representação de Alta Pressão e B de Baixa Pressão como mostra a imagem de simbologias da Marinha do Brasil abaixo.

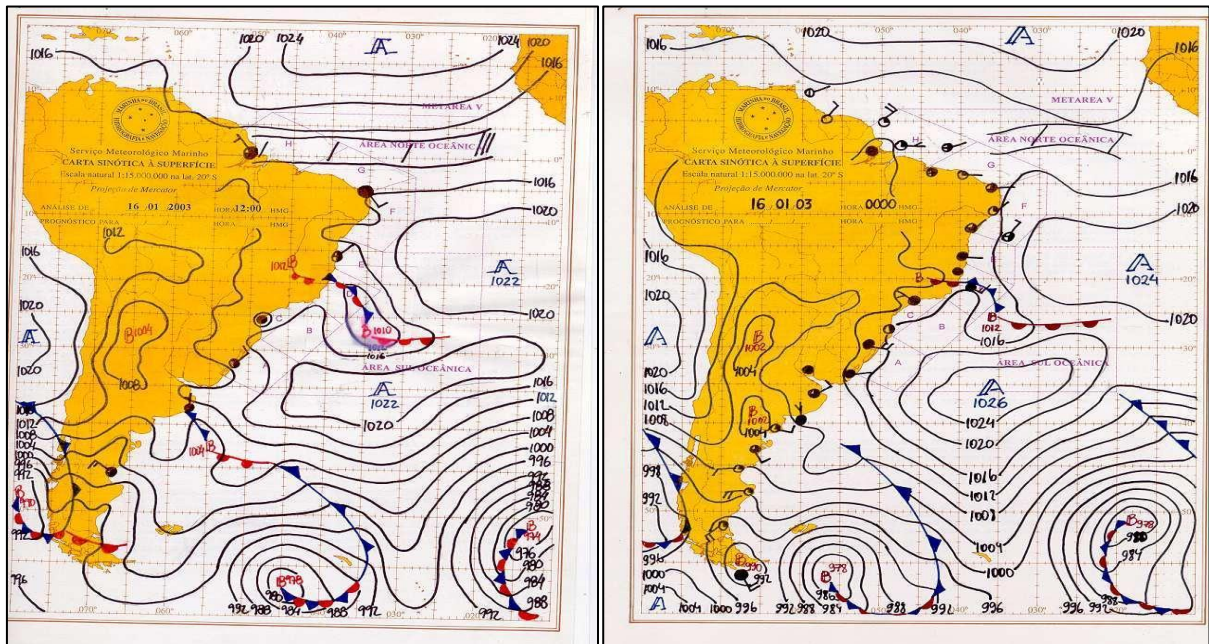
Figura 9 – Simbologia carta sinótica Marinha do Brasil



Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

As duas cartas diárias geradas e disponibilizadas pela Marinha do Brasil são referentes aos horários de 00h e 12h UTC, o horário do meridiano de Greenwich, sendo no horário de Brasília 21h e 9h. A costa brasileira também é dividida em A, B, C, D, E, F, G e H para melhor compreensão das áreas de possível influência que cada sistema atmosférico pode ter. É oportuno destacar que as baixas pressões são chamadas de ciclone, ela sempre atrai o ar que está em volta para o centro dela, no hemisfério sul gira sentido horário e norte anti-horário e está relacionada ao tempo ruim e instabilidade, quanto menor a pressão atmosférica maior a chance do ar subir. Logo, estão relacionadas à frente fria e chegam de sul para norte. Com a massa de ar frio avançando sobre o ar mais quente ocorre uma frente fria. Já as Zona de Alta pressão são chamadas de Anticiclone e estão associadas ao tempo estável, uma zona de alta pressão favorece o movimento descendente dentro dele, ou seja, inibe que nuvens de desenvolvimento vertical se formem, o vento sopra para fora dele, e no hemisfério sul giram para a esquerda, sentido anti-horário (MELLO.BARROS. PEZZATO, 2017).

Figura 10 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 16/01/2003 12h UTC; b) 16/01/2003 00h UTC

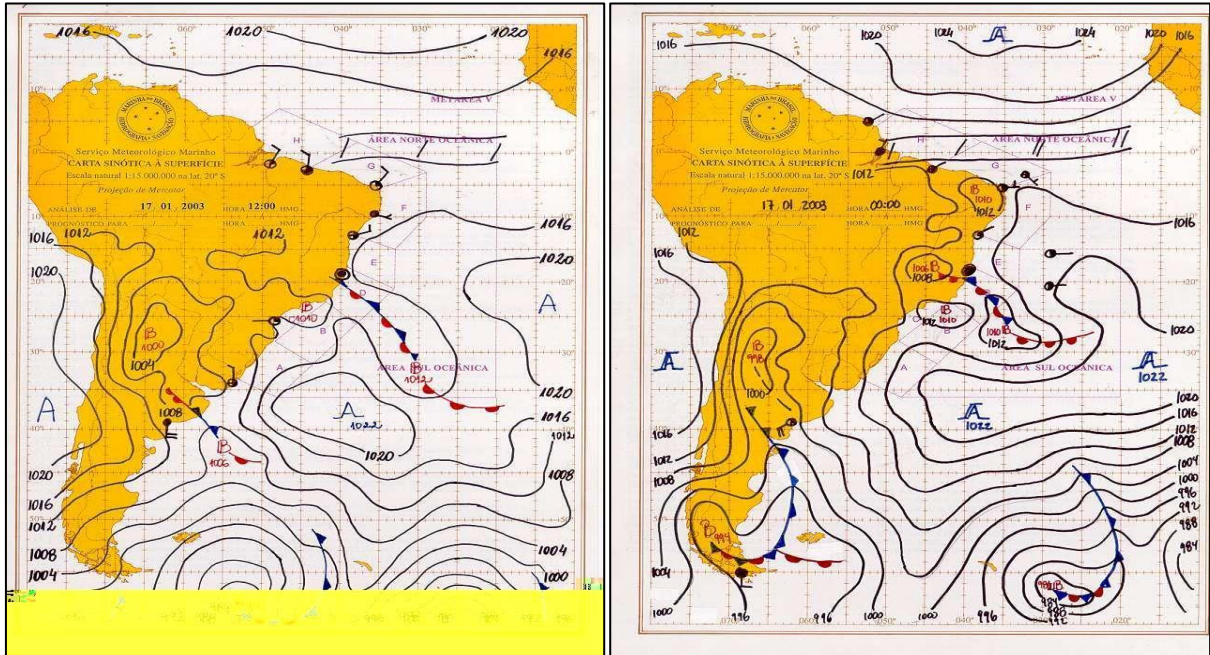


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

Na primeira carta do dia 16 de janeiro de 2003 às 9h de Brasília (12h UTC) é possível observar que na região sudoeste próxima a 50°S há uma possível zona de oclusão onde há o encontro de frentes frias e frentes quentes e uma zona de baixa pressão, o mesmo pode ser visto em longitude 45°W em que há uma zona de baixa pressão de 978 hPa (hectopascal) e o encontro de frentes frias e frentes quentes indo sentido a região Sul do Brasil. Na mesma carta há a ocorrência de uma zona de Alta pressão na latitude 40°S de 1020 hPa onde acima da zona de alta pressão há uma frente estacionária sentido sudeste brasileiro e na latitude 50°S bem na área sudeste da carta, há outra zona de baixa pressão e uma frente estacionária.

A carta da figura b também do dia 16 de janeiro de 2003 às 21h de Brasília (00h UTC) segue características próximas à carta anterior, entretanto, há uma prevalência de frentes frias subindo sentido o continente americano e uma possível dispersão da zona de alta pressão.

Figura 11 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 17/01/2003 12h UTC; b) 17/01/2003 00h UTC

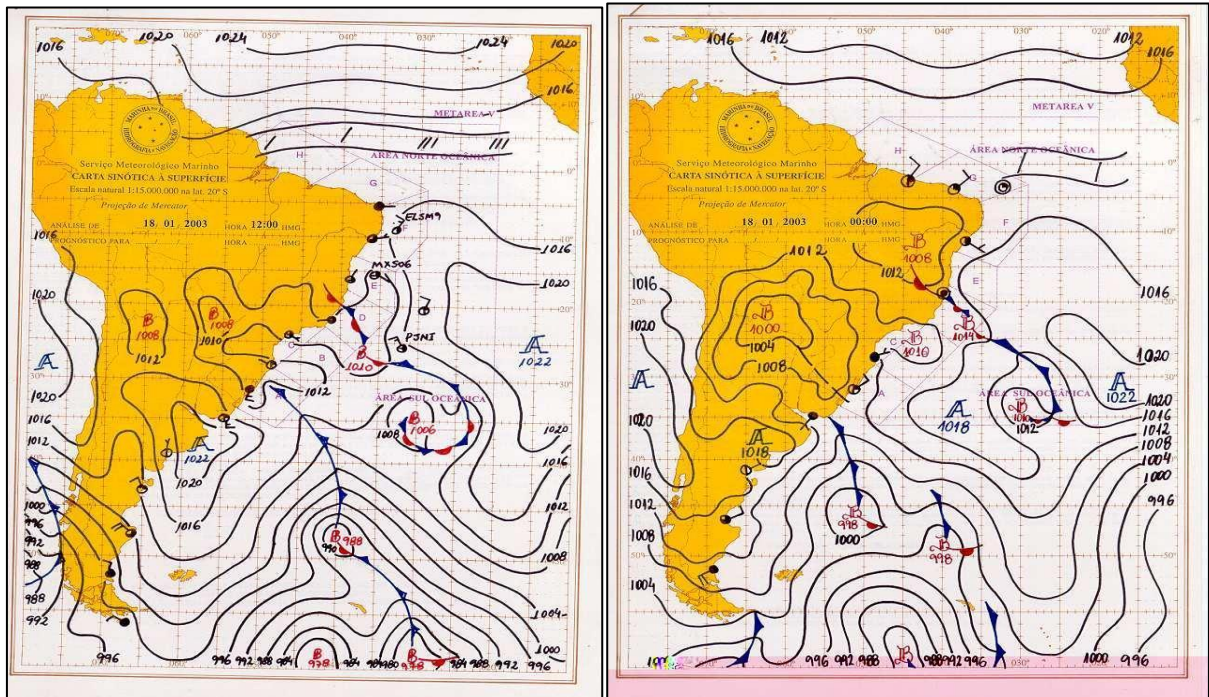


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta sinótica da figura a corresponde ao dia 17 de janeiro de 2003, às 9h -3 GMT (12h UTC) e o que chama atenção é que diferente das cartas do dia anterior as zonas de baixa pressão na latitude 55°S ganham relevância e segue sentido o continente. Já a zona de alta pressão que ocupava boa parte da carta anterior seguindo próxima ao continente até sentido antártica, tem seu tamanho reduzido, além disso, a frente estacionária na área D da carta se mantém tanto na carta do dia observado quanto na carta do dia anterior.

Já a carta da figura b corresponde ao mesmo dia porém, de 21h -3 GMT (00h UTC) havendo alterações consideráveis se comparada a carta anterior, em que a zona de baixa pressão na latitude 55°S , 55°W ganha espaço para o continente gerando frente frias na região B, C há uma zona de baixa pressão de 1010 hPa e em sentido nordeste uma frente estacionária com o encontro de frentes frias e frentes quentes e também uma zona de baixa pressão já no continente, próximo ao sul da Bahia e norte de Minas Gerais.

Figura 12 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 18/01/2003 12h UTC ; b) 18/01/2003 00h UTC



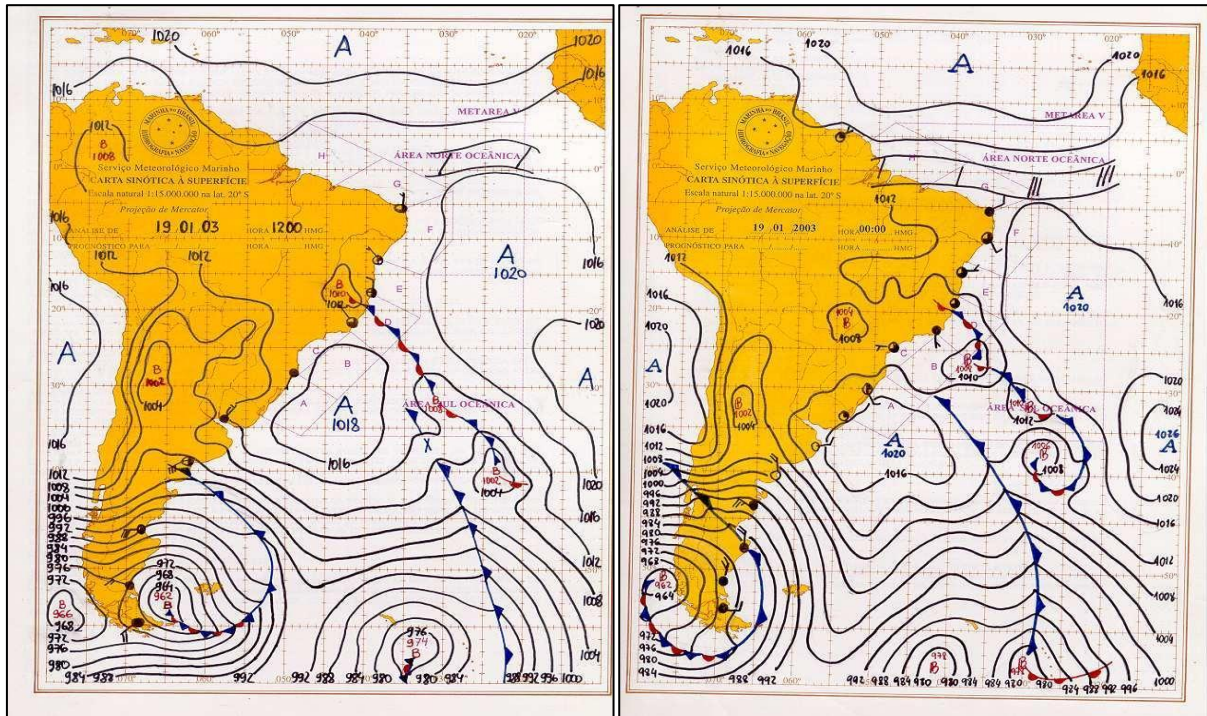
Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

Na carta a do dia 18 de janeiro às 12h UTC é possível observar a formação de três zonas de baixa pressão da latitude 50°S a 60°S e a ascendência de uma frente fria da zona de baixa pressão mais a sul até a mais próxima do continente na região A da costa brasileira. Nota-se também na região centro-oeste do Brasil com influência até a costa brasileira na região A,B,C e na região da Bolívia e Paraguai zonas de baixa pressão de 1008 hpA em seu centro. Na latitude de 20°S a 30°S e longitude 20°W há um zona de alta pressão que se estende até a costa brasileira próxima às áreas E e F encontrando com a zona de baixa pressão no continente, uma frente estacionária na área D da costa brasileira.

Já na carta b de 18 de janeiro às 00h UTC, a zona de alta pressão anterior na longitude 20°W se estende até a costa brasileira ganhando espaço, entretanto, há uma zona de baixa pressão entre duas zonas de alta pressão, mantendo uma frente estacionária entre frentes quentes e frentes frias na área D da costa brasileira. No continente, na região nordeste do Brasil até a região sul há duas zonas de baixa pressão, na região da Argentina e Paraguai há uma zona de alta pressão de 1018hpA. No atlântico sul na latitude 40°S a 60°S há três zonas de baixa pressão

se intensificando e ganhando espaço na atmosfera, gerando frentes frias em direção ao continente.

Figura 13 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 19/01/2003 12h UTC; b) 19/01/2003 00h UTC



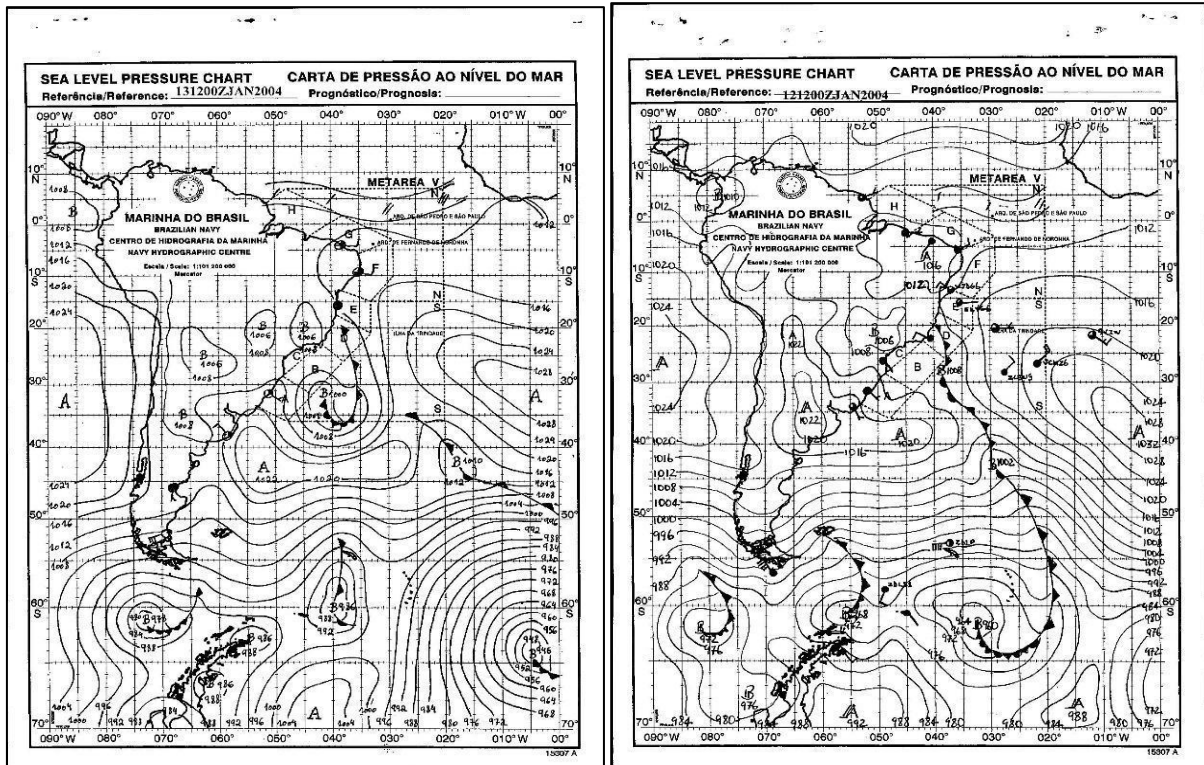
Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta do dia 19 de janeiro às 12h UTC mostra duas grandes zonas de alta pressão no atlântico sul, nas longitudes 40°W a 20°W, sendo uma zona de alta pressão próxima a costa brasileira na área A,B,C e outra próximas às áreas E, F e G, encontrando com uma Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) na área norte oceânica. Na latitude 40 há uma zona de baixa pressão indo de encontro com ambas zonas de alta pressão sentido a costa brasileira, onde há uma frente estacionária na área D da costa. No sul da Argentina há a formação de duas zonas de baixa pressão, uma a leste e outra a oeste, a zona de baixa pressão a leste gera uma frente fria ascendente sentido a costa da Argentina. Uma terceira zona de baixa pressão na longitude 35°W e latitude 55°S gera uma frente fria que se estende até a zona de alta pressão próxima a costa brasileira nas áreas A,B e C.

Na carta do dia 19 de janeiro às 00h UTC, quando comparada a carta anterior nota-se uma expansão da ZCIT na região norte do Brasil e uma descendência das zonas de baixa pressão dando espaço às zonas de alta pressão no atlântico sul. Já o

continente segue tomado por duas zonas de baixa pressão, uma na região centro-oeste do Brasil e outra na Argentina.

Figura 14 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 12/01/2004 12h UTC; b) 13/01/2004 00h UTC



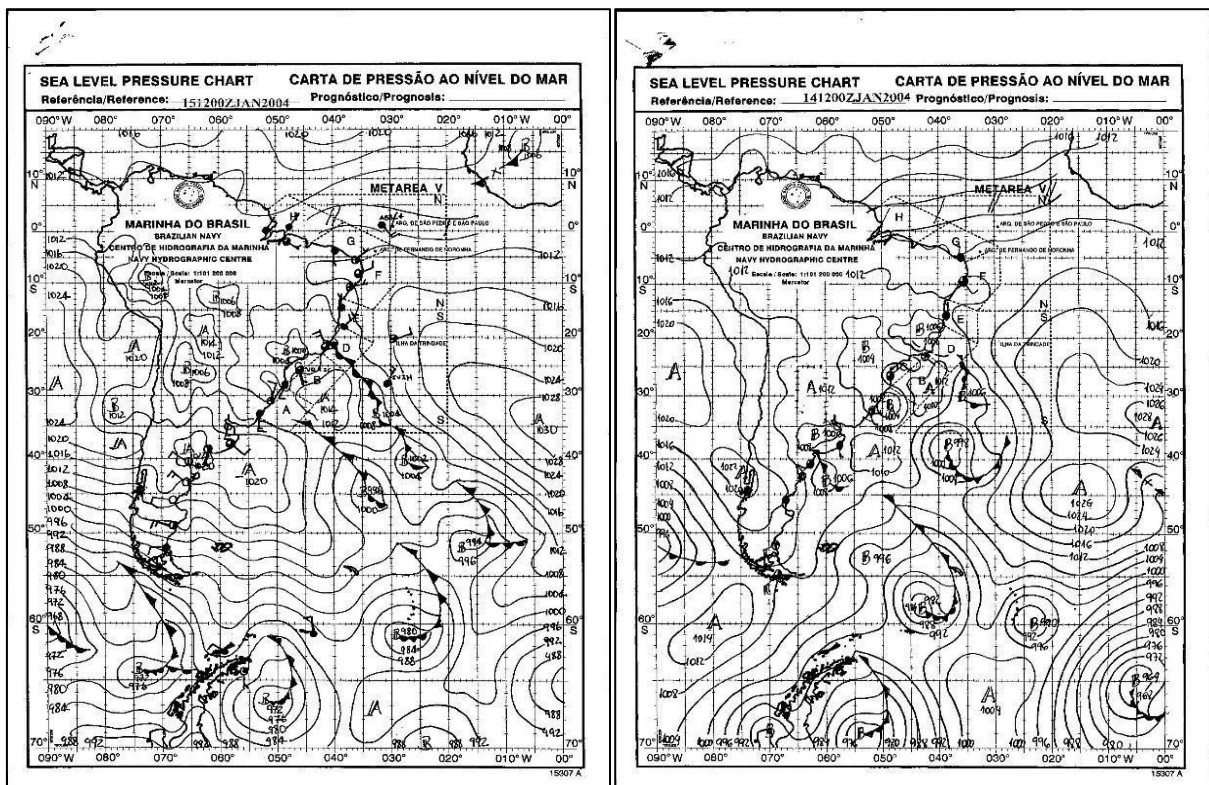
Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a é do dia 12 de janeiro de 2004 às 12h UTC (9h de Brasília) do ano de 2004, somente o horário de 12h UTC foi disponibilizado pela Marinha do Brasil, portanto, as análises de 2004 serão feitas somente sobre às 12h UTC. Na figura “a” é possível notar que há três zonas de baixa pressão ao sul do continente da América do Sul, gerando frentes frias ascendentes sentido continente, entretanto, abaixo dessas zonas de baixa pressão há também a formação de duas pequenas zonas de alta pressão. Na costa do Paraguai há uma zona de alta pressão que converge com uma zona de alta pressão próxima a região sudeste do Brasil, e nas longitudes 30°W a 10°W há uma zona de alta pressão expressiva, que ganha força até a costa brasileira nas áreas D, E, F e G, e se expande até a região nordeste do Brasil, na área D da costa brasileira há também uma frente estacionária.

A figura b é referente à carta do dia 13 de janeiro de 2004 às 12h UTC e tem alterações consideráveis se comparadas à carta do dia anterior. É visível que em toda

a região sul da carta, nas latitudes próximas aos 65°S há 5 zonas de baixa pressão. Já próximo a costa do Paraguai e a costa da região sul do Brasil há uma zona de alta pressão de 1022hpA. Na região centro-oeste e sudeste do Brasil há zonas de baixa pressão, além de uma zona de baixa pressão próxima a costa brasileira que se estende da área A, B, C, D e E.

Figura 15 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 14/01/2004 12h UTC; b) 15/01/2004 00h UTC



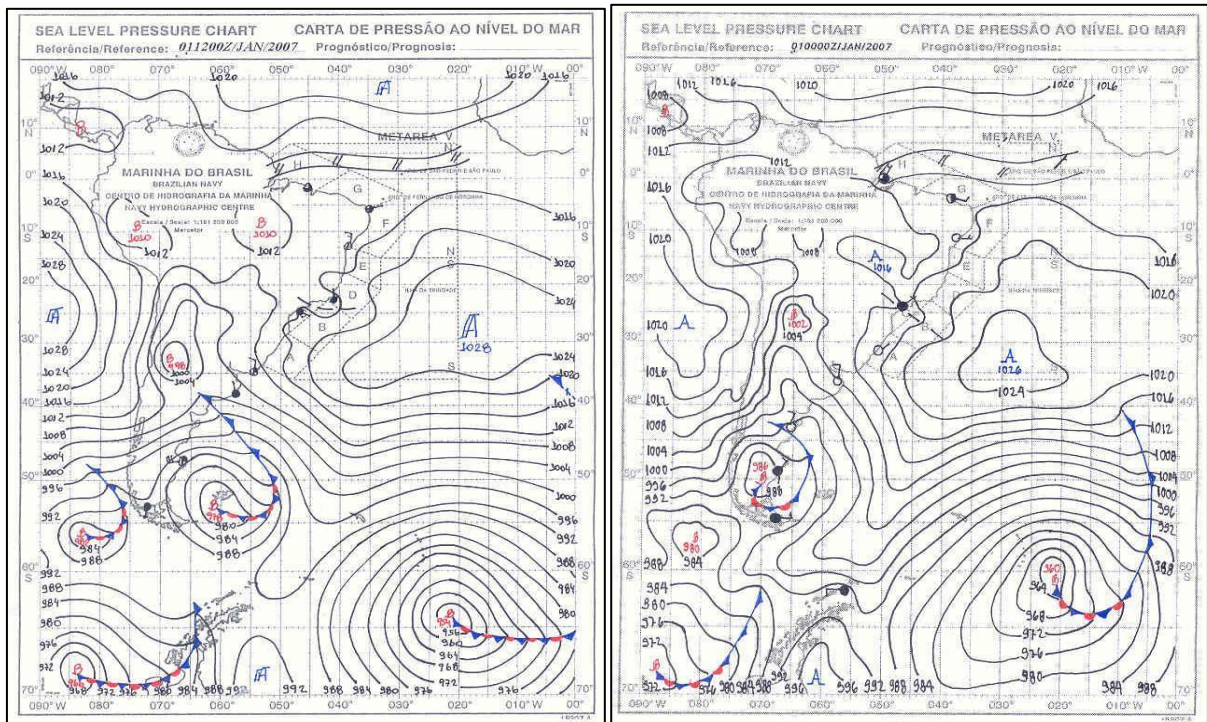
Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a é referente ao dia 14 de janeiro de 2004 às 12h UTC e nela é observado uma extensa zona de alta pressão que vai da latitude 0° a 50°S e longitude 30°W a 00°, entretanto, mantém uma característica próxima a carta do dia anterior, com 6 zonas de baixa pressão ao sul da carta da latitude 60°S a 70°S e longitude 70°W a 00°, onde há duas zonas de alta pressão entre elas. Na costa brasileira mostra-se uma variação de zonas, em que na região sul do Brasil há zona de alta pressão e também de baixa pressão, além de três zonas de baixa pressão desde a região sudeste à região nordeste do Brasil.

A figura b é referente a carta do dia 15 de janeiro de 2004 às 12h UTC em que algumas características do dia anterior são mantidas, como as zonas de baixa pressão

nas latitudes 50°S a 70°S e longitude 70°W a 00° e entre elas uma zona da alta pressão. Outro fator que se mantém é a variedade de zonas na costa brasileira, variando de zonas de baixa pressão a alta pressão. No entanto, uma alteração é a extensão da zona de alta pressão na região da costa do Paraguai até o sul da Argentina.

Figura 16 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 01/01/2007 12h UTC; b) 01/01/2007 00h UTC



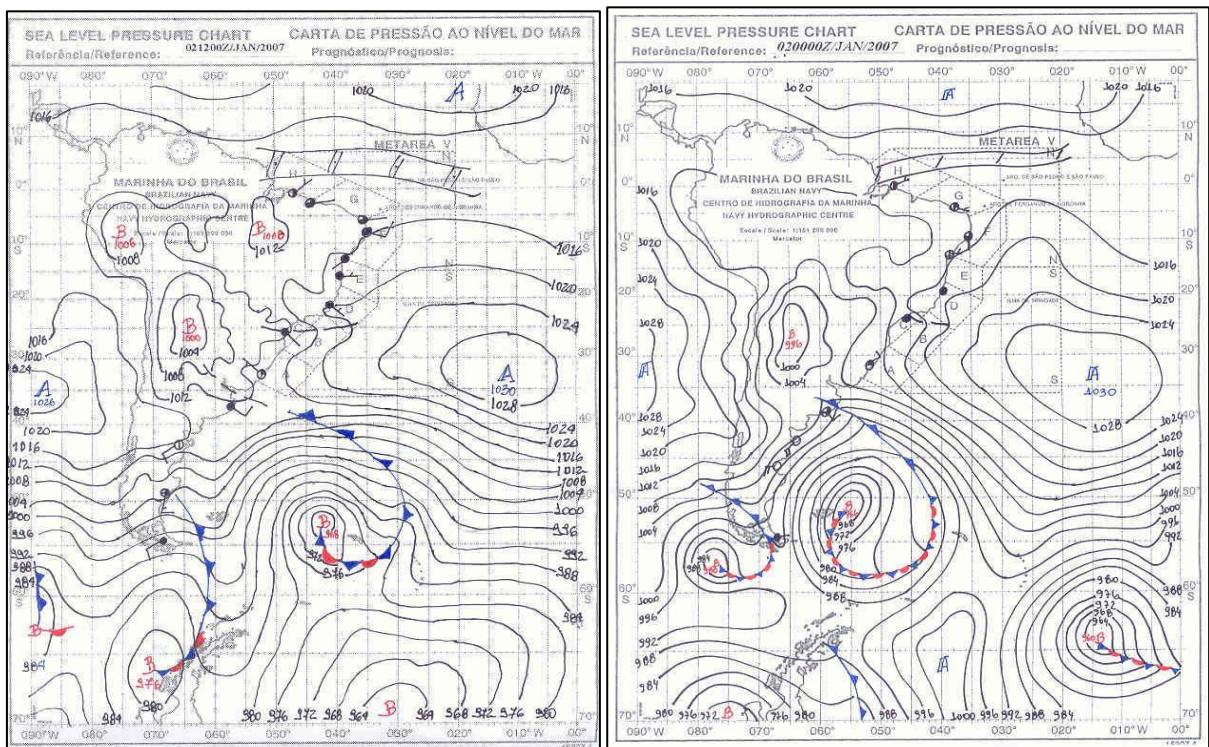
Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-dosmm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A figura a é referente ao dia 01 de janeiro de 2007 às 12h UTC 9h de Brasília e mostra características próximas as cartas analisadas dos anos anteriores, na latitude 60°S a 70°S de longitude 90°W a 00°W com formação de três zonas de baixa pressão na longitude 90°W a 60°W, uma zona de alta pressão na longitude 60°W a 55°W e uma zona de baixa pressão relevante de 40°W a 00°W. Nessas áreas com variações de zonas de baixa e alta pressão há também a frente estacionária que é uma zona de transição entre duas massas de ar, quentes e frias. A zona de baixa pressão próxima a costa da Argentina e Uruguai gera uma frente fria que vai em direção ao interior do Uruguai, avançando na formação de uma zona de baixa pressão na região sul do Brasil, e duas zonas de baixa pressão na região norte do Brasil e no

Peru. Já a costa brasileira é atingida por uma zona de alta pressão formada no atlântico sul, estendendo-se desde a região sudeste do Brasil até o nordeste.

A carta do dia 01 de janeiro de 2007 às 00h UTC 21h de Brasília é semelhante a carta anterior com variabilidade de zonas na latitude 50°S a 70°S, uma zona de baixa pressão da longitude 90°W a 70°W, logo após essa zona de baixa pressão uma zona de alta pressão de longitude 70°W a 50°W há uma frente estacionária. Zona de baixa pressão relevante de 40°W a 00°W levando uma frente fria da latitude 50°S onde vai de encontro com uma zona de alta pressão extensa e considerável, essa zona de alta pressão estende-se até a costa brasileira, onde há outra zona de alta pressão na região central do Brasil. Na região da Bolívia há uma zona de baixa pressão que se encontra com uma região de alta pressão vindo do oceano pacífico. Há a formação de uma zona de baixa pressão no sul da Argentina com a formação de frente fria.

Figura 17 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 02/01/2007 12h UTC; b) 02/01/2007 00h UTC



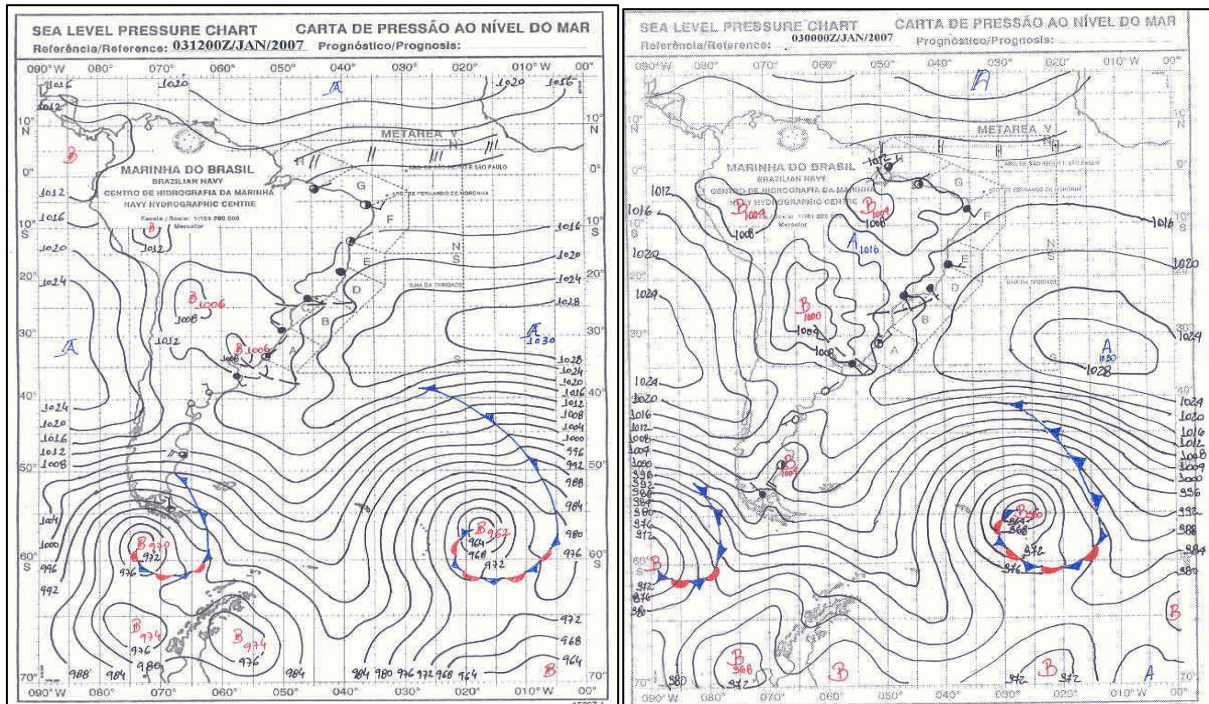
Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A figura a é referente ao dia 02 de janeiro de 2007 às 12h UTC 9h de Brasília e mostra características próximas às cartas anteriores, na latitude 50°S a 70°S de longitude 90°W a 00°W com formação de três zonas de baixa pressão na longitude

90°W a 60°W, uma zona de alta pressão na longitude 55°W a 40°W e uma zona de baixa pressão relevante de 30°W a 00°W. Nessas áreas com variações de zonas de baixa e alta pressão há também zona de oclusão, que ocorre a partir do encontro de zonas quentes e zonas frias. A zona de baixa pressão próxima a costa da Argentina e Uruguai gera uma frente fria que vai em direção ao interior do Uruguai avançando na formação de uma zona de baixa pressão na região sul do Brasil, e duas zonas de baixa pressão na região norte do Brasil e no Peru. Já a costa brasileira é atingida por uma zona de alta pressão formada no atlântico sul, estendendo-se desde a região sudeste do Brasil até o nordeste.

Já na carta da figura b é referente ao mesmo dia, entretanto de hora 00h UTC 21h de Brasília as características permanecem próximas às da carta anterior, entretanto, as zonas de alta pressão perdem força dando espaço para a formação de uma grande zona de alta pressão de latitude 40°S a 70°S, gerando uma frente fria que vai sentindo a região sul do Brasil e encontra uma outra zona de baixa pressão na região central do país, e região norte/nordeste. A área de alta pressão no atlântico sul perde força, no entanto, permanece entendendo-se até a costa brasileira.

Figura 18 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 03/01/2007 12h UTC; b) 03/01/2007 00h UTC

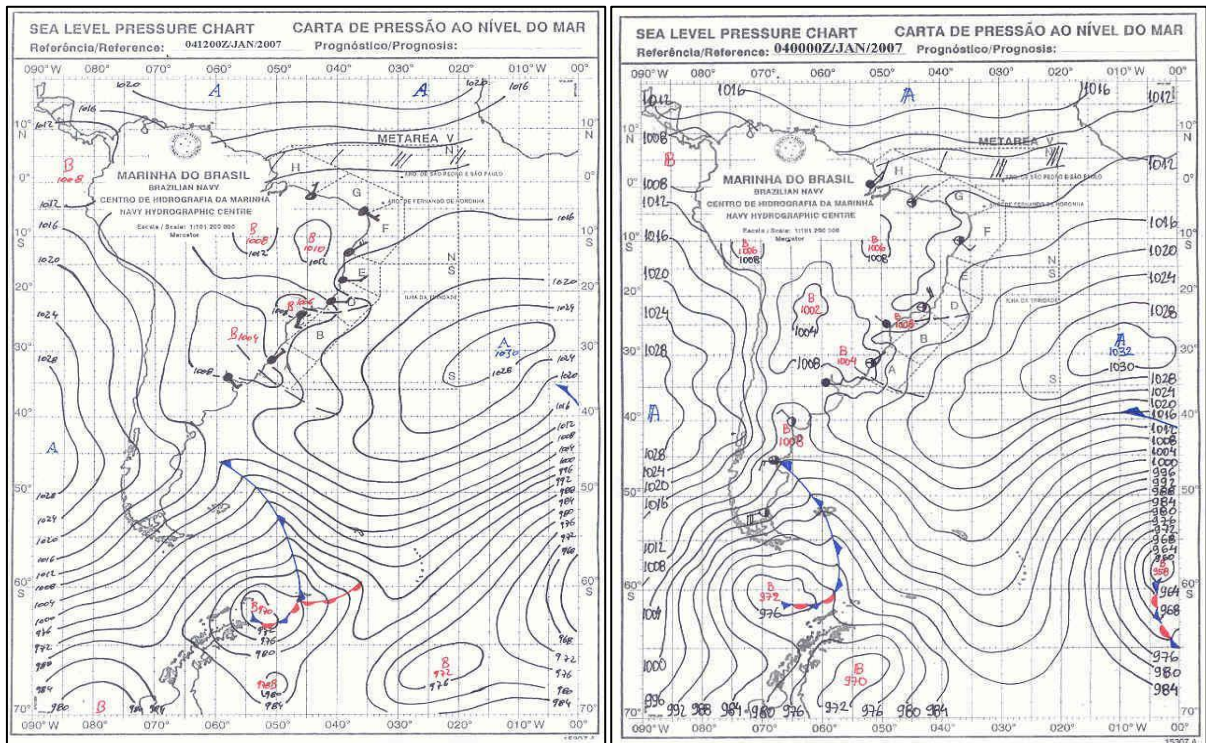


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a é referente ao dia 03 de janeiro de 2008 às 12h UTC, 9h de Brasília, onde é possível observar uma grande extensão de várias zonas de baixa pressão na latitude 35°S à 70°S estendendo-se do sul da Argentina até a costa brasileira na região sul, próximo a área A da costa do país, na latitude 30°S a 10°S na região do atlântico sul há uma grande zona de alta pressão sentido a costa brasileira, ocupando toda a área B,C,D,E e F da costa. Já na região sul do Brasil estendendo-se do Paraguai a Bolívia há uma região de baixa pressão de 1006hPa.

A carta da figura b é de certa forma bem próxima a carta da figura a com pequenas alterações, que, apesar de pequenas, podem ser consideráveis. Na carta b é possível notar uma nova formação de zonas de baixa pressão na região inferior da carta, na latitude 70°S e também de uma pequena zona de alta pressão. Além disso, há a nova formação de duas zonas de baixa pressão no continente, sendo uma na região norte e nordeste do Brasil, e outra no Peru, há também na região central do Brasil a formação de uma zona de alta pressão.

Figura 19 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 04/01/2007 12h UTC; b) 04/01/2007 00h UTC

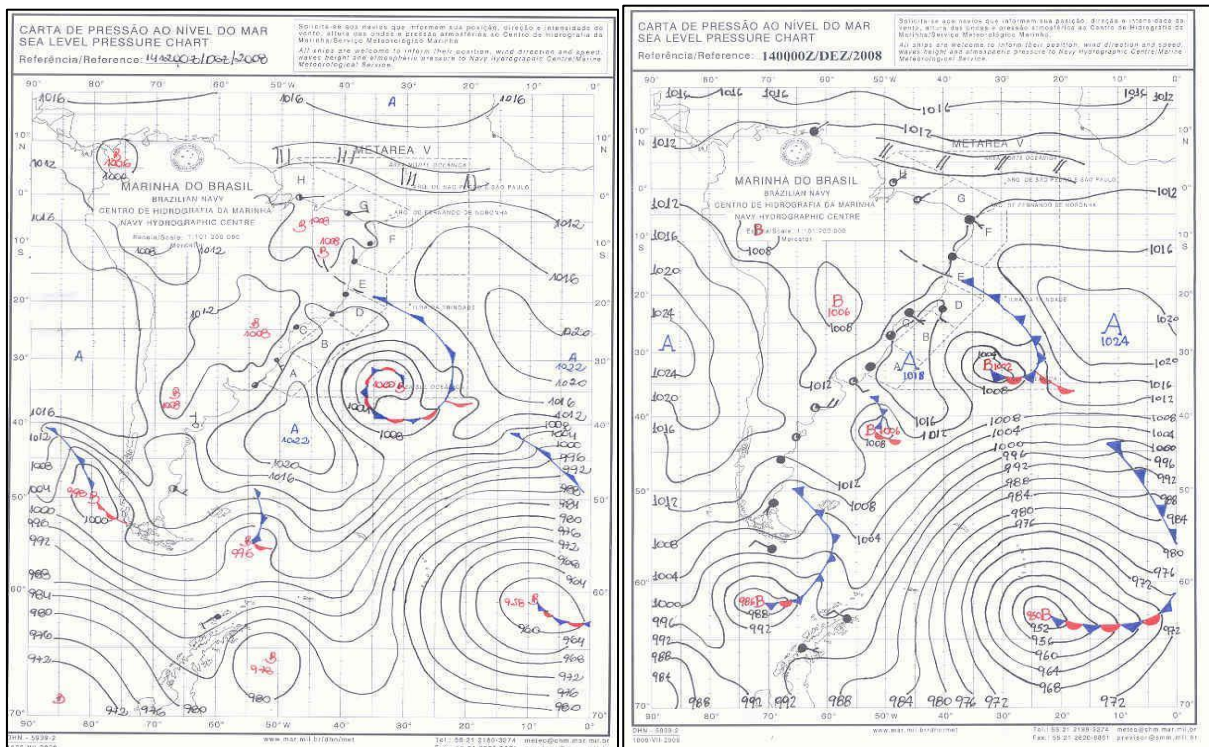


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-dosmm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a é referente ao dia 04 de janeiro de 2007 às 9h de Brasília e mostra a formação de quatro zonas de baixa pressão no continente, mais precisamente, no Brasil, desde a região sul até a região norte e nordeste, se estendendo por todo o país. Entretanto, no Atlântico sul prevalece uma zona de alta pressão assim como nas cartas anteriores e na parte inferior da carta, a mesma formação de diversas zonas de baixa pressão da latitude 45°S a 70°S.

A carta da figura b traz características bem semelhantes à carta anterior, considerando somente um crescimento da formação de áreas de baixa pressão no continente, se estendendo do Brasil aos países de divisa.

Figura 20 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 14/12/2008 12h UTC; b) 14/12/2008 00h UTC



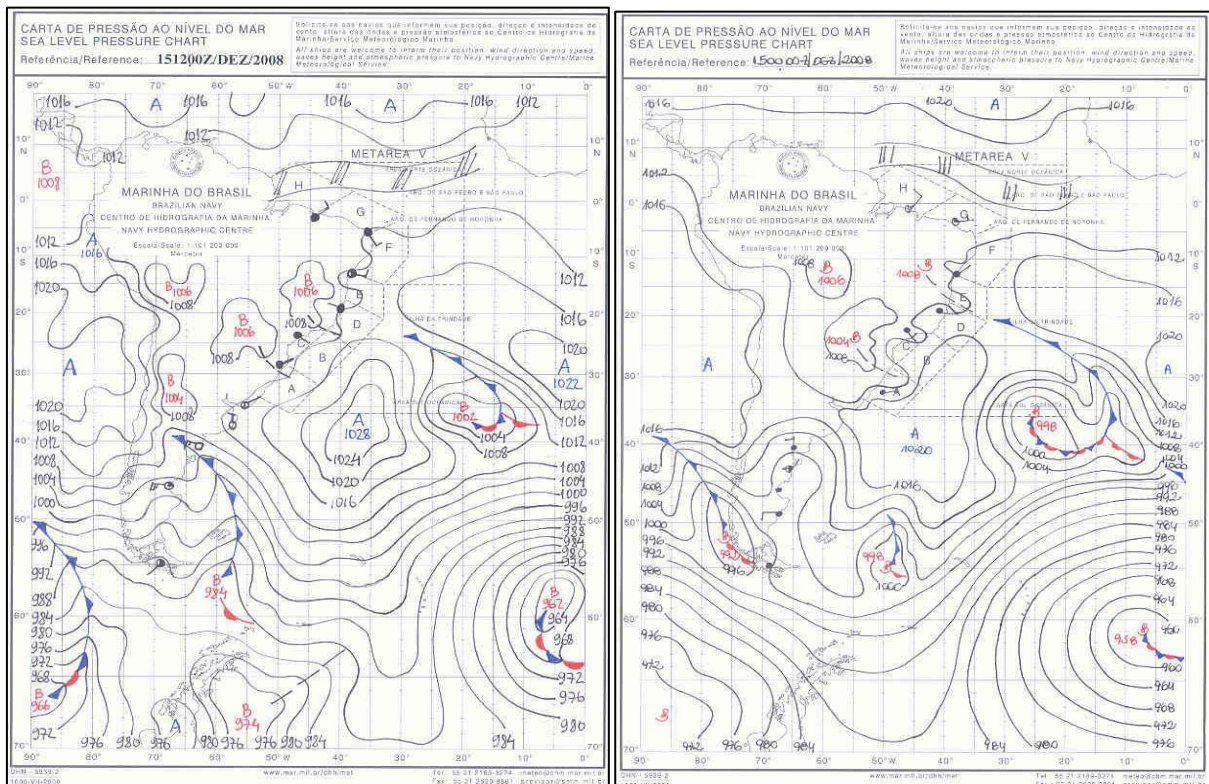
Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-dosmm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

Na carta da figura a, é possível observar várias zonas de baixa pressão na região inferior da carta, das latitudes 45°S a 70°S gerando várias frentes frias com sentido ao continente, no entanto, é possível observar que na costa do Uruguai sentido a região sul do Brasil também na costa brasileira, há uma zona de alta pressão e logo acima uma zona de baixa pressão por toda costa da região sudeste do Brasil, gerando frentes frias que vão sentido a região nordeste do país. No continente, há cinco zonas

de baixa pressão, sendo que três delas estão concentradas no Brasil, na região sul para sudeste e centro oeste e nordeste para norte.

Na figura b, as características no trecho inferior e leste da carta se mantêm. Entretanto, no continente as zonas de baixa pressão se dispersam e dão lugar a uma zona de alta pressão por grande parte da costa brasileira, formando uma zona de oclusão na área D e E.

Figura 21 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 15/12/2008 12h UTC; b) 15/12/2008 00h UTC

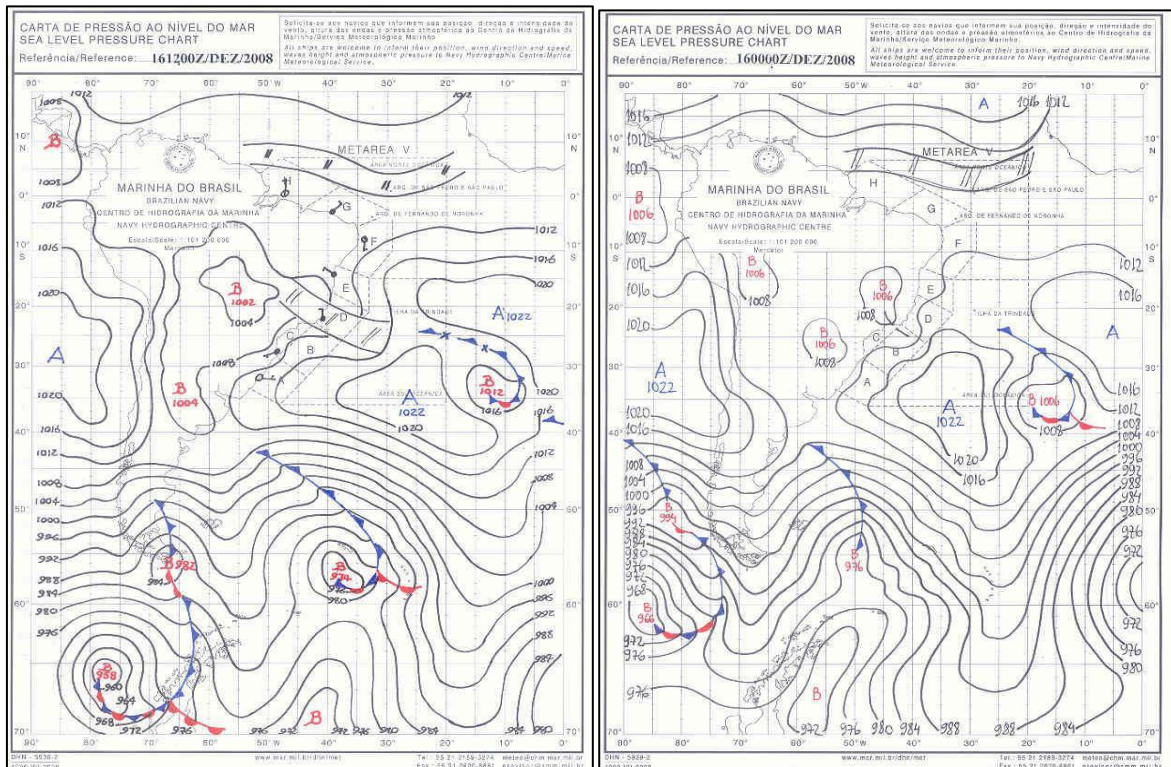


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-dosmm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

Na carta da figura a, a característica de diversas zonas de baixa pressão no inferior da carta e uma zona de alta pressão extensão no atlântico sul se mantém assim como nas cartas anteriores, entretanto, nesta em específico com a formação de uma pequena zona de alta pressão entre as zonas de baixa pressão na latitude 70°S. Quatro zonas de baixa pressão no continente, sendo uma na região sudeste do Brasil próxima a costa brasileira, outra na região sul do país, uma na região próxima a Bolívia e Peru, e outra Argentina e Chile. Uma extensa zona de alta pressão próxima a costa brasileira também se aproxima das áreas A,B,C e D , indo de encontro com uma zona de baixa pressão.

A carta de figura b é consideravelmente parecida com a carta anterior, a não ser pela dispersão das zonas de baixa pressão no continente restando apenas três, sendo elas, na região sul, sudeste e centro-oeste do Brasil.

Figura 22 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 16/12/2008 12h UTC; b) 16/12/2008 00h UTC

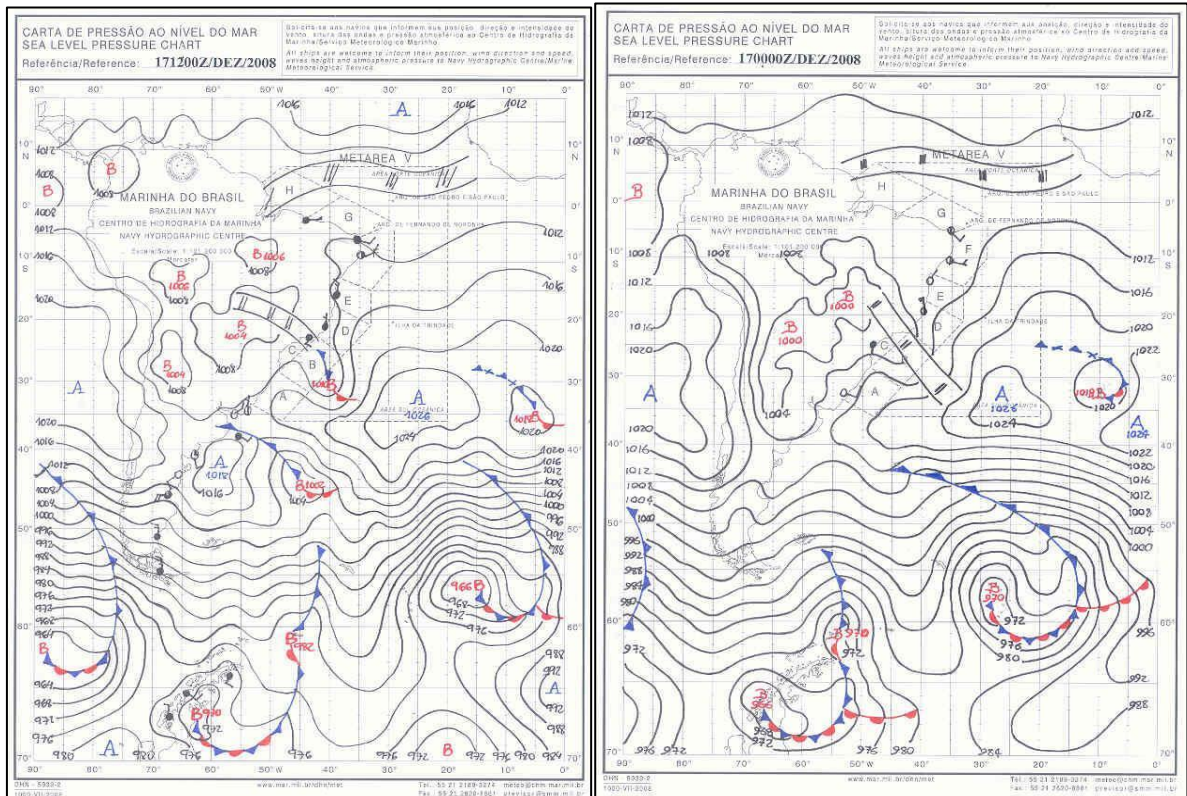


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-dosmm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a assim como as cartas anteriores mantém a característica na região inferior de latitude 40°S a 70°S de várias formações de zonas de baixa pressão, além da formação de uma zona de alta pressão no atlântico sul, da latitude 40°S a 10°S , e bem ao meio dessa zona de alta pressão há uma zona de baixa pressão se formando, levando uma frente fria para a região sudeste da costa brasileira. Há duas extensas zonas de baixa pressão no continente, indo do Uruguai ao sudeste, centro-oeste e norte brasileiro. Um fator extremamente relevante e que até então não havia sido observado é a formação das ZCAS na região sudeste do Brasil, sistema ocorrente após dias consecutivos de precipitações e umidade atmosférica.

A carta da figura b possui características próximas a carta da figura a, entretanto não é possível observar a ocorrência de ZCAS, além de haver uma aproximação da zona de alta pressão à costa brasileira.

Figura 23 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 17/12/2008 12h UTC ; b)17/12/2008 00h UTC

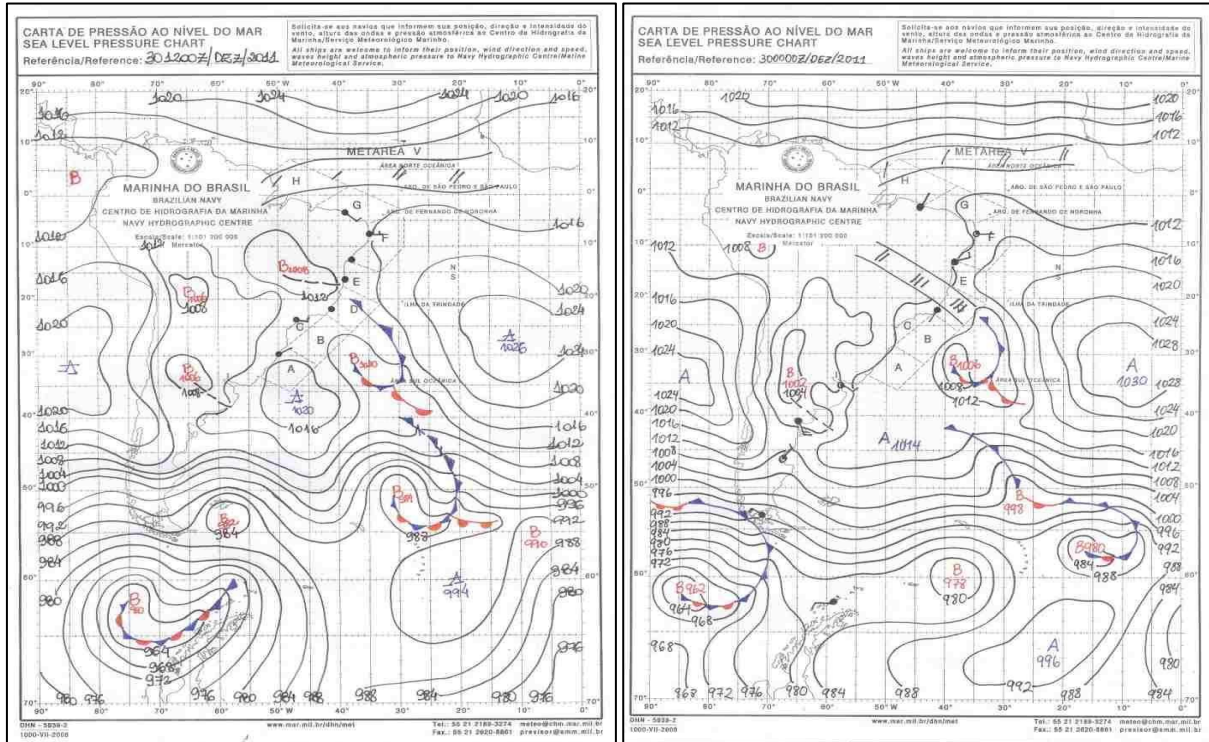


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a assim como as cartas anteriores mantém a característica na região inferior de latitude 40°S a 70°S de várias formações de zonas de baixa pressão, além da formação de uma zona de alta pressão no atlântico sul, da latitude 40°S a 10°S, entretanto, próximo ao centro desta zona de alta pressão há uma zona de baixa pressão que gera uma frente fria sentido a costa brasileira. Na costa do Uruguai e Argentina há uma zona de alta pressão extensa. No continente, mais especificamente em toda região sudeste, centro-oeste e norte do Brasil há zonas de baixa pressão, e novamente é possível observar as ZCAS na região sudeste.

Na figura b, as zonas de baixa pressão presentes no continente se unem, formando apenas duas zonas, entretanto as ZCAS aparentam ganhar maior intensidade na região sudeste.

Figura 24 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 30/12/2011 12h UTC; b) 30/12/2011 00h UTC



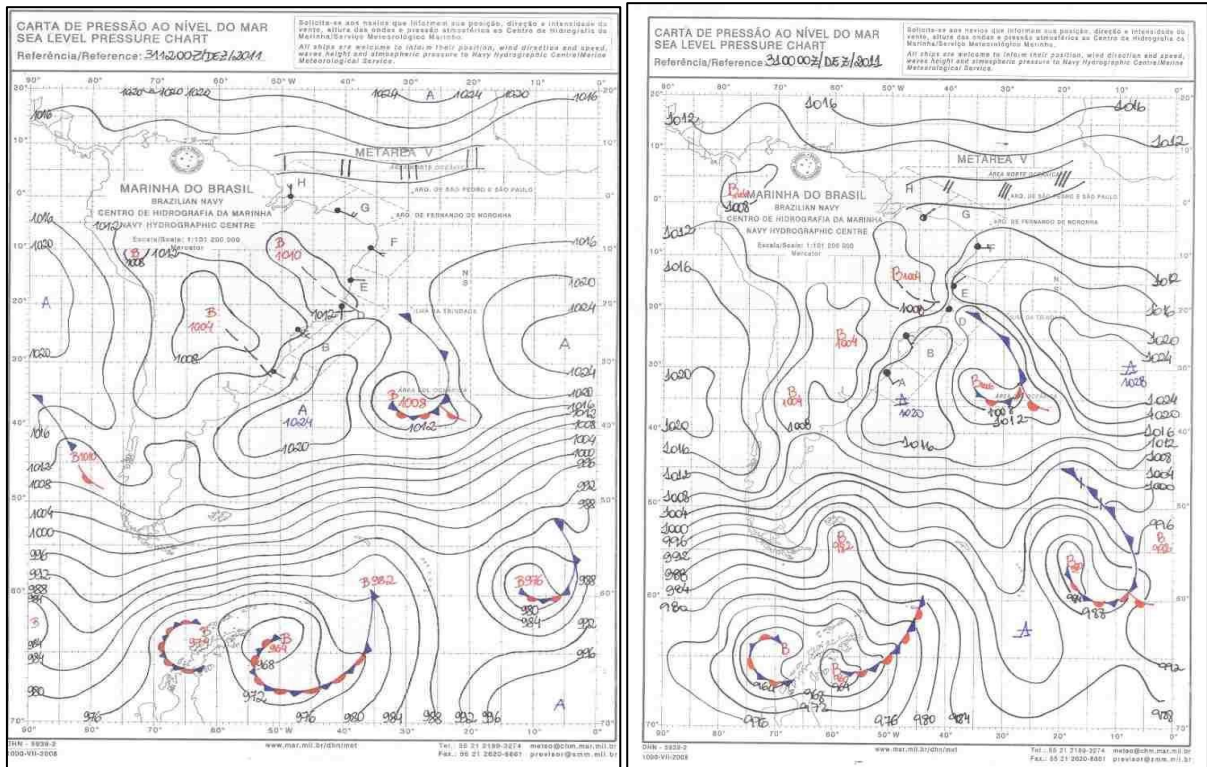
Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-dosmm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a é referente ao dia 30 de dezembro de 2011, às 9h de Brasília, três dias antes de haver a primeira informação de inundação das vias públicas do município de Cataguases. Assim como nas cartas anteriores, algumas características permanecem, como a parte inferior da carta de latitude 40°S a 70°S em que há diversas zonas de baixa pressão, com algumas frentes estacionárias, dando surgimento a frentes frias. No continente há a presença de três zonas de baixa pressão, uma formada na Argentina, próxima a região sul do Brasil, uma zona de baixa pressão entre a Bolívia, Paraguai e Argentina, e uma zona de baixa pressão que abrange toda a região sudeste do Brasil e também parte da região norte e centro-oeste. Uma zona de alta pressão da latitude 40°S a 10°S também encontra-se presente no atlântico sul, bem como uma zona de alta pressão na área A da costa brasileira, e logo acima, na área B, C há uma zona de baixa pressão seguida por uma frente estacionária que gera frente fria para a região sudeste do Brasil.

A carta da figura b é muito semelhante à carta da hora anterior e é referente às 21h de Brasília. A carta mostra uma ZCAS sentido a região sudeste do Brasil, uma zona de baixa pressão próxima a ela, seguida por uma frente estacionária e uma frente fria que também ocorrem sentido a direção sudeste do país. As ZCAS como já dito

anteriormente são responsáveis por grande instabilidade e altos índices de precipitação, por isso, se faz muito relevante sua observação.

Figura 25 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 31/12/2011 12h UTC; b) 31/12/2011 00h UTC

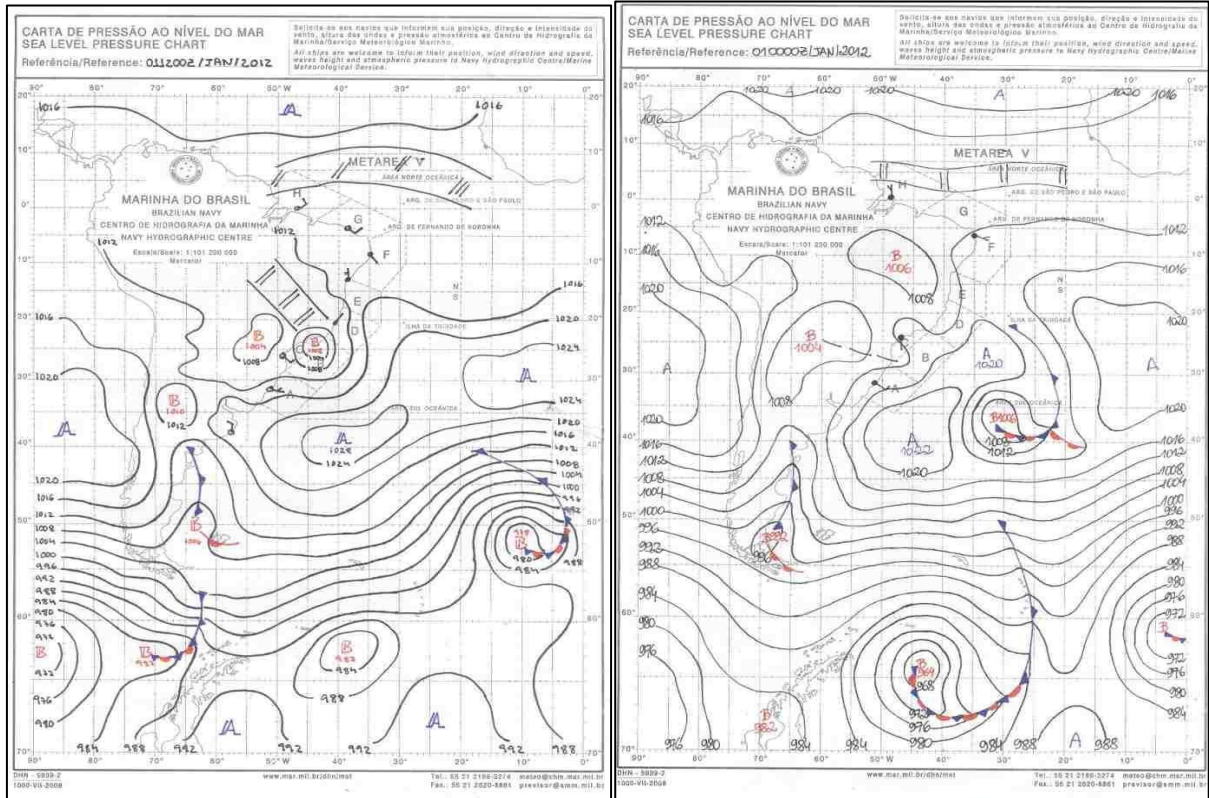


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a é referente ao dia 31 de dezembro de 2011, às 9h de Brasília e segue os mesmos padrões das cartas anteriores com a formação de zonas de baixa pressão nas latitudes 45°S, 50°S a 70°S com frentes estacionárias no centro de todas as zonas de baixa pressão, além de uma zona de alta pressão característica nas latitudes 10°S a 40°S na região oceânica do atlântico sul. Na latitude 35°S próxima a costa brasileira há uma zona de baixa pressão com uma frente estacionária em seu centro que gera uma frente fria sentido o nordeste brasileiro. Já na área mais próxima à costa brasileira da região sul a sudeste, há uma zona de alta pressão de 1024 hpA. No continente há três zonas de baixa pressão, em que duas estão majoritariamente em território brasileiro, cobrindo praticamente todo o país.

A carta da figura b é referente ao mesmo dia da figura a, entretanto de 21h de Brasília, e segue características semelhantes a carta de hora anterior, a não ser pela formação de uma quarta zona de baixa pressão no continente, na Argentina.

Figura 26 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 01/01/2012 12h UTC; b) 01/02/2012 00h UTC

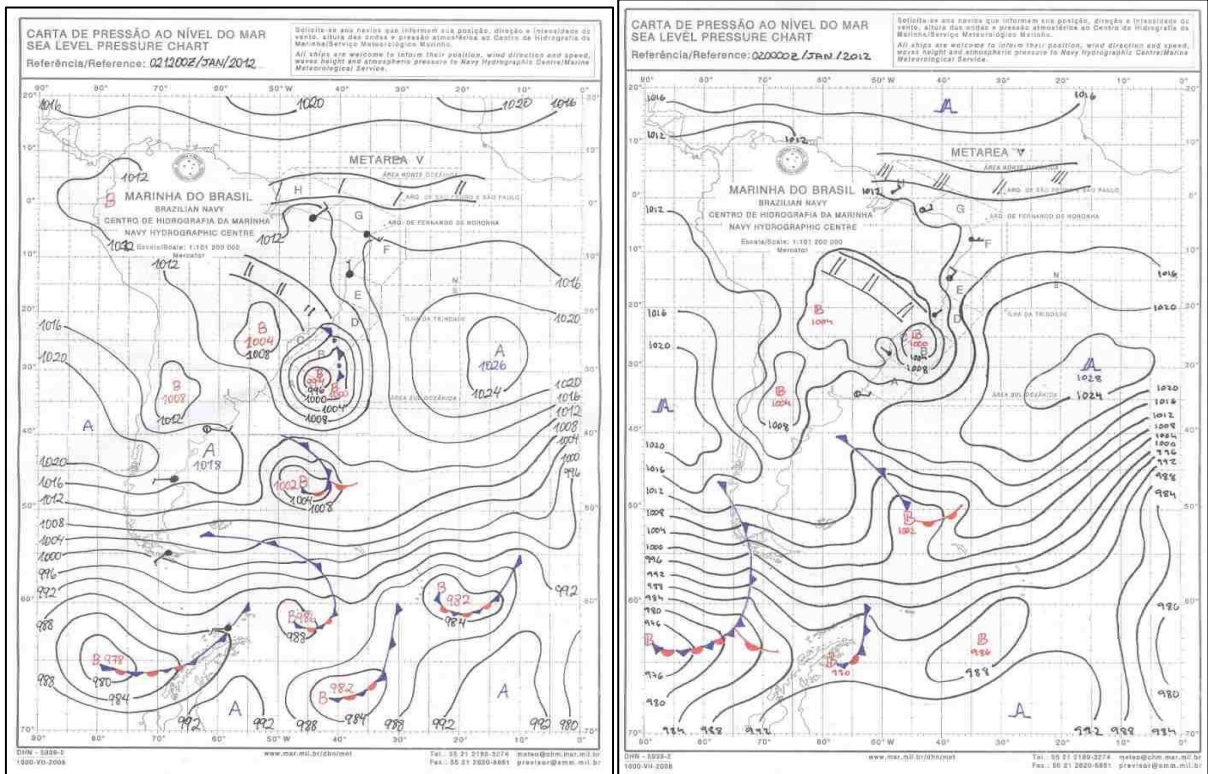


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a é referente ao dia 01 de janeiro de 2012 às 9h de Brasília, e segue os mesmos padrões das cartas anteriores com a formação de zonas de baixa pressão nas latitudes 45°S, 50°S a 70°S com frentes estacionárias no centro de algumas zonas de baixa pressão, além de uma zona de alta pressão característica nas latitudes 10°S a 40°S na região oceânica do atlântico sul. Entretanto, na zona de baixa pressão próxima a costa da Argentina, é possível observar uma frente fria sentido o continente, e logo acima, na Argentina, uma zona de baixa pressão de 1012 hpA. Há duas intensas zonas de baixa pressão que seguem da costa brasileira na região sudeste até o norte do Brasil, e a atuação de ZCAS na mesma área.

A carta da figura b é referente ao mesmo dia, porém às 21h de Brasília, e traz análises próximas a carta da figura a, a não ser pela ausência de ZCAS e uma zona de baixa pressão entre duas de alta pressão nas latitudes 10°S a 40°S.

Figura 27 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 02/01/2012 12h UTC; b) 02/01/2012 00h UTC

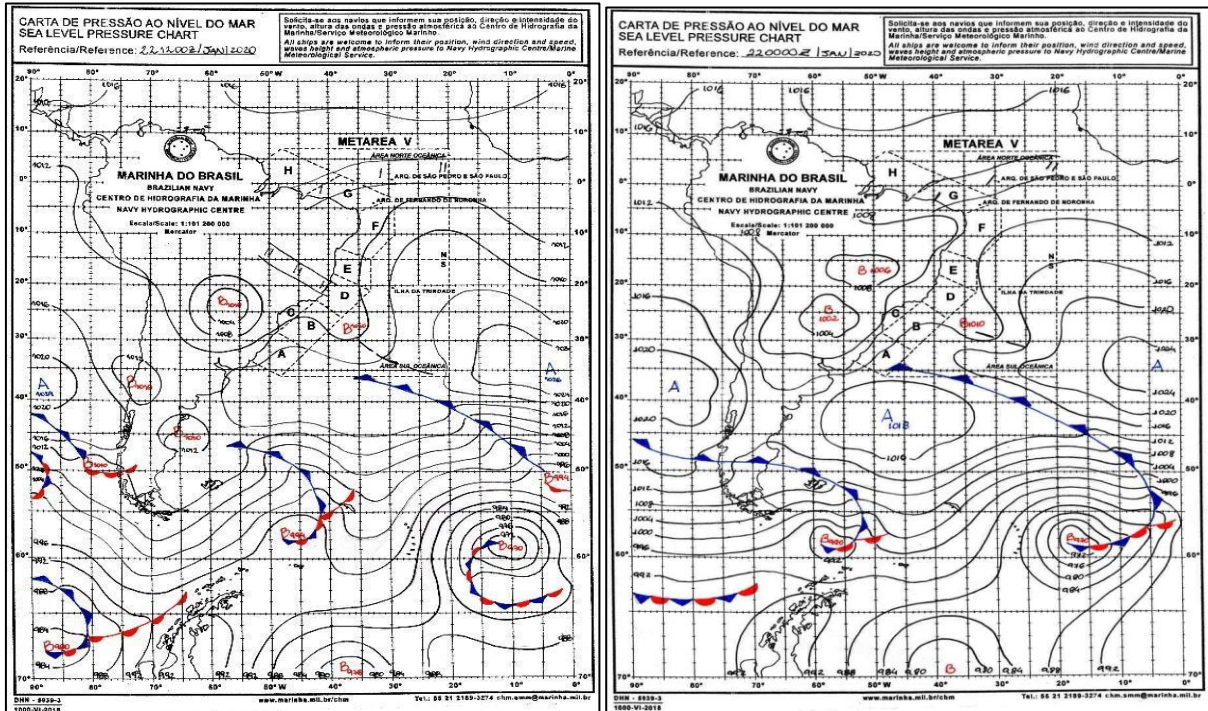


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A figura a é referente ao dia 02 de janeiro de 2012 às 9h de Brasília, e segue os mesmos padrões das cartas anteriores com a formação de zonas de baixa pressão nas latitudes 45°S, 50°S a 70°S com frentes estacionárias no centro de algumas zonas de baixa pressão, além de uma zona de alta pressão característica nas latitudes 10°S a 40°S na região oceânica do atlântico sul. Há uma zona de alta pressão na costa da Argentina que atua por todo o país também, e na região da Bolívia uma zona de baixa pressão. Na costa brasileira há uma zona de baixa pressão de grande relevância, que atua desde a costa da região sul do Brasil até o interior do país na região norte, com a atuação de uma ZCAS também.

Já a figura b é referente ao mesmo dia, de 21h de Brasília e segue as mesmas características da figura a, entretanto, a zona de alta pressão que atuava na Argentina se dispersa.

Figura 28 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 22/01/2020 12h UTC; b)22/01/2020 00h UTC

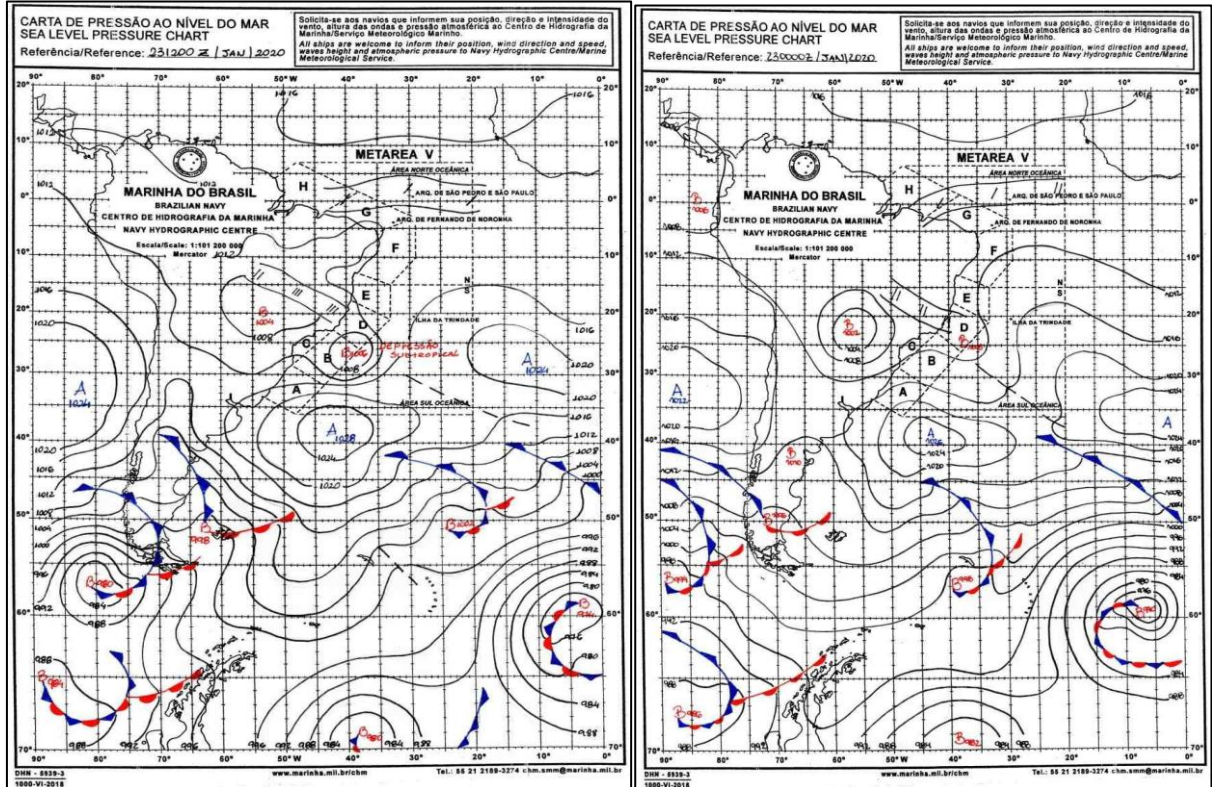


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A carta da figura a é referente ao dia 22 de janeiro de 2020 às 9h de Brasília e mostra diversas zonas de baixa pressão nas latitudes 45°S a 70°S, com frentes estacionárias no centro de algumas zonas de baixa pressão e frentes frias seguindo sentido continente. Uma zona de alta pressão característica no atlântico sul das latitudes 40°S a 10°S. Duas zonas de baixa pressão na região da Argentina, sendo uma na costa da Argentina e outra no interior da Argentina e próxima da costa do Chile. Há também uma zona de baixa pressão em território brasileiro que vai da região sul e sudeste até o norte do país, além de uma zona de baixa pressão na costa sudeste do Brasil com a atuação de uma ZCAS.

A carta da figura b é referente ao mesmo dia, às 21h de Brasília e tem semelhanças com a figura A. A não ser pela formação de uma zona de alta pressão próxima a costa brasileira na região sul do país e a ausência da atuação de ZCAS na região sudeste.

Figura 29 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 23/01/2020 12h UTC; b) 23/01/2020 00h UTC

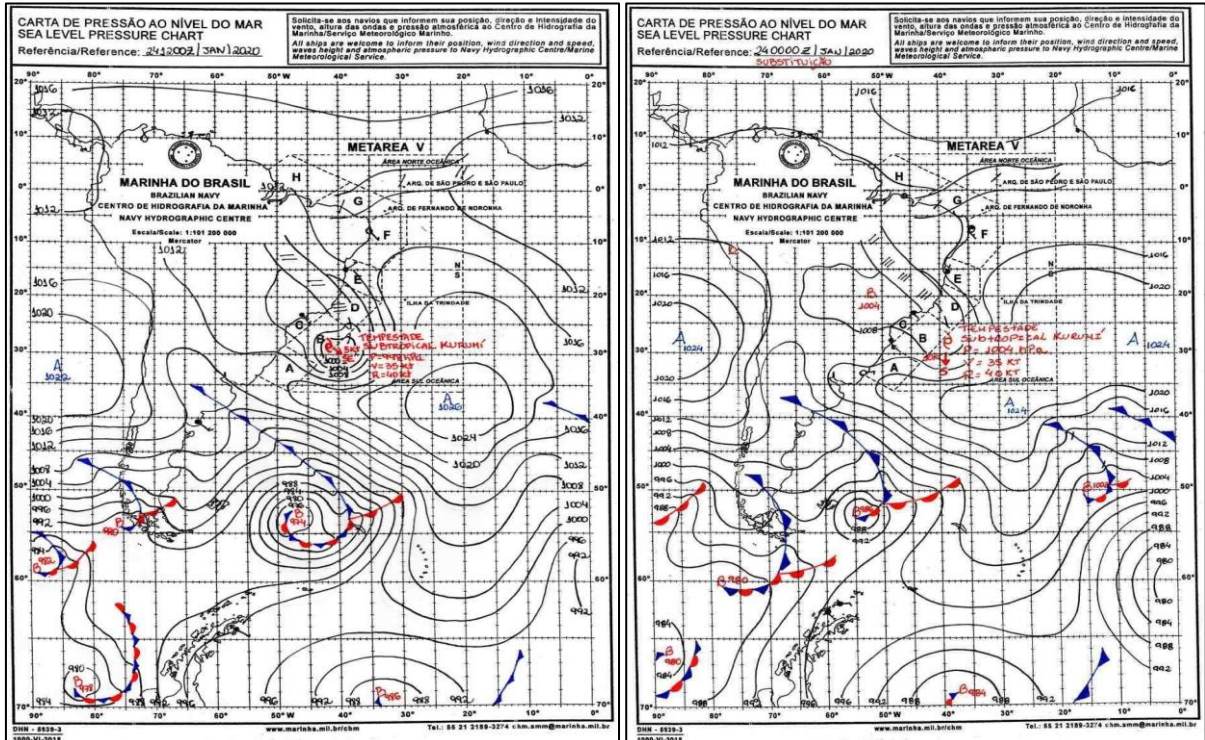


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-dosmm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A figura a é referente ao dia 23 de janeiro de 2020 às 9h de Brasília, e mostra diversas zonas de baixa pressão nas latitudes 45°S a 70°S, com frentes estacionárias no centro de algumas zonas de baixa pressão e frentes frias seguindo sentido continente. Uma zona de alta pressão característica no atlântico sul das latitudes 40°S a 10°S. Além disso, na região sul da costa brasileira há uma zona de alta pressão e acima dela na região sudeste da costa nas áreas B,C,D e E há duas zonas de baixa pressão que surgem desde o sudeste da costa brasileira até o interior do Brasil sentido norte, além da atuação de uma ZCAS e uma depressão subtropical.

A carta da figura b é referente ao mesmo dia, às 21h de Brasília e tem semelhanças com a figura A pois os sistemas atmosféricos atuantes são quase idênticos e a ZCAS permanece atuando na região sudeste onde não há alterações relevantes.

Figura 30 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 24/01/2020 12h UTC; b) 24/01/2020 00h UTC

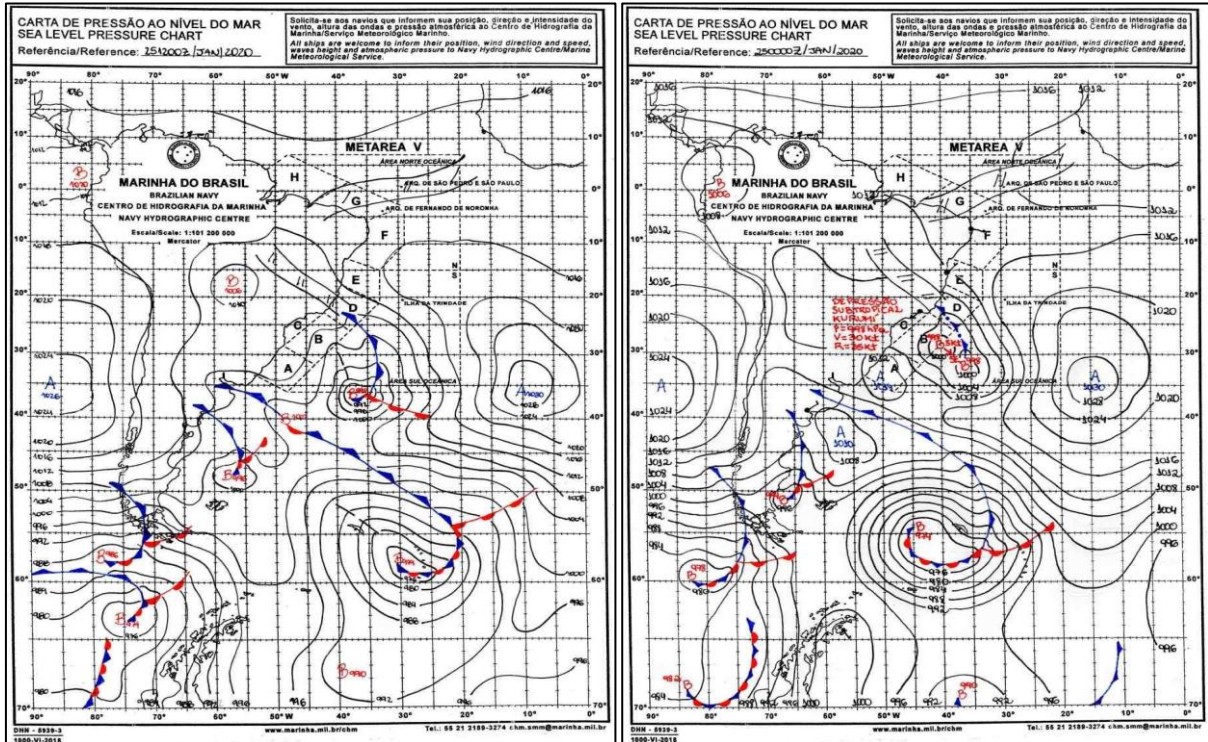


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A figura a é referente às 9h de Brasília do dia 24 de janeiro de 2020 onde é possível observar uma grande atuação de ZCAS na região sudeste junto com uma zona de baixa pressão que segue do sudeste do Brasil até a região norte. Próxima a ZCAS é possível notar uma tempestade subtropical Kurumí. Além das formação de uma zona de alta pressão na região do atlântico sul, das latitudes 10°S a 40°S e quatro zonas de baixa pressão das latitudes 50°S a 70°S.

A figura b é referente às 21h de Brasília do mesmo dia da figura A e segue exatamente os mesmos padrões atmosféricos onde se mantém a atuação das ZCAS na região sudeste e da tempestade subtropical Kurumí.

Figura 31 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 25/01/2020 12h UTC ; b) 25/01/2020 00h UTC

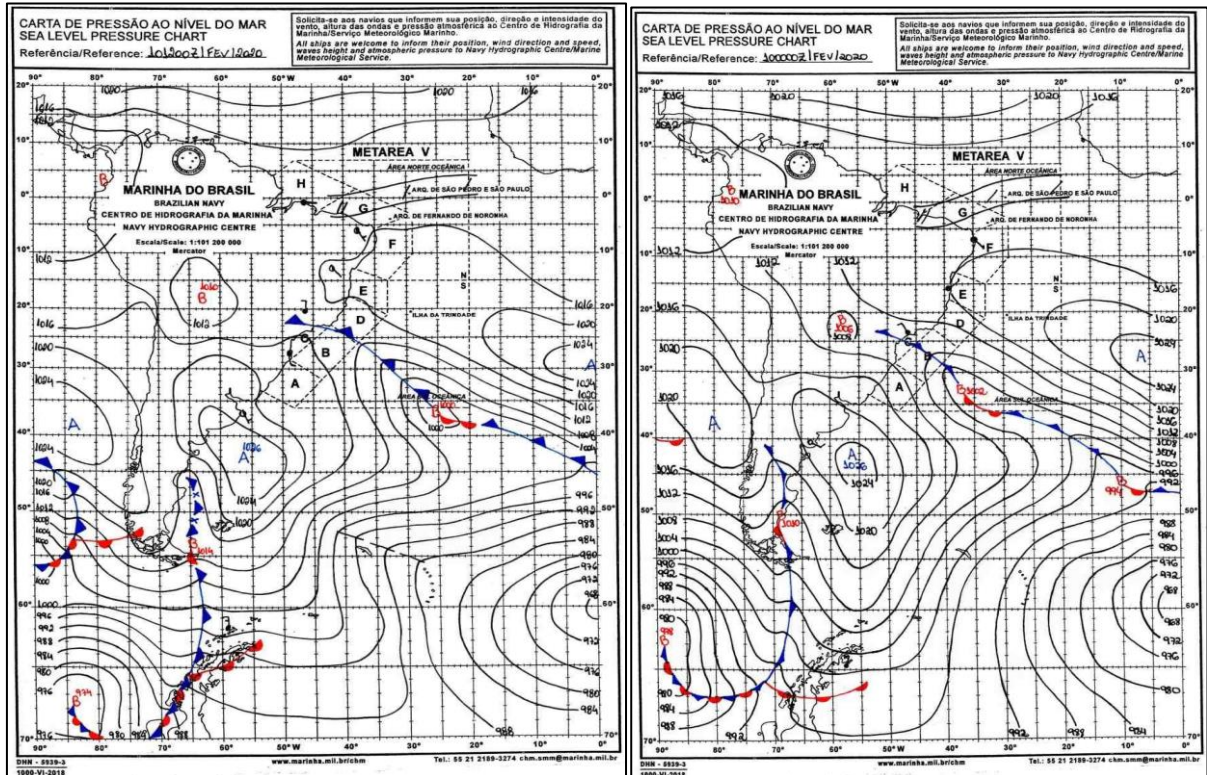


Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

A figura a é referente às 9h de Brasília do dia 25 de janeiro de 2020, onde é possível observar uma grande atuação de ZCAS na região sudeste junto com uma zona de baixa pressão que segue do sudeste do Brasil até a região norte. Além das formação de uma zona de alta pressão na região do atlântico sul das latitudes 10°S a 40°S e quatro zonas de baixa pressão das latitudes 50°S a 70°S.

A figura b é referente às 21h de Brasília do mesmo dia da figura A e segue exatamente os mesmos padrões atmosféricos onde se mantém a atuação das ZCAS na região sudeste e ocorre a depressão subtropical Kurumí.

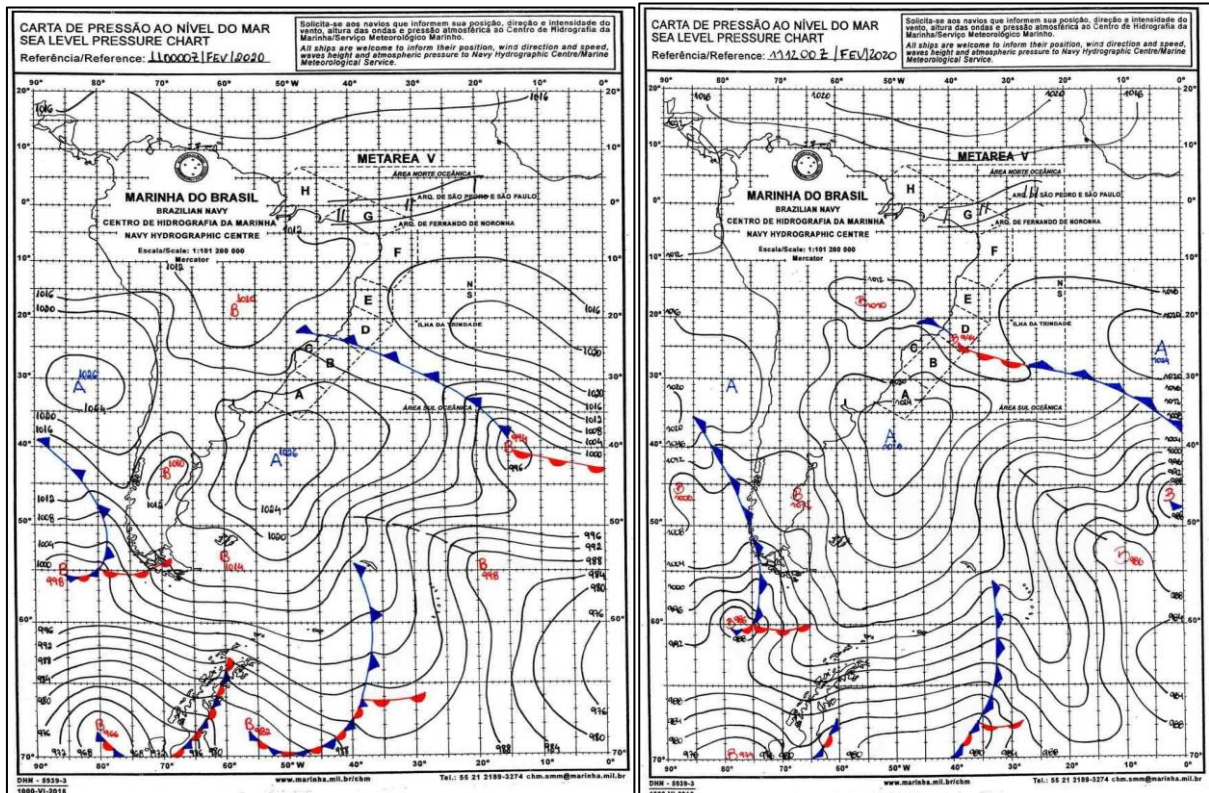
Figura 32 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 10/02/2020 12h UTC; b) 10/02/2020 00h UTC



Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

Tanto a figura a quanto a figura b apresentam semelhanças nos sistemas atmosféricos ocorrentes. A figura a se refere ao dia 10 de fevereiro de 2020 às 9h de Brasília e a B é do mesmo dia, porém às 21h de Brasília. O dia 10 de fevereiro antecede três dias do segundo episódio de inundação do mesmo ano no município de Cataguases. Nota-se em ambas uma zona de alta pressão na costa da Argentina e Uruguai sentido a região sul do Brasil, uma atuação de zona de baixa pressão ao longo de toda a costa brasileira com frentes frias sentido sudeste do Brasil até o interior e uma zona de baixa pressão na região centro-oeste. Além das características zonas de baixa pressão no interior das cartas, de latitudes 45°S a 70°S e a zona de alta pressão no atlântico sul de latitudes de 20°S a 40°S.

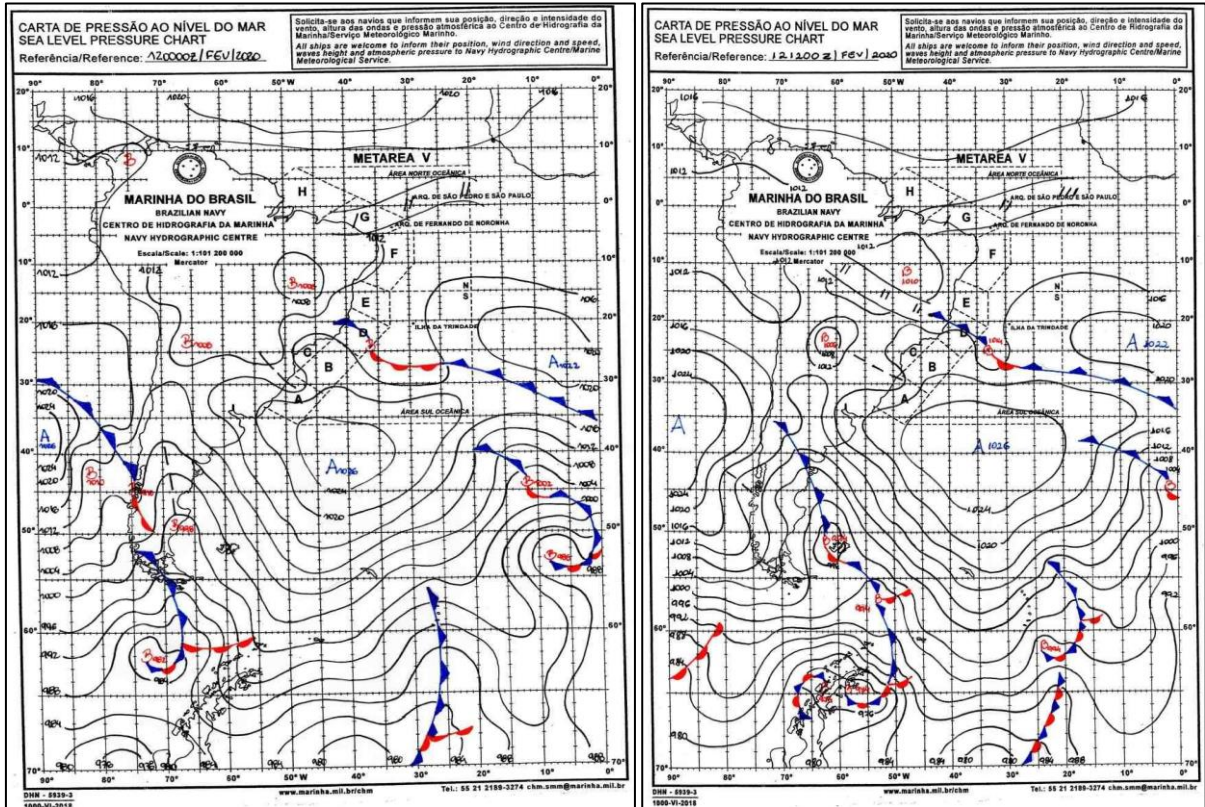
Figura 33 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 11/02/2020 12h UTC; b) 11/02/2020 00h UTC



Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-dosmm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

As cartas das figuras a e b são referentes ao dia 11 de fevereiro de 2020 sendo a figura a das 9h de Brasília e a figura b das 21h de Brasília. Ambas seguem características atmosféricas semelhantes com pequenas alterações, como na região interior da carta onde ocorrem diversas zonas de baixa pressão nas latitudes 50°S a 70°S e frentes estacionárias na região. Uma zona de alta pressão na figura A na costa do Uruguai subindo para a costa do sul do Brasil, que se mantém na figura B. Uma zona de alta pressão na região do atlântico sul e uma extensa zona de baixa pressão por quase todo o território brasileiro.

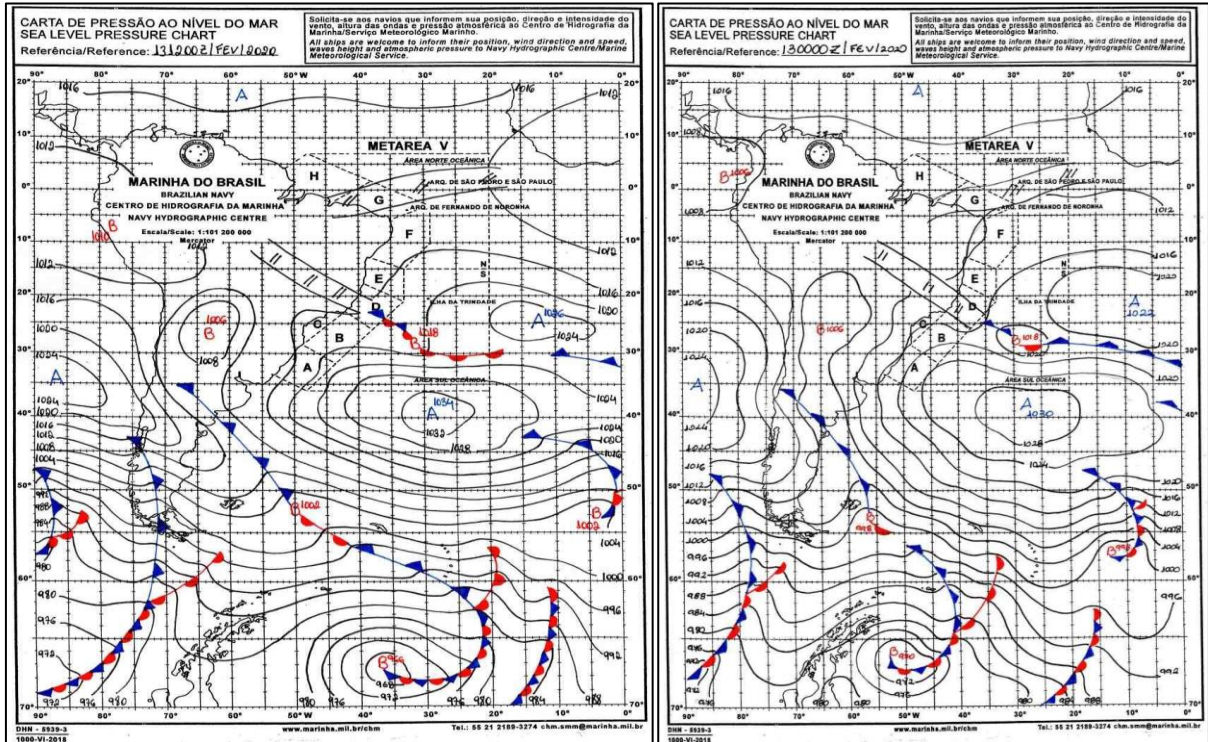
Figura 34 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 12/02/2020 12h UTC; b) 12/02/2020 00h UTC



Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

As figuras a e b são referentes ao dia 12 de fevereiro de 2020, sendo a às 9h de Brasília e a b às 21h de Brasília. Ambas seguem padrões atmosféricos próximos, considerando a área inferior da carta de latitude 45°S a 50°S diversas zonas de baixa pressão e a formação de frentes estacionárias e frentes frias seguindo direção a região sudeste do continente. Na área que abrange a costa da Argentina até a costa do Uruguai e do Brasil na região sul há uma extensa zona de alta pressão que vai até a área A,B,C,D e E da costa brasileira, e encontra com a outra zona de alta pressão na região do atlântico sul, nas latitudes 10°S a 40°S. Em território brasileiro há duas zonas de baixa pressão que se estendem por quase todo o país, uma zona com seu centro na região nordeste do Brasil estendendo-se até a região sudeste e centro-oeste, e uma zona de baixa pressão com seu centro próximo a Bolívia, estendendo-se a região norte do Brasil. Já na figura b, além de todas as informações semelhantes a figura A é a atuação de uma ZCAS na região sudeste do Brasil.

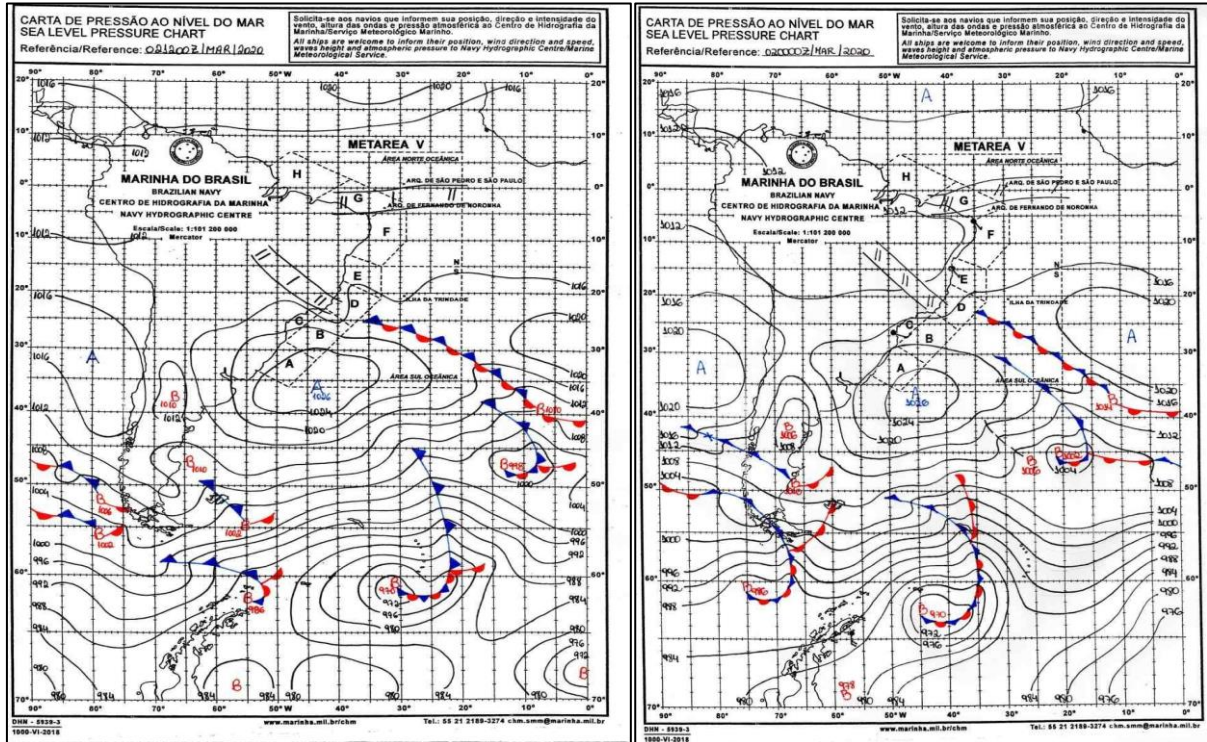
Figura 35 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 13/02/2020 12h UTC; b) 13/02/2020 00h UTC



Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

As cartas são referentes ao dia 13 de fevereiro de 2020, sendo da figura a às 9h de Brasília e da figura b às 21h de Brasília. Ambas seguem padrões atmosféricos semelhantes visto serem referentes ao mesmo dia, havendo apenas uma diferença de 12 horas de uma para outra. É notável uma característica comum observada também nas cartas anteriores de diversas zonas de baixa pressão nas latitudes 50°S a 70°S por toda a área inferior da carta, com formação de frentes estacionárias que desencadeiam frentes frias sentido a região sudeste e sul do continente, e uma zona de alta pressão extensa no atlântico sul da latitude 10°S a 40°S, ambas características foram constantemente observadas no presente trabalho. Entretanto, em ambas as cartas há uma zona de baixa pressão na latitude 30°S entre duas zonas de alta pressão, e essa zona de baixa pressão leva uma frente fria em direção a região sudeste do Brasil, onde atua uma ZCAS que permanece atuante em ambas as cartas, onde há uma zona de baixa pressão desde o Uruguai até a região sul do Brasil.

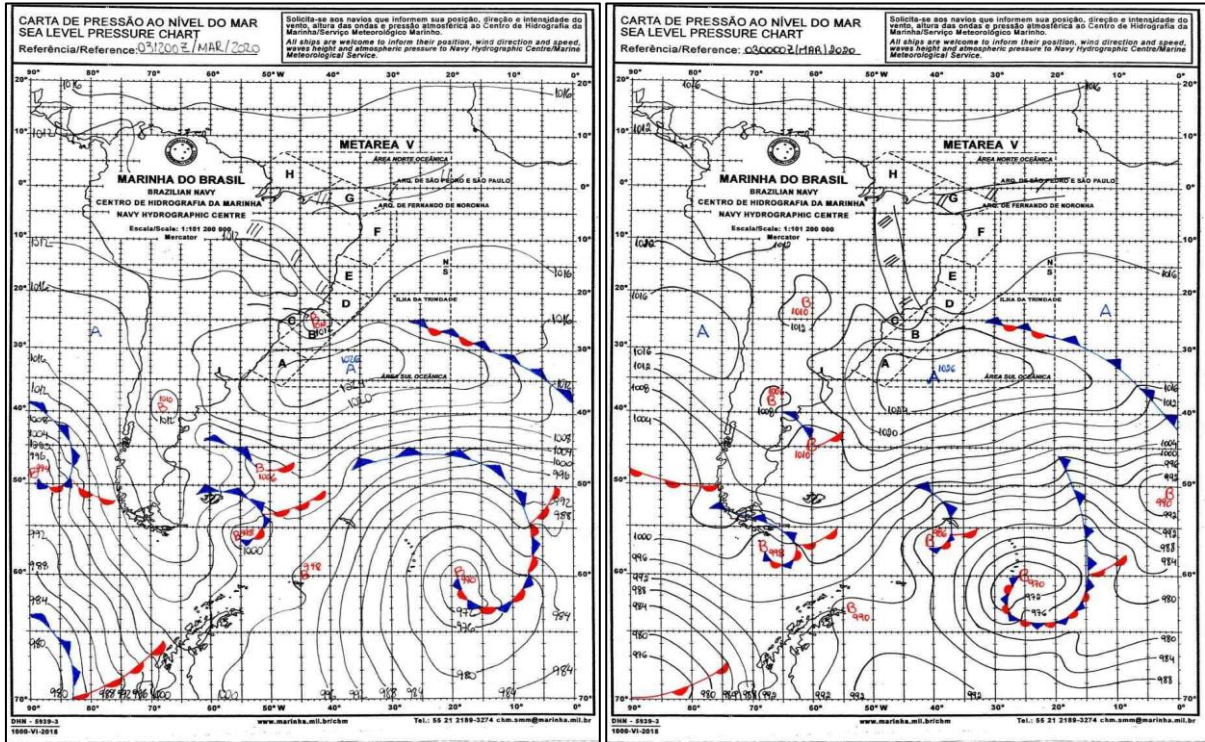
Figura 36 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 02/03/2020 12h UTC; b) 02/03/2020 00h UTC



Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

As figuras são referentes ao dia 02 de março de 2020. Três dias que antecederam o terceiro episódio de inundação no mesmo ano no município de Cataguases. A figura a é referente às 9h de Brasília, já a figura b às 21h de Brasília. As cartas possuem semelhanças em seus padrões atmosféricos considerando que a diferença de uma para a outra é de 12 horas. Em ambas é possível notar diversas zonas de baixa pressão nas latitudes 45°S a 70°S por toda a área inferior da carta, com formação de frentes estacionárias que desencadeiam frentes frias sentido a região sudeste e sul do continente e uma zona de alta pressão extensa no atlântico sul da latitude 20°S a 40°S. Na Argentina há uma zona de baixa pressão e logo em seguida próximo a região sul do Brasil há uma zona de alta pressão que segue até a região sudeste indo de encontro com uma frente fria que tem origem em uma zona de baixa pressão no atlântico sul, indo de encontro com uma ZCAS que atua na região sudeste do Brasil.

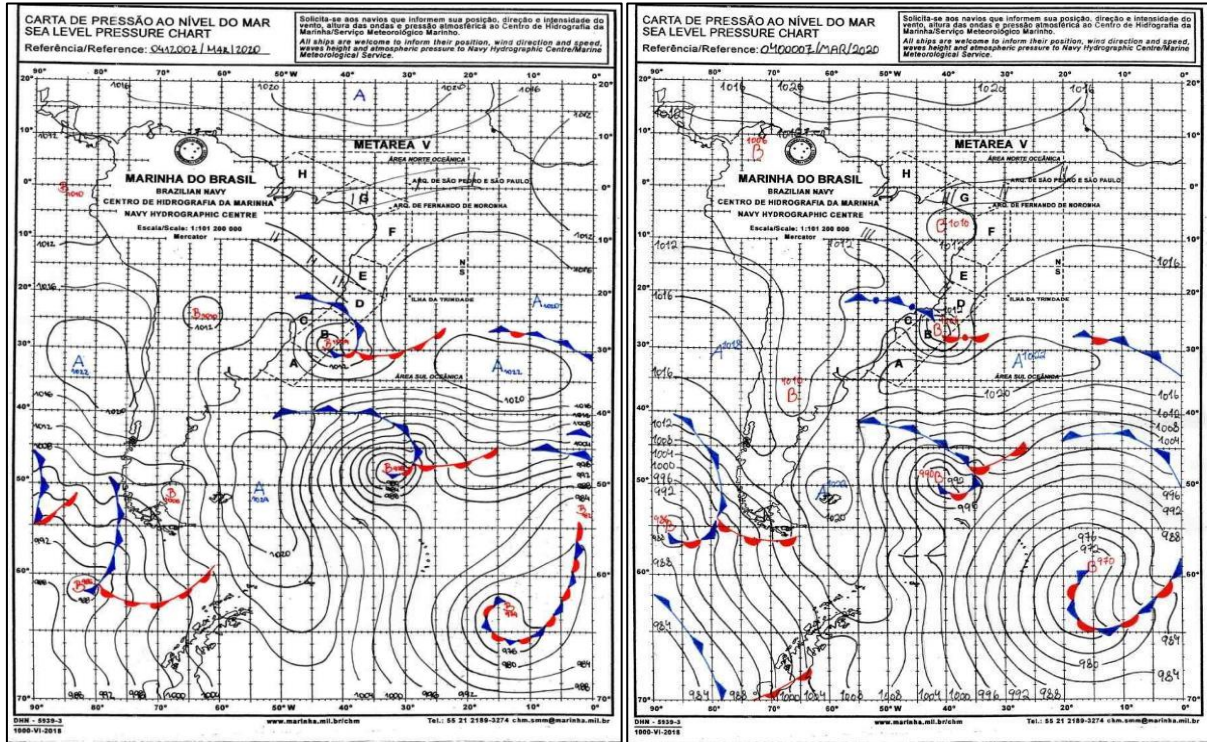
Figura 37 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 03/03/2020 12h UTC; b) 03/03/2020 00h UTC



Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

Ambas figuras são referentes ao dia 03 de março de 2020. A figura a às 9h de Brasília e a figura b às 21h de Brasília. As cartas possuem semelhanças por obterem apenas 12 horas de diferença. É possível observar diversas zonas de baixa pressão nas latitudes 45°S a 70°S por toda a área inferior da carta, com formação de frentes estacionárias que desencadeiam frentes frias sentido a região sudeste e sul do continente, e uma zona de alta pressão extensa no atlântico sul da latitude 20°S a 40°S. Uma zona de alta pressão se expandindo na costa brasileira nas áreas A,B,C e D. Nota-se também, duas zonas de baixa pressão no continente sendo uma na região próxima a Argentina e Uruguai e outra na região centro-oeste do Brasil. Além disso, observa-se a atuação de uma ZCAS indo da região sudeste do Brasil na costa brasileira até o norte do país, já na figura b essa ZCAS vai em direção à costa da área H.

Figura 38 – Cartas Sinóticas - Marinha do Brasil a) 04/03/2020 12h UTC; b) 04/03/2020 00h UTC



Fonte: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>.

As cartas são referentes ao dia 04 de março de 2020. As cartas seguem padrões atmosféricos próximos com pequenas modificações em seu comportamento, é possível observar a atuação de diversas zonas de baixa pressão nas latitudes 40°S a 70°S e uma zona de alta pressão extensa no atlântico sul da latitude 20°S a 40°S. Na costa brasileira, mais especificamente na região sudeste, nota-se uma intensa atuação de uma zona de baixa pressão, que gera frente fria para o interior do país. Além dessa zona de baixa pressão nota-se também a atuação de uma ZCAS que vai desde a área D da costa brasileira até a região norte do Brasil, padrão que permanece também na carta da figura B.

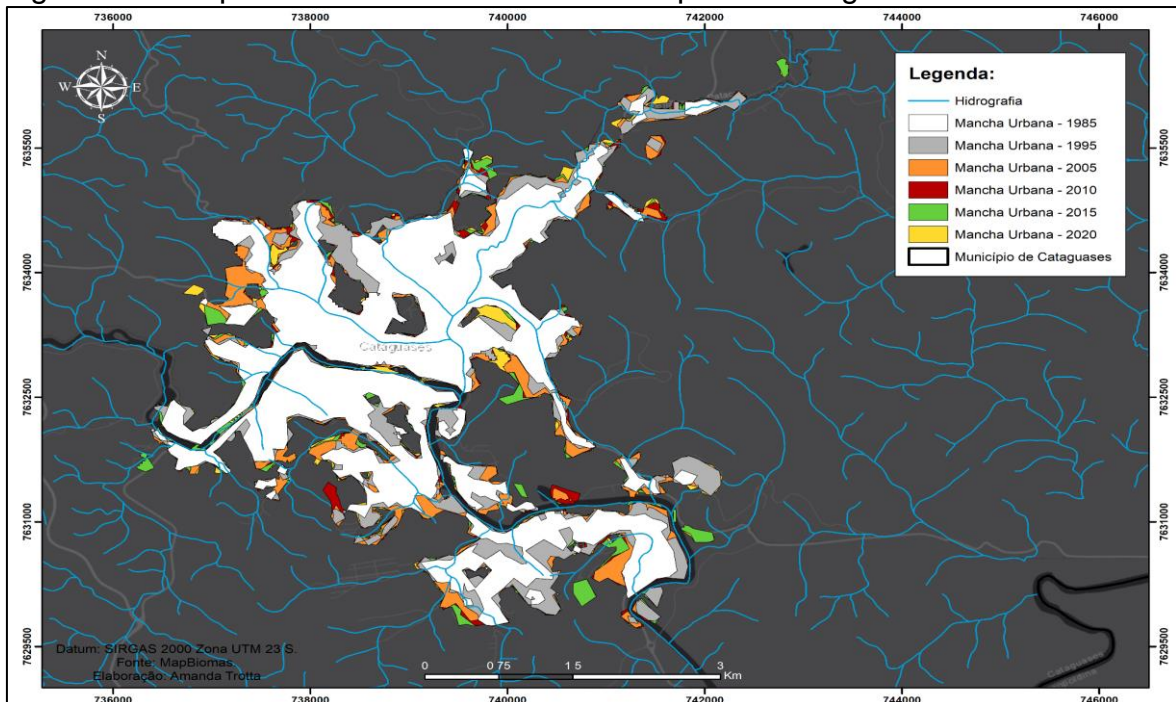
A partir das análises feitas pelas cartas sinóticas de todos os anos de maiores inundações dentro do período de análise de 2001 a 2021, um padrão foi notado em todas as cartas, a formação de zonas de baixa pressão sempre em latitudes de 40°S à 70°S e zonas de alta pressão em latitudes 20°S a 40°S, além da formação constante de zonas de baixa pressão no continente. Um outro fator observado é que as ZCAS foram presentes e atuantes nos principais dois anos de maiores inundações do município, 2008 e 2012. Como observado, em todos os casos de grandes inundações houve a influência da ZCAS nas precipitações causando impactos no município de

Cataguases, sendo eles os anos de 2008 e 2012 em que segundo dados de jornais e de artigos (Artêmio) foram as maiores inundações no município dentro dos anos de análise. Nesses dois anos as ZCAS causaram pelo menos três dias consecutivos de precipitações que colaboraram para que as inundações fossem excepcionais no município de Cataguases como nunca visto antes.

6.2. Análise da Expansão da Mancha urbana de Cataguases e sua Relação com o Número de Eventos de Inundações

Para compreender uma possível relação da expansão urbana e os impactos pluviométricos no município de Cataguases faz-se necessário analisar se houve de fato um crescimento relevante da mancha urbana capaz de contribuir com alterações na área. Como já citado no item 4.1 do presente trabalho, Cataguases deixou de ser uma cidade agrícola para tornar-se uma cidade industrial, portanto, a evasão de áreas rurais foi um movimento comum nos anos 1970 adiante. Para compreender como esse movimento alterou a paisagem urbana do município a figura abaixo será utilizada como instrumento de análise:

Figura 39 – Mapa da mancha urbana do município de Cataguases de 1985 a 2020



Fonte: A autora.

Nota-se que a mancha urbana do município de Cataguases ocorre em torno de seus dois principais rios, fator válido a observar na análise da expansão de mancha urbana (figura 39) ao longo dos anos, em que quase toda a margem do rio na área urbana é ocupada com propriedades e vias urbanas. A figura acima (figura 39), mostra a mancha urbana do município de Cataguases com diferentes simbologias nos anos de 1985, 1995, 2005, 2010, 2015 e 2020, a partir de dados disponibilizados pelo MapBiomas. A princípio, em 1985 é necessário contextualizar que foi um período em que o Brasil de maneira geral e também o município de Cataguases já havia passado pelo auge do processo de urbanização e industrialização, entretanto, permanecia em crescimento. Nesse período, segundo dados do MapBiomas utilizados para a elaboração dos presentes mapas, o município de Cataguases tinha uma extensão de mancha urbana de 8,886km², considerando que por volta de 1970 o Brasil passava pela crise do café e em Cataguases não foi diferente. Com a implantação de indústrias têxteis no município ocorreu um êxodo rural com pessoas em busca de melhores condições de vida e conseqüentemente, indo para as cidades. Já em 1995, o município de Cataguases passou a ter 11,218km² de mancha urbana, um total de 2,332km² a mais que em 1985, sendo interessante notar que como mostra o gráfico visto anteriormente (figura 3) a população urbana de 1991 era de 52.325 mil habitantes, enquanto a população rural era de 4.083 e assim como a mancha urbana aumenta em 1995, os números de população urbana também aumentaram nos anos 2000, indo para 59.366 residentes urbanos e 3.021 residentes rurais.

Já em 2005, o crescimento foi de 1,168km² a mais se comparado ao ano de 1995, passando a ter 12,386km² de área urbana no município. A partir disso, o processo de crescimento urbano passa a ser mais lento e menos relevante em curtos períodos de anos, como é perceptível ao vermos que no ano de 2010 o crescimento comparado ao ano de 2005 foi de apenas 0,297km², passando a ter 12,683km² de área urbana. Sendo menor ainda no ano de 2015 em que a área urbana cresceu apenas 0,49km² em relação ao ano anterior de análise indo para 13,173km². Em 2020, o crescimento urbano comparado a 2015 foi de 0,263km² passando a ter uma área de 13,436km², entretanto, se comparado ao ano de 1985, o crescimento da área urbana foi de 4,55km² em 35 anos de análise.

O município de Cataguases é geomorfologicamente ondulado e montanhoso. Encontra-se no domínio mares de morros (Aziz Ab'Saber) e como é visível ao observar o mapa de mancha urbana do município, a cidade se formou em torno do curso d'água

do rio Pomba e rio Meia-Pataca. Essa ocupação próxima aos rios tem relação com a geomorfologia regional que é caracterizada por relevo acidentado e dissecado, uma variação de áreas de vales e colinas, portanto, é natural que as regiões planas sejam ocupadas de forma mais intensa que outras regiões. Entretanto, a maneira como a ocupação urbana desordenada e sem planejamento ocorre pode ocasionar problemas. Como mostra Júnior e Santos (2013):

De acordo com o IPT (2006), as inundações ocorrem devido às alterações ambientais e intervenções urbanas geradas pelo homem, provocando o aumento do escoamento e conseqüentemente a elevação da vazão dos cursos hídricos, principalmente os urbanos. A inundação urbana é causada fundamentalmente pelo exacerbado aumento do escoamento superficial, geradas pelas altas taxas de impermeabilização do solo, o que por seguinte, gera a diminuição dos processos de infiltração e retenção de água. As inundações ocorrem quando a capacidade de escoamento superficial torna-se superior em relação ao escoamento dos corpos hídricos que drenam o meio urbano. Cabe destacar ainda, a diferença entre os conceitos de enchente (cheia) e de inundação. A enchente ocorre quando toda vez que ocorre uma precipitação, há uma gradativa elevação do nível de água sem que ocorra o transbordamento, uma vez que a vazão dos recursos hídricos aumenta significativamente por causa do escoamento superficial. Caso o aumento da vazão causar extravasamento, é gerada a inundação, ou seja, o curso hídrico se desloca do leito menor passando a ocupar o leito maior (JUNIOR; SANTOS, 2013, p. 25).

Portanto, a partir disso compreende-se que o planejamento urbano é de extrema importância para evitar impactos sociais, econômicos e ambientais. Além disso, repensar o município a partir do seu crescimento e tentar entender maneiras de reduzir os impactos a partir de soluções sustentáveis. No tópico a seguir, o presente trabalho mostra os impactos sofridos no município nos anos de maiores inundações.

6.3 Análise Episódica de Eventos intensos e seus Impactos

A partir de pesquisa realizada nos arquivos da Prefeitura Municipal de Cataguases e nos sites de notícias locais e regionais (Site do Marcelo Lopes, Estado de Minas, G1 - Zona da Mata e Jornal Cataguases) foi possível observar os impactos sofridos pela população cataguasense nos anos de grandes eventos de inundação dentro da linha do tempo de análise do presente trabalho (2001 a 2021). Os anos com maior índice de impacto pluviométrico foram 2008 e 2012 além do ano de 2020 em que o município enfrentou três enchentes durante três meses consecutivos.

Figura 40 – Notícia do G1 - Zona da Mata sobre as inundações nas cidades da Zona da Mata mineira no ano de 2008

19/12/08 - 07h27 - Atualizado em 19/12/08 - 12h29

Minas Gerais tem pior temporada de chuva dos últimos 30 anos

Nas cidades grandes e pequenas, a mesma tragédia. São mais de 40 municípios em situação de emergência.

Luiz Gustavo
Cataguases (MG)

Narrimann Sible
Brumadinho (MG)

Tamanho da
letra

A- A+

Subiu, encheu, destruiu e não baixou: a água alagou Minas Gerais. Foi muita chuva, temporais em todo o estado. E 41 cidades estão em situação de emergência.

Ruas viraram rios. Casas e carros inundados. Milhares de famílias desalojadas e muita destruição. O volume de água foi o maior dos últimos 30 anos, segundo a Defesa Civil.

Região central é totalmente atingida pela enchente

A chuva provocou destruição também em outras regiões de Minas Gerais. Em Muriaé, o rio subiu quatro metros. Arrancou parte de uma avenida e derrubou uma casa.

Em Ponte Nova, a inundação dividiu a cidade em duas. Na região central, totalmente atingida pela enchente, não se sabe o que sobrou do comércio. Postes foram arrancados. Oito em cada dez moradores de Divinópolis estão sem água. A estação de tratamento foi inundada pelo Rio Itapecerica, que subiu oito metros.

Segundo a Defesa Civil, esta é pior enchente em Cataguases nos últimos 30 anos. Mais de 48 horas depois da inundação, 70% das ruas continuam alagadas. Vizinhos e parentes agora passam o dia à espera de algum barco para levar água potável e comida para moradores que se recusam a sair de casa.

“Eu fui já voltei, estou indo de novo porque eles estão lá no sufoco eles e mais de mil pessoas em água e sem luz lá”, diz um mineiro.

O centro da cidade virou uma extensão do Rio Pomba, que transbordou. A água subiu rapidamente. Não deu tempo de salvar os móveis das casas, nem os carros que estavam nas ruas e nas concessionárias.

Todas as plataformas de embarque e desembarque da rodoviária de Cataguases estão inundadas e há sete carros praticamente submersos. A creche também foi fechada por causa da inundação.

Donativos que seriam mandados para Santa Catarina agora vão ficar na cidade.

Fonte: G1.

A notícia acima (figura 40) é do “G1” e fala sobre as grandes inundações de dezembro de 2008 que ocorreram não só na cidade de Cataguases mas também em

diversas outras cidades mineiras. Como cita a reportagem, a inundação de 2008 foi a maior desde a de 1979 no município de Cataguases com o rio Pomba atingindo a cota de 10 metros. A cidade de Cataguases tornou-se uma extensão do rio e diversas famílias foram afetadas, não só as residentes próximas aos rios, mas também proprietários de lojas e comércio na região central da cidade que ficou praticamente toda alagada.

A figura 40 é referente a inundação de dezembro de 2008 que ocorreu entre os dias 17 a 19 de dezembro, onde o nível do rio chegou a 10 metros. Entretanto, após quinze dias, o município de Cataguases enfrentou novamente problemas com as cheias.

Figura 41 – Notícia do Jornal Cataguases de Janeiro de 2009, após inundações em dezembro de 2008



Fonte: Jornal Cataguases.

Na notícia o jornal mostra a Avenida Meia Pataca completamente alagada e no seu título traz como destaque a volta da enchente no município próxima ao réveillon. Isso porque o município de Cataguases passou por duas cheias em um período de intervalo de quinze dias entre uma e outra. As cartas sinóticas analisadas do ano de 2008 (figuras 20,21,22 e 23) são referentes a grande inundação no mês de dezembro de 2008 em que o rio Pomba chegou a 10 metros de altitude, sendo a maior inundação vivenciada pelo município até os dias de hoje. Entretanto, quinze dias depois a população cataguasense passou por outra cheia, de escala menor, em que segundo a notícia no “Jornal Cataguases” (figura 41) o rio Pomba chegou a 6 metros de altitude atingindo somente áreas mais próximas aos rios.

Figura 42 – Notícia de janeiro de 2012 do Jornal Cataguases

Esta edição • 4 de janeiro de 2012

Cataguases 3

Enchente

Defesa Civil estima em trinta mil o número de atingidos pelas águas

de Vera Lucia Maciel

O Prefeito William Lebo, de Almeida decretou na tarde de terça-feira, dia 3, Estado de calamidade Pública no município, em função dos danos ocorridos pela enchente que atingiu Cataguases nos dias 2 e 3 de janeiro, deixando 850 pessoas desabrigadas e 8 mil deslocadas. As fortes chuvas que caíram na cidade e região levaram ao transbordamento do rio Pomba, que chegou na noite de segunda-feira a quase 8 metros e meio acima de seu nível normal. Com ruas e avenidas alagadas, foi acionado o plano de contingência, mobilizando secretarias municipais, instituições públicas e privadas, Polícia Militar e Civil, Corpo de Bombeiros e voluntários para chegar aos moradores que ficaram ilhados em suas residências, e atender aqueles que foram acolhidos nos onze abrigos providenciados pela Prefeitura, por meio da Secretaria Municipal de Assistência Social.

Como parte das ações, a Prefeitura deve enviar nos próximos dias ao governo de Minas a Avaliação de Danos (Avadan). O documento está sendo elaborado pela Defesa Civil com apoio das Secretarias Municipais de Administração, Assistência Social, pelo Corpo de Bombeiros e Polícia Militar de

tamento oficial vão constar o número de desalojados e desabrigados, os prejuízos a bens públicos, como estradas, ruas, avenidas, além da destruição ou danos em pontes.

Durante a noite de segunda-feira e ao longo de terça, o trânsito ficou impedido nas entradas e saídas da cidade. Em Barão de Camargos, a ponte de acesso ao município foi interditada temporariamente pelo Corpo de Bombeiros para transportes pesados, uma decisão tomada após vistoria técnica da Secretaria de Obras de Cataguases. Para atender às famílias foram criados abrigos emergenciais nas Escolas Municipais Flávia Dutra, Monsenhor Solindo, Darcília Guimarães, Turminda da Mônica, Follinha Verde, Francisco Rodrigues de Almeida, Maria José Peloso, na Capela do bairro Disco Leite, no povoado da Lajinha e na Escola João XXIII.

O rio Pomba atingiu o seu pico na madrugada de terça, quando alcançou 8,30 metros, causando transtornos em várias áreas do centro da cidade e bairros, inclusive na zona rural, deixando os distritos de Aracati e Vista Alegre completamente alagados. Diante da situação, a Prefeitura desenvolveu uma operação intensa de resgate de pessoas e transporte de cargas, barcos e com apoio de um helicóptero do Corpo de Bombeiros. No mesmo dia, o Prefeito William e o Comandante do 4º Batalhão de Bombeiros, Tenente Coronel Anderson Esteves, sobrevoaram os distritos e as áreas mais afetadas. Somando a força tarefa de socorro às vítimas, homens da 146ª Companhia Especial da Polícia Militar estiveram presentes, contando ainda com apoio da 6ª Companhia Independente de Polícia Militar do Estado de Minas Gerais, sob o comando do Major Claudio Nazário.

Como espaço ao comércio, que ficou fechado durante boa parte da semana devido ao alagamento na Praça Governador Valadares e Vila Domingos Lopes, algumas medidas também vão ser tomadas pela Prefeitura, por meio da Secretaria Municipal de Indústria e Comércio. Conforme afirmou o titular da pasta, Newton Dutra, os esforços vão ser direcionados à busca do crédito a juros menores para aqueles que necessitarem. O Secretário não descartou a possibilidade de o município acionar mais uma vez o Programa Emergencial de Socorro às Empresas e Cooperativas Afetadas por Inundações - Fundo/Solidário, um programa do Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), que oferece

Terça-feira: comércio fechado, na rua Tenente Luiz Hübner

Distrito de Vista Alegre tomado pelas águas

Fonte: Jornal Cataguases.

A notícia acima do “Jornal Cataguases” (figura 42) é referente a janeiro de 2012; ano em que um dos grandes eventos de inundação também ocorreu. Quatro anos após o evento de 2008. Na notícia, o jornal destaca o número de atingidos pela inundação, uma estimativa de trinta mil pessoas considerando que, no censo de 2010 a população cataguasense era de 69.757 pessoas, tendo quase metade da população cataguasense atingida de alguma forma pelas inundações no município. A notícia também mostra que o nível dos rios chegou a 8,30 metros. Nas figuras abaixo, é possível observar como os distritos do município também foram impactados com as inundações.

Figura 43 – Jornal Cataguases de janeiro de 2012



Fonte: Jornal Cataguases.

A notícia mostra (figura 43) que além das quarenta casas atingidas pela inundação houve também queda de encostas nas estradas que ligam os distritos a Cataguases impedindo o transporte e escoamento da produção leiteira gerando um enorme prejuízo econômico para os produtores de leite.

Figura 44 – Jornal Cataguases – janeiro de 2012



Fonte: Jornal Cataguases.

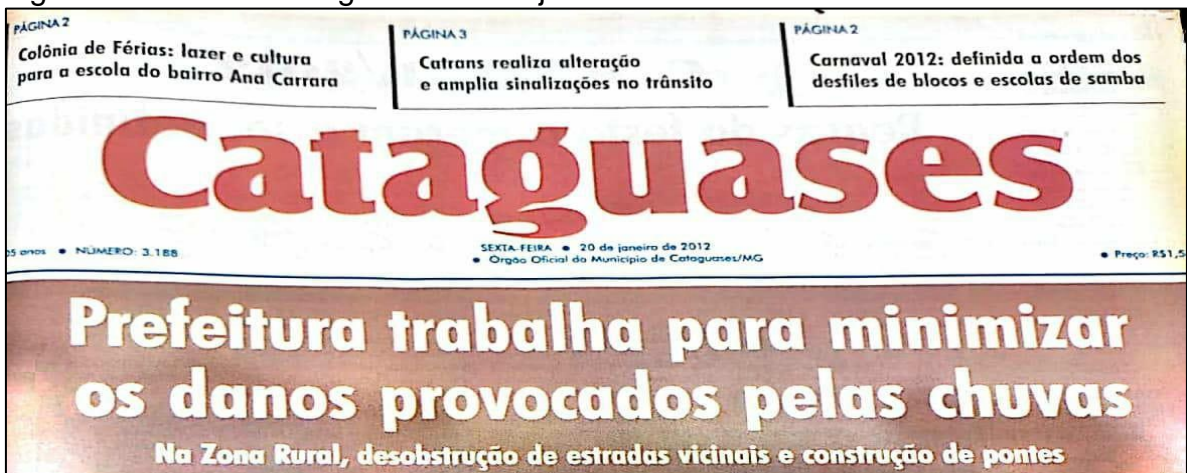
Figura 45 – Jornal Cataguases janeiro de 2012



Fonte: Jornal Cataguases.

Na notícia acima (figura 45) é possível ver fotos de diversos pontos da cidade inundados além de imagens da defesa civil e da polícia militar trabalhando para auxiliar os moradores afetados, também o helicóptero levando mantimentos para ajudar a população que ficou desalojada por conta das inundações.

Figura 46 – Jornal Cataguases 20 de janeiro de 2012



Fonte: Jornal Cataguases.

Aqui é possível observar que após quase dezessete dias de inundação, o município ainda passava por problemas causados pelas chuvas, além dos prejuízos sociais causados à população ocorre também prejuízos urbanos e econômicos para o município, que, ano após ano precisa passar por processos de reconstrução quando as inundações geram destruições.

Figura 47 – Estado de Minas, 05 de janeiro de 2012

Seções ESTADO DE MINAS Gerais

Assine Entrar

Mais de 8 mil pessoas são retiradas de casa em Cataguases, na Zona da Mata

Moradores de vários municípios da região sofrem com as cheias dos rios Pomba, Muriaé e Piranga

Paula Sarapu
postado em 05/01/2012 06:00 / atualizado em 05/01/2012 06:00

Dois municípios da Zona da Mata, Dona Euzébia e Cataguases, decretaram estado de calamidade pública. Algumas cidades ainda registram alagamentos, têm o abastecimento de água comprometido e sofrem com a falta de energia elétrica. Em Guidoal, a ponte de acesso à cidade foi destruída pelas águas do Rio Pomba e só uma estrada de terra, para Visconde do Rio Branco, serve de acesso ao município, com um desvio de 50 quilômetros.

Em Guidoal, águas começaram a baixar, mas os prejuízos são muitos
(foto: Lúcia Sabe/Imprensa MG)

CONTINUA APÓS A PUBLICIDADE

Fonte: Site Estado de Minas.

O site de notícias “Estado de Minas” (figura 47) fez uma matéria no dia 05 de janeiro de 2012 (figura47) informando que mais de oito mil pessoas tiveram que sair de suas casas por conta das chuvas no município de Cataguases considerando pessoas afetadas pelas inundações bem como pelos riscos de deslizamento. Situação que além de gerar perda material, gera também abalos emocionais na vida da população afetada.

Figura 48 – Site do Marcelo Lopes em 21 de janeiro de 2020

Em 21/01/2016 às 20h52 | Atualizado em 27/07/2018 às 17h22

Cataguases está em estado de alerta com rio Pomba a 4,5 metros acima do nível

Informações foram atualizadas pelas Defesa Civil. Uma árvore caiu agora a pouco na rodovia Cataguases-Leopoldina, próximo ao Motel Mira-ai

[Curtir 7](#) [Tweetar](#) [RSS](#)



O rio Pomba nesta tarde de quinta-feira, 21 de janeiro, quando seu nível estava em 4,35 metros

Fonte: Site do Marcelo Lopes.

A notícia do “Site do Marcelo Lopes” (figura 48) mostra o rio pomba em estado de alerta com 4,35 metros. O nível do rio chegou a nove metros de altitude acarretando diversos problemas no município e desalojando várias famílias.

Figura 49 – Site do Marcelo Lopes 13 de fevereiro de 2020

Após dezenove dias Cataguases volta a conviver com a enchente
Desta vez há registros de desmoronamentos em alguns bairros da cidade.

13 de fevereiro de 2020 - 18:29 -
 Atualizado em 13/02/2020 às 18:30



Apreensão e expectativa de que uma enchente na mesma proporção da registrada no último dia 25 de janeiro se repita em Cataguases, marcou esta quinta-feira, 13 de fevereiro. Dezenove dias após ter vivenciado uma enchente em que as águas do rio Pomba, que corta a cidade, chegou a nove metros, inundando uma grande parte do município, desta vez a população começou a se mobilizar mais cedo e começou a retirar o que podia de casas e de estabelecimentos comerciais a fim de minimizar eventuais perdas.

Fonte: Site do Marcelo Lopes.

Nessa notícia (figura 49) o enfoque se dá pela segunda inundação no mesmo ano em um período de dezenove dias. Temos a apreensão por parte dos moradores de que as cheias ocorram de forma intensa como na primeira enchente do ano. Entretanto, a popula o já preparada retirou seus pertences das casas e comércios com intuito de minimizar os impactos e possíveis perdas materiais.

Figura 50 – Site do Marcelo Lopes, 04 de março de 2020



Fonte: Site do Marcelo Lopes.

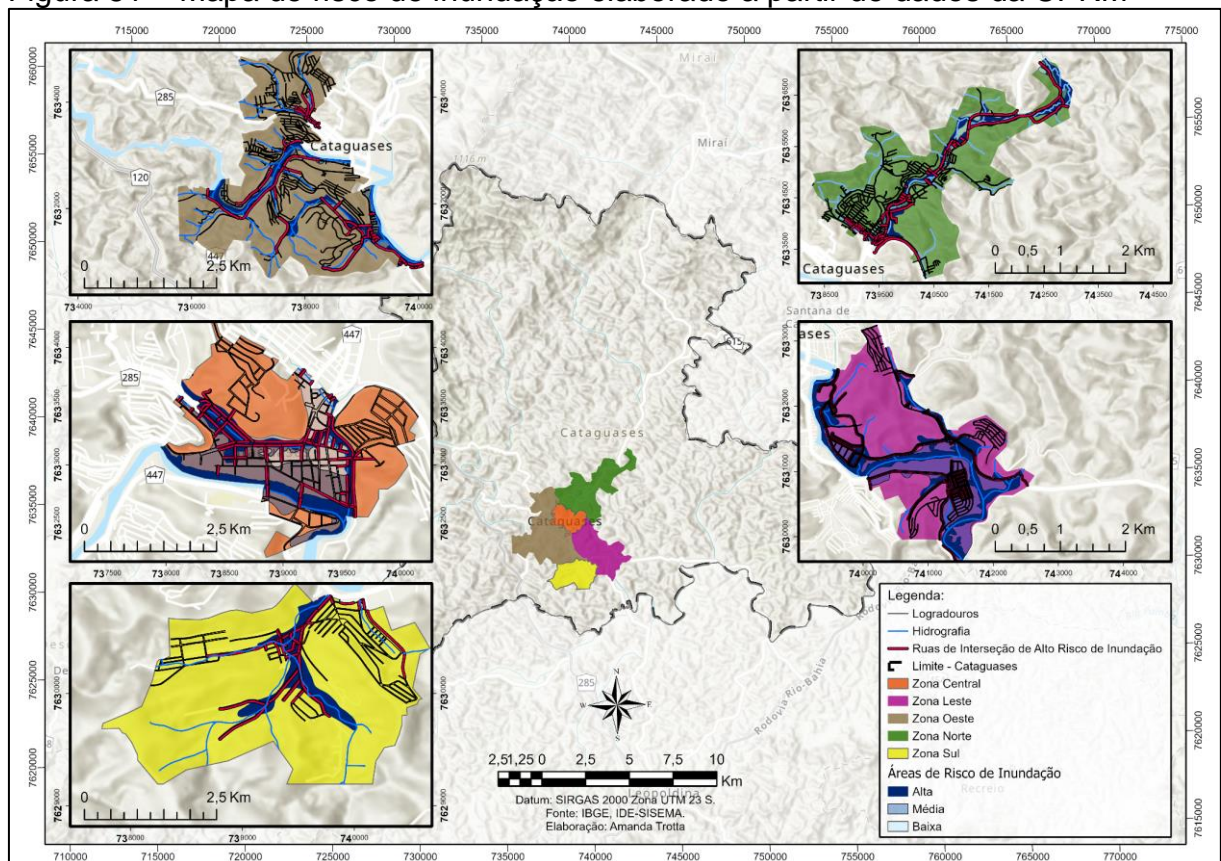
Passando para a terceira inundação seguida em menos de três meses como mostra a notícia acima (figura 50) da Avenida Meia Pataca inundada. Como já visto em imagens anteriores de enchentes de 2008 e 2012 sendo evidente que é uma situação já comum para a população cataguasense. Entretanto, a semelhança entre todos esses eventos intensos ocorridos no município é que foi possível notar em todos eles a atuação da ZCAS na região Sudeste do Brasil nos dias antecedentes às inundações ou durante as mesmas. Fator esse que colabora para intensos pluviométricos visto que as ZCAS contribuem na instabilidade atmosférica e nebulosidade.

6.4 Identificação de Área de Risco na Mancha Urbana de Cataguases

Ao observar as fotos das inundações nos tópicos acima é possível notar que grande parte da área central do município fica inundada em todos os anos com

grandes inundações e isso ocorre justamente porque como já falado durante o presente trabalho, o município se urbanizou a partir do entorno dos dois rios principais; Pomba e Meia-Pataca. Entretanto, além da região central vista nas fotos e notícias há outras zonas do município que também sofrem com as inundações, desalojando famílias e interrompendo o fluxo de comércios e deslocamento no município. Na figura 51 é possível observar as zonas do município em que ocorrem inundações bem como as ruas que são de alguma maneira afetadas pelas cheias em variados níveis de risco, sendo eles baixo, médio e alto. Entretanto, essa figura foi elaborada a partir de dados da CPRM que consideram além das cheias dos rios, dados de enxurradas.

Figura 51 – Mapa de risco de inundação elaborado a partir de dados da CPRM



Fonte: A autora.

No mapa da figura 51 que mostra o risco de inundação realizado a partir dos dados disponibilizados pela CPRM é possível notar que há registros de risco de inundações e enxurradas em todas as zonas do município de Cataguases, desde a zona norte até a zona sul. Além dos dados de áreas de inundação em níveis baixos, médio e alto, foram também demonstradas as ruas que fazem interseção com áreas de alto risco de inundação. É observado que em todas as zonas há ruas que

possivelmente são inundadas e que têm parte de seu trecho interditado pelas inundações. Esse fator evidentemente prejudica o deslocamento no município, além dos demais impactos causados pelos eventos econômicos, ambientais e sociais. Os dados de risco de inundação da CPRM são gerados a partir de modelagem com a utilização de softwares de modelo como HEC-RAS, além da pesquisa em campo. Ao analisar a figura 51 é possível observar que grande parte da zona central é afetada pelos riscos de inundação em seus variados níveis, baixos, médios e altos, e há um total de trinta e uma ruas que fazem interseção com áreas de inundação de alto risco, considerando que quase toda a região central que é tomada pelas inundações, seja de alto risco a médio e baixo.

Na zona oeste é possível observar que grande parte das áreas que possuem risco de inundação, estão classificadas majoritariamente como alto risco e os mesmos trechos que acompanham o alto risco classificam-se em áreas que possivelmente sejam de altitude mais elevada com índice de médio risco de inundação. O número de ruas da zona oeste que fazem interseção com áreas de alto risco de inundação é de dezoito ruas, número também relevante ao pensar que são ruas que de alguma forma se conectam com áreas de alto risco de inundação. É importante reforçar que a Rua dos Operários e a Avenida Nicolau Siervi são umas das principais avenidas da zona oeste que dá acesso para o município de Cataguases e também leva a saída do mesmo sentido Rio de Janeiro, Juiz de Fora e Leopoldina.

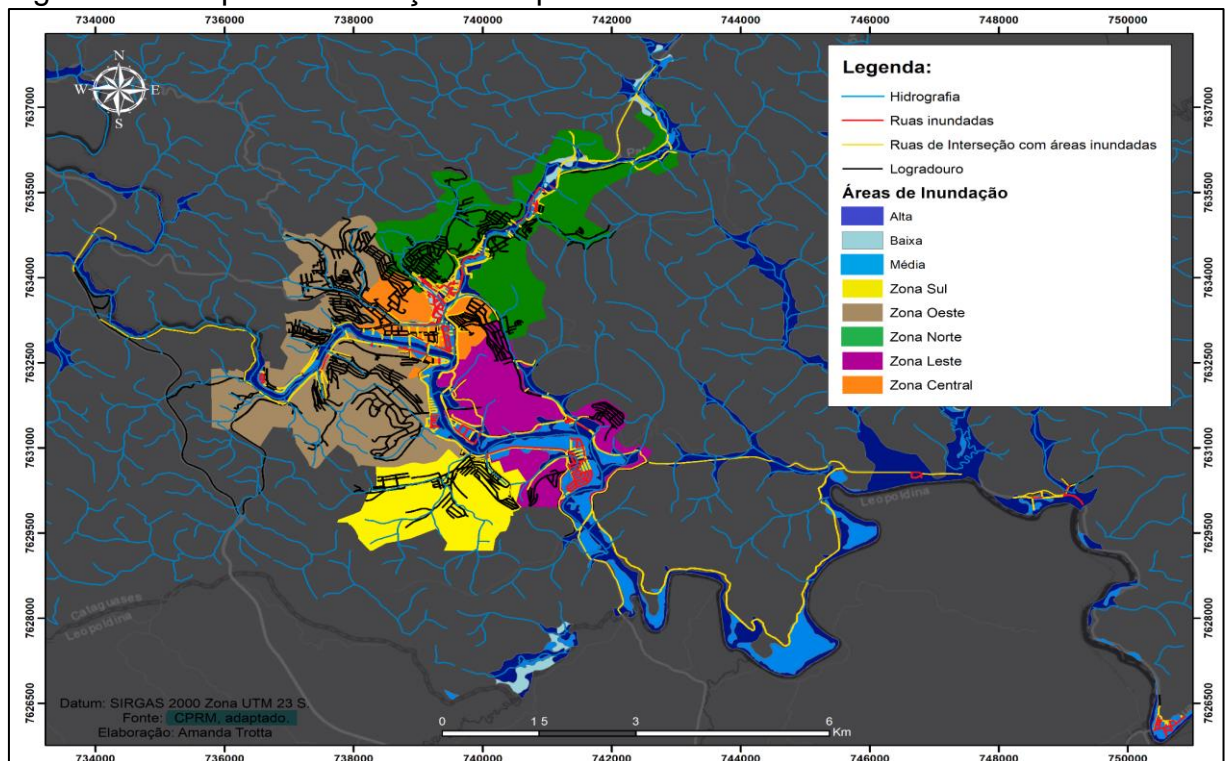
Na zona norte também há majoritariamente mais áreas de alto risco de inundação e médio risco que áreas de baixo risco. Entretanto, há algumas pequenas áreas de baixo risco bem acima da região norte. Na zona norte, a contabilização de ruas que fazem interseção com áreas de alto risco de inundação, a partir do mapa com os dados da CPRM, são vinte e cinco ruas, sendo novamente um número considerável. Além disso, essa região é uma das possibilidades para se sair e chegar ao município de Cataguases, sentido Muriaé.

A região da zona leste possui tanto áreas com alto risco de inundação como de médio risco e de acordo com o mapa de inundações realizado a partir de dados da CPRM, em torno de trinta e cinco ruas são afetadas de alguma forma pelas áreas de alto risco de inundação, onde há a possibilidade de ser um número menor ou maior visto que, os dados foram gerados a partir do software Qgis.

A zona sul é uma das áreas menos afetadas segundo dados da CPRM tendo apenas dezesseis ruas prejudicadas de alguma forma pelas áreas de alto risco de

inundação. Entretanto, os dados da CPRM são levantados a partir de modelagem e campo considerando também áreas de inundações, regiões que alagam somente com fortes chuvas por má impermeabilização do solo e não considerando somente áreas alagadas pelos rios, logo, uma adaptação dos dados foi realizada a partir de notícias, fotos e informações das inundações que ocorreram no município ao longo dos anos para realizar um mapeamento possivelmente mais assertivo que trate somente das inundações causadas pelos rios do município.

Figura 52 – Mapa de inundações adaptado da CPRM



Fonte: A autora.

O mapa acima (figura 52) foi realizado a partir de dados disponibilizados pela CPRM e modificado de acordo com a análise de notícias e fotos dos períodos de inundação no município de Cataguases. É possível observar alterações relevantes se comparado ao mapa anterior (figura 51) elaborado somente a partir dos dados da CPRM, sem adaptações. No mapa acima (figura 52) além das áreas inundadas adaptadas também foram analisadas ruas que fazem interseção, ruas que ficam de fato inundadas, tanto em contexto de alto risco como de médio risco. Na zona central do mapa adaptado (figura 52) diferente do mapa com os dados da CPRM (figura 51) somente onze ruas ficaram completamente inundadas ou tem trechos inundadas, diferente dos dados extraídos pela CPRM sem adaptação que em torno de trinta e

uma ruas fariam interseção com áreas de alto risco de inundação. Além disso, é importante demonstrar que somente as áreas inundadas pelas cheias dos rios são consideradas na presente análise a partir dos dados observados nas notícias de jornais e fotos.

Na zona oeste há trechos relevantes que são acarretados pelas inundações em médio e alto risco, como duas ruas principais que dão acesso à saída e entrada do mesmo; A Rua dos Operários e a Avenida Nicolau Siervi localizadas próximas ao bairro Vila Minalda. Além disso, o bairro Beira Rio também sofre recorrentemente as inundações nas ruas sem saída próximas ao rio. Após a Avenida Veríssimo Mendonça, às ruas quase sempre sofrem com as cheias e inundações considerando também que o rio Pomba possui pouquíssima área de mata ciliar em seu curso d'água ao longo da mancha urbana no município o que evidentemente resulta em maiores impactos urbanos.

Já na zona norte, as características seguem bem próximas em ambas as figuras havendo apenas uma queda de vinte e cinco ruas afetadas para vinte e duas ruas, sendo um número relevante mesmo que a zona contemple diversos bairros, além disso, como já citado anteriormente é uma área importante para acesso ao município.

Já na zona leste foram identificadas dez ruas que de alguma forma sofrem com as inundações em níveis altos e médios com um número bem menor se comparadas ao mapa da figura 51 em que eram por volta de trinta e cinco ruas. Essa região também é uma zona importante por ser área de acesso ao distrito de Aracati.

Na zona sul, completamente diferente do resultado anterior, não há identificação de áreas inundadas pelos rios em períodos de cheias considerando que grande parte da região está em áreas de maior declividade e não há tanta proximidade dos rios.

A tabela abaixo mostra os bairros que compõem cada zona do município e os nomes das ruas identificadas nos processos de inundação a partir de imagens divulgadas na internet, notícias de jornais e também vídeos.

Quadro 1 – Quadro realizado a partir da análise de fotos e notícias de jornais, além da análise do mapa adaptado da CPRM

| Zonas | Bairros | Ruas com trechos ou completamente inundadas |
|--------------|--|--|
| Zona Central | Centro, Jardim Bandeirantes 2, Menezes, Morada da Serra, Imigrantes e Bela Vista. | Rua Nogueira Neves; Rua Major Vieira; Av Rotary; Rua João Braga; Rua Leônidas Peixoto; Av. Meia Pataca; Rua José Almeida Kneip; Rua Tenente Furtado; Rua Dr. Francisco de Barros; Tv. São Vicente de Paula; Rua Dr. Lôbo Filho; |
| Zona Norte | Menezes, Independência, Haidee Fajardo, Thomé, Sebastião Adolfo, Sol Nascente, Floresta, Ponte Alta, Pampulha, São Diniz, Marote, São Sebastião, Popular, Pouso Alegre, Bom Retiro, Vila Reis e Vila Domingos Lopes | Rua Antônio Alexandre; Rua Camilo Nogueira da Gama; Av. Meia Pataca; Rua José Duarte; Rua Leônidas Peixoto; Rua Ondina Carvalheira Peixoto; Rua Guiomar Furtado; Rua Serafim Spíndola; Rua Artur Cardoso; Av. Eudaldo Lessa; Rua Fernando Peixoto; Rua Pascoalina Riguete; Rua Reinor Rabelo Reis; Rua Otávio Jorge; Rua Manoel Machado Júnior; Rua João Cruz; Rua Elza Peixoto; Av. Sizenando Dutra de Siqueira; Rua Joaquim Oliveira Martins; Rod. Valdir Freitas; Estr. São Pedro |
| Zona Leste | Santa Cristina, Justino, Carijós, São Vicente, Riguete, Taquara Preta, Distrito Industrial, São Cristóvão e São Marcos | Av. das Flores; Av. Oscarina; Av. Vargem Alegre; Rua Alameda dos Colibris; Rua Dona Flor; Rua Espera Feliz; Rua Cassiano; Av. José Costa Cruz; Av. Antônio Justino |
| Zona Oeste | Bonsucesso, Ana Carrara, Leonardo, Vila Minalda, Primavera, Paraíso, Beira Rio, Bom Pastor, Dico Leite, Centenário, Jardim, Imê Farage, Guanabara, Izabel Tavares, Fátima, Granjaria, Recanto das Palmeiras, Horto Florestal 1, Horto Florestal 2, Miguel, Colinas e Jardim Bandeirantes 1 | Av. Veríssimo Mendonça; Rua Clélia Dutra; Rua Sadi Mendonça; Rua Geraldo Silva; Rua Nascimento de Souza; Av. Manoel Inácio Peixoto; Rua Luiz Pinto da Silva; Rua Valter Santos de Carvalho; Av Nicolau Siervi; Rua dos Operários; Rua Maria Schettini; Rua José Custódio Araújo; |
| Zona Sul | Cidade Nova, Ibraim, São Pedro e Santa Clara | Nenhuma |

Fonte: A autora.

Por fim, ao comparar as imagens geradas a partir dos dados disponibilizados pela CPRM e analisar os mapas com adaptações e sem adaptações, é possível observar que o padrão se mantém e que a cidade por ser ocupada em torno do curso d'água acaba sofrendo de maneira intensa com os impactos pluviométricos no município. Mesmo bairros que não sofrem com as inundações de alguma forma são prejudicados pela falta de acesso a outras regiões e por interceptação de ruas que são essenciais para o deslocamento.

7 Considerações Finais

O município de Cataguases sofre com inundações há anos e nos últimos 20 anos passou por dois grandes eventos de inundação, sendo um deles o maior identificado até hoje no município. A partir disso, compreender o processo de urbanização da cidade, a região em que o município está localizado, a geomorfologia do município e os sistemas atmosféricos responsáveis por influenciar a área são fatores que nos ajudam a entender o porquê de inundações serem quase um problema crônico para a cidade, bem como observar o quanto os processos de urbanização de maneira desordenada colaboram para que os impactos pluviométricos tenham ainda mais riscos para a população local.

A região em que o município de Cataguases está inserida é caracterizada como domínio morfoclimático mares de morros que é um relevo montanhoso e ondulado e que é climaticamente classificado como Aw (Koppen) tropical com verões quentes e úmidos. Localizada na Zona da Mata mineira, a região sofreu por anos com o desmatamento para a produção de café, áreas de pastagens, ocupação para construção de cidades, áreas industriais e afins o que acarretou diversos problemas como a falta de mata ciliar próximo ao curso d'água garantindo um espaço para casos de cheias, redução de impactos na área urbana, redução na impermeabilização solo que impede a infiltração da água de maneira correta, gerando erosões, deslizamentos de terra e aumentando o volume de água nos rios, fatores que são considerados desastres naturais sendo no Brasil constantemente relacionados a eventos pluviométricos.

Em Cataguases, o processo de ocupação se deu a partir de um interesse da coroa portuguesa de controlar melhor o escoamento da produção aurífera, além de haver interesse em explorar melhor a área. Com o passar dos anos a economia da

região foi baseada na produção de café e após a crise com a chegada de Manuel Inácio Peixoto ao município a cidade passou a se tornar mais industrial devido a fundação da indústria têxtil. Com a crise do café e a industrialização do município ocorreu um êxodo rural notável ao passar dos anos que como visto no gráfico (figura 3) houve um crescimento da população urbana relevante de 1950 a 2010 e uma queda de população rural. Fato esse que contribui para a expansão da mancha urbana do município e conseqüentemente a ocupação indevida de áreas impróprias além do crescimento populacional e urbano desordenado.

Ao observar o mapa de crescimento da mancha urbana (figura 39) de 1985 a 2020 foi possível analisar que durante esse tempo o crescimento da mancha urbana foi relevante de 4,55km² e de fato esse crescimento colabora para um crescimento de desastres naturais no município, visto que, a ocupação de áreas próximas às margens dos rios, topos de morros, são condições comuns dentro da realidade brasileira de municípios que não possuem um planejamento urbano e não elaboram um plano diretor em conjunto com sua população. A partir disso, as análises das cartas sinóticas dos anos de maiores eventos de inundação ao longo dos 20 anos de análise ajudam a compreender quais fatores além das questões de ocupação e geomorfológicas contribuem para esses grandes eventos de inundação.

Ao verificar os dados disponibilizados pela COPASA de 2001 a 2020 foi possível observar que o município segue as características climáticas regionais tendo o período de chuva iniciando em meados de outubro e finalizando em março. Na análise das cartas sinóticas foi possível observar que nos anos de maiores inundações no município que são 2008 e 2012 houve a atuação de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nos dias que antecederam às inundações que provocaram em 2008 três dias seguidos de chuvas intensas, em 2012 quatro dias e em 2020 a causa de três eventos de inundações em menos de três meses. Logo, verifica-se uma intensa relação das ZCAS com os impactos pluviométricos nos municípios da Zona da Mata mineira bem como em Cataguases.

Ao observar as notícias dos eventos é possível notar uma grande perda material por parte da população. Inúmeras famílias desalojadas além das perdas humanas que por vezes acontecem em situações de desastres naturais. E ao observar as áreas de inundação do município é visto como grande parte da cidade, principalmente áreas próximas ao curso d'água, tornam-se uma extensão dos rios, como visto nas fotos das notícias analisadas bem como nas figuras 51 e 52 dos mapas

elaborados a partir de dados da CPRM, em que grande parte das ruas da cidade são afetadas de alguma forma pelas inundações. Na figura 51 uma grande parte da zona sul mostra-se área de risco de inundação de alto nível, enquanto na figura 52 na mesma região não há nenhum trecho em nível de risco de inundação. Considerando que os dados da CPRM avaliam também áreas de enxurradas e a figura 52 adaptada a partir dos dados da CPRM considera apenas áreas de inundação por cheia dos rios, a diferença é justificada. Da mesma forma ocorrem pequenas diferenças em outras zonas como na zona central, que enquanto na figura 51 quase todo o centro enquadra-se como área de risco de inundação nos seus níveis de alto, médio e baixo, na figura 52 apenas áreas próximas ao curso d'água encontram-se em área de risco e o mesmo vale para a zona leste, em que apenas áreas próximas ao curso d'água foram diagnosticadas a partir de análise como possíveis áreas de risco de inundação por conta da cheia dos rios.

Conclui-se que os eventos de inundação no município de Cataguases já são problemas crônicos da cidade e que eventos de grandes inundações tem tornado-se mais frequentes, portanto, é importante que a prefeitura municipal de Cataguases pense em possíveis formas de solucionar o problema que atinge não só a população das casas que são inundadas e afetadas diretamente pelas inundações, mas também toda a população cataguasense que sofre com perdas econômicas, ambientais e sociais.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê editorial, 2005.

ASTRO, A. L. C. Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres. Brasília: **MPO/ Departamento de Defesa Civil**, 1998.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Bertrand Brasil S.A, 1996.

BARRETO, Julia de Rezende. **Impactos Pluviais: Um estudo de caso de Jacareí-SP**. 2012. 86 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012. Cap. 5.

KOBIYAMA, Masato et al. Papel da comunidade e da universidade no gerenciamento de desastres naturais. **Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais**, v. 1, p. 834-846, 2004. Disponível em: https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/papel_da_comunidade_e_da_uni..pdf. Acesso em: 03 mar. 2022.

MARCELINO, E. V. 2008. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. **Caderno Didático nº 1**. INPE/CRS, Santa Maria, 2008.

MARENCO, José A. et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, n. 106, p. 31-44, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110101>. Acesso em: 23 mai. 2022.

MELLO, B. F.; BARROS, J. R.; PEZATTO, J. P. a climatologia na educação superior: proposta de usos de cartas sinóticas e imagens de satélites para auxílio na compreensão da dinâmica atmosférica. In: **ENAPEGE**, Porto Alegre, 2017.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 201 p.

MONTEIRO, Carlos A. de F.; MENDONÇA, Francisco. **Clima urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

NETTO, Marcos Mergarejo et al. A herança modernista de Cataquases-MG: a geohistória do espaço urbano. **Revista Sociedade & Natureza. ISSN**, v. 1982, p. 4513, 2004.

OLÍMPIO, João Luís Sampaio; ZANELLA, Maria Elisa. Riscos naturais: conceitos, componentes e relações entre natureza e sociedade. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 40, p. 94-109, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/45870>. Acesso em: 17 fev. 2022.

QUADRO, Mário Francisco Leal. **Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 94f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, 1994.

SANTOS, J. V. FIALHO, S. E. Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e impactos pluviiais intensos: o caso da cidade de Ubá/MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, Jul./Dez. 2016. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/23834/1/artigo.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

SILVA, L. A. O. **A desorganização do espaço urbano em Ponte Nova (MG) frente às grandes enchentes de 1951,1979,1997 e 2008**. Viçosa, 2009.

SILVA, Paola do Nascimento; ESCOBAR, Gustavo Carlos Juan; REBOITA, Michelle Simões. Eventos intensos de precipitação no Estado de Minas Gerais associados com a ocorrência de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Itajubá, v. 13, n. 3, p. 1013-1023, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/243557/35291>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SOUZA, Lucas Barbosa e ZANELLA, Maria Elisa. **Percepção de riscos ambientais: teoria e aplicações**. Fortaleza: Edições Ufc, 2009. 240 p.

TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. **Natural hazards: explanation and integration**. New York: The Guilford Press, 1997.

TOMINAGA, K. L.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. SÃO PAULO: Ed. Instituto Geológico, 2015.

VALVERDE, Orlando. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 3-82, 1958. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1958_v20_n1.pdf. Acesso em: 16 mai. 2022.

XAVIER, Wesley Silva. Mitos fundadores, tradições inventadas e sentidos de cidade: uma incursão pela velha e nova Cataguases-MG. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 15, p. 122-148, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ram/a/bSYT9Mp7RtJ6wMYfcTrfkFN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 7 jun. 2022.

ZAMPARONI, Cleusa Gonçalves. Riscos e desastres naturais em ambiente urbano: o exemplo de Cuiabá/MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 10, 2010. Disponível em: <https://200.129.209.78/index.php/rbclima/article/view/13623>. Acesso em: 17 fev. 2022.