

APLICAÇÃO DA ANÁLISE RÍTMICA ÀS VARIAÇÕES DE CHUVA E TEMPERATURA NA REGIÃO DE BELO HORIZONTE (MG): OS MESES DE JULHO E NOVEMBRO DE 2017

Jaqueline da Consolação Silva¹, Carlos Henrique Jardim²

Resumo: As diferentes condições de tempo e clima tem influência direta na organização das atividades humanas e dinâmica dos processos naturais. Considerando esse fato, o objetivo do presente artigo foi analisar a variação dos elementos climáticos em Belo Horizonte e áreas adjacentes durante o mês de julho e novembro de 2017, caracterizados por fortes desvios na variação dos elementos atmosféricos. Os procedimentos metodológicos incluíram dados de estações meteorológicas, imagens de satélite e cartas sinóticas. Para a elaboração dos gráficos e mapas foram utilizados os programas Excel e ArcGis, respectivamente. Os resultados evidenciaram que a atuação da Massa Polar do Atlântico e da Zona de Convergência do Atlântico Sul, em conjunto com fatores de superfície (principalmente a topografia), tem influência direta na variação dos elementos do clima, amplificando ou atenuando seus efeitos sobre a superfície.

Palavras-Chave: dinâmica atmosférica; ritmo; elementos climáticos;

INTRODUÇÃO

A compreensão da dinâmica atmosférica permeia a humanidade desde os tempos mais remotos. Conforme aponta Sant’Anna Neto (2002) informações sobre o clima já eram constatadas entre os séculos XI e XIII. As diferentes condições atmosféricas implicam diretamente no cotidiano das pessoas, seja pelo excesso de frio, chuva ou calor e entender estas variações temporais é fundamental para utilizar os recursos ou mitigar os impactos negativos sobre as organizações sociais e ambientais.

Neste sentido, a relevância desta pesquisa, como produto de informações geográficas, reside na relação do clima ao abranger um conjunto de fatores que provocam ou acentuam tanto os impactos negativos quanto positivos em escala local e regional. O abastecimento hídrico em áreas urbanas e rurais está diretamente ligado à dinâmica de chuvas e as formas de captação de águas, o conforto térmico e higrométrico do ar que, além de se relacionarem com as variações de temperatura e umidade, são potencializados de forma negativa pela dinâmica urbana, acentuando eventos como “ilhas de calor” em função da cobertura do solo, ausência de vegetação e tipos de materiais presentes no meio. A poluição atmosférica e inversão térmica também têm seus efeitos agravados em ambientes urbanos, seja pela presença excessiva de automóveis, indústrias e até mesmo as pessoas. Todos os fenômenos citados ocorrem cotidianamente e pedem soluções.

São diversos os trabalhos que mostram a relevância de pesquisas como esta. Monteiro (1971) em seu artigo “Análise Rítmica em Climatologia” retrata a importância de conhecer o ritmo do clima, bem como a variação de seus elementos (chuva, radiação, temperatura, umidade e etc.).

¹ Graduanda em geografia – IGC/UFMG, jaquelinesilva94@gmail.com

² Prof. Departamento de Geografia – IGC/UFMG, cjardim@yahoo.com.br

Outros exemplos podem ser verificados nos trabalhos de Barbosa e Santos (2014), onde é abordado um evento extremo de frio, ocorrido em Presidente Prudente nos anos 2000. Jardim (2012) aborda episódios de chuva e veranicos ocorridos em Belo Horizonte entre o fim de 2010 e início de 2011, que são eventos recorrentes na climatologia do sudeste do Brasil. Em todos esses trabalhos fica evidente a importância em se considerar os desvios na variação dos elementos climáticos, cuja recorrência é tão importante quanto aqueles valores que se aproximam da média climatológica.

Por outras palavras, a compreensão dos desvios é fundamental para o planejamento urbano, ambiental e econômico, pois minimiza os riscos e, consequentemente, as perdas humanas e materiais. Impactos como aqueles decorrentes da chamada “crise hídrica” em 2014 (JARDIM, 2015) poderiam ter sido minimizados se fosse levado em consideração as flutuações dos eventos ligados à chuva. Na ocasião o acumulado total anual de chuva em Belo Horizonte foi de 938 mm, quando a média para o período de 1961-1990 indica 1463,7 mm (DNMET, 1992). No ano de 1963 o acumulado de chuva foi ainda menor com registro de 497 mm. Situação semelhante ocorreu no início dos anos 2000 com outra crise denominada na ocasião de “apagão”.

A situação descrita ilustre uma dentre inúmeras outras que ocorrem pelo mundo afora. Nesse sentido, a partir da discussão apresentada, o objetivo deste artigo foi analisar a variação de elementos do clima, a partir da perspectiva da “análise rítmica” de Monteiro (1971), considerando os segmentos temporais de julho e novembro de 2017 em Belo Horizonte (utilizando de forma subsidiária dados climáticos das localidades de Ibirité, Florestal, Sete Lagoas, Ouro Branco e Timóteo), buscando compreender aspectos da organização espacial e temporal do clima, a partir da sucessão e encadeamento dos sistemas atmosféricos e sua repercussão local em superfície (relação com a variação dos atributos climáticos e fatores de superfície).

A área de estudo (figura 01) abrange os municípios de Belo Horizonte (854 m), Sete Lagoas (719 m), Florestal (754 m), Ibirité (1199 m), Ouro Branco (1048 m) e Timóteo (493 m), no centro-sul do estado de Minas Gerais. Os dados de altitude correspondem aos dados das estações meteorológicas. Sete Lagoas e Florestal encontram-se em áreas de topografia deprimida nos vales das bacias dos rios das Velhas e Paraopebas, respectivamente, na condição de bacias limítrofes drenando suas águas para o rio São Francisco. Belo Horizonte, Ibirité e Ouro branco encontram-se na área planáltica do alto vale do rio das Velhas, no limite com as serras do Quadrilátero Ferrífero a leste e sudeste e o divisor de águas entre as bacias do São Francisco e rio Doce. O município de Timóteo encontra-se na bacia do rio Doce.



Figura 01 - Localização dos municípios de Belo Horizonte, Sete Lagoas, Florestal, Ibirité, Ouro Branco e Timóteo e aspectos do relevo com destaque ao centro/norte para as serras do Quadrilátero Ferrífero e Espinhaço, separando a bacia do rio São Francisco a oeste e o vale do rio Doce a leste.

De acordo com Nimer (1989) toda a região é caracterizada por clima tropical com período de seca variável entre 3 a 5 meses de seca (abril a setembro) e período de chuvas entre outubro e março. As temperaturas médias anuais variam entre 18°C e 20°C.

Em relação ao relevo, cinco grandes compartimentos se destacam (IBGE, 2006): (1) Serras do Espinhaço Meridional (onde se situa a Serra do Cipó) ao norte, conectada ao sul com as (2) Serras do Quadrilátero Ferrífero, divisor de águas local entre a bacia do São Francisco a oeste e Doce a leste. No interior desse compartimento, a oeste do arco formado por esses dois conjuntos de planaltos encontram-se a (3) Depressão de Belo Horizonte, porção marginal superior ligada a (4) Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco em patamar altimétrico inferior. Por último destaca-se o (5) Planalto do Campo das Vertentes onde se aloja parte do alto vale do rio Doce a leste das Serras do Quadrilátero Ferrífero e Espinhaço. Apoiado em Rezende e Salgado (2011) as formas estruturais retrabalhadas pela ação intempérica, presentes principalmente nas áreas planálticas, incluem cristas, escarpas e vales profundos (as altitudes em vários trechos superam 1200 m) e nos setores deprimidos das depressões do Alto-Médio vale dos rios São Francisco, Paraopebas

e Doce, ocorrem formas menos dissecadas com morros e morrotes de topos convexos e alongados e colinas convexas em patamar altimétrico menos elevado (em torno de 700-800 m).

Os antigos domínios fitoflorísticos incluíam formações de cerrado e mata Atlântica, além de campos rupestres nos topos da serra local. A Região Metropolitana de Belo Horizonte, abrangendo 34 municípios e aproximadamente cinco milhões de habitantes, domina o cenário urbano do centro-sul do estado de Minas Gerais.

Deve-se acrescentar que esta pesquisa conta com apoio de bolsa de iniciação científica (BOLSA PRPq-PIBIC Edital 05/2017), com vigência no período de 01/08/2018 a 31/07/2019, através de projeto intitulado “Mapeamento de unidades climáticas no centro-sul do estado de Minas Gerais: Mesorregião de Belo Horizonte e áreas limítrofes” sob coordenação do prof. Carlos Henrique Jardim (Depto. Geografia/IGC/UFGM) e apoio do Laboratório de Biogeografia e Climatologia do Instituto de Geociências/UFGM.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da pesquisa foram necessárias a interpretação de imagens de satélite no canal infravermelho (IR) e cartas sinóticas, obtidas através dos endereços eletrônicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (www.cptec.inpe.br) e Centro de Hidrografia da Marinha (www.marinha.mil.br). A análise de imagens de satélite e cartas sinóticas subsidiou a identificação dos sistemas atmosféricos atuantes durante os segmentos temporais utilizados na pesquisa. Foram considerados os elementos ligados à nebulosidade, escalas de cinza, forma, brilho e textura das nuvens nas imagens de satélite. Em relação às cartas sinóticas foram considerados o valor e a posição dos centros de alta e baixa pressão, frentes (frias, quentes ou oclusas), linhas de instabilidades, forma e valor de isóbaras.

Ferreira (2006) identifica alguns elementos necessários para a análise de imagens de satélite: (1) a escala de cinza corresponde a uma variação de tons de cinza na imagem. Imagens com região de baixa temperatura sofrerão variação de cor do branco ao cinza claro e regiões de maiores temperaturas, as variações de cor poderão ocorrer do preto ao cinza escuro; (2) o contraste corresponde ao aspecto que mostra a variação de tons da imagem a depender do seu material e temperatura. O contraste entre a terra e a água, na imagem, terá variação entre tons mais claros e tons mais escuros, para menores e maiores temperaturas, respectivamente; (3) o brilho auxilia na identificação da altura da nuvem presente na imagem, onde, nuvens baixas e de topo quente terão variação entre tons de cinza escuro e nuvens altas de topo frio terão variação do cinza claro ao branco. Para o caso particular das nuvens, indicativo do estado da atmosfera, é importante observar alguns aspectos, através de padrões de largura, comprimento e disposição na atmosfera, relacionados às condições de tempo em que as nuvens foram formadas. A altura da base (baixa,

média ou alta) em que a nuvem se forma auxilia na identificação de sua tipologia e, consequentemente, na condição atmosférica.

As cartas sinóticas foram obtidas através do endereço eletrônico do Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil (www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas) e CPTEC/INPE (www.cptec.inpe.br), cujas informações sobre a intensidade espacialização dos campos de pressão auxiliaram na identificação dos sistemas atmosféricos que atuam sobre a América do Sul. Vide (1999) identifica elementos necessários para análise de uma carta sinótica que seriam, basicamente, os seguintes: as isóbaras representam o valor da pressão atmosférica, através de linhas, onde valores superiores a 1013 hPa (ou mb) representam alta pressão e valores abaixo desse patamar representam baixa pressão; o gradiente medido pela proximidade das linhas indicando a intensidade dos ventos; a curvatura da isóbara: a curvatura média ou grande, aliada a outros elementos da imagem, indicam se a isóbara é ciclônica, com formato próximo de um círculo, ou anticiclônica com formato mais alongado; os ciclones constituídos de isóbaras fechadas, de forma circular ou elíptica e representado pela letra “B” (baixa pressão; valor das isóbaras diminui em direção ao seu centro); os anticiclones, constituídos de isóbaras fechadas, de forma circular ou elíptica e representado pela letra “A” (alta pressão; o valor das isóbaras aumenta em direção ao seu centro); as linhas de frente representam a superfície frontal que separa duas massas de propriedades físicas diferentes, estando relacionada com a temperatura da massa de ar que a acompanha, sendo frente fria, frente quente e frente oclusa.

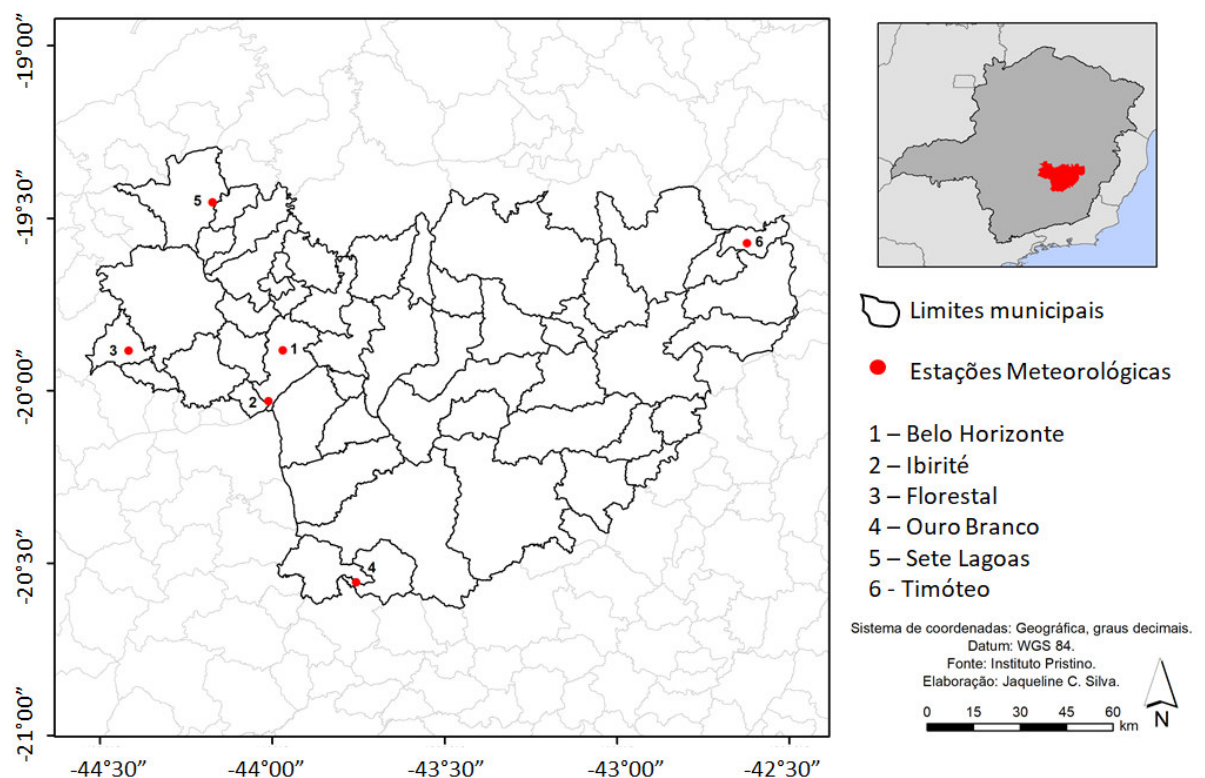
Utilizou-se, também, de dados de temperatura, umidade, precipitação, direção dos ventos e sistemas atmosféricos atuantes, para a elaboração do gráfico de análise rítmica. Os dados foram obtidos através do endereço eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (www.inmet.gov.br), referente aos meses de julho e novembro de 2017, cuja análise envolveu recursos estatísticos básicos, como média, máximos, mínimos e elaboração de gráficos, utilizando o software Microsoft Excel, e tratados de forma comparativa visando verificar a abrangência espacial das variações e inferir os fatores responsáveis pela sua organização.

A escolha desses dois meses visou comparar situações atmosféricas diferenciadas em termos de sucessão e encadeamento dos sistemas atmosféricos, uma de inverno no mês de julho marcada por valor de temperatura mensal abaixo da média histórica, e outra situação de final da primavera caracterizada por sucessivos episódios de chuva sob atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Em seguida, para a elaboração do gráfico de análise rítmica, buscou-se subsidio na proposta original de Monteiro (1971) em sua obra “Análise Rítmica em Climatologia” e em trabalho aplicado utilizando metodologia semelhante de Barbosa e Santos (2014) que consistiu, basicamente, na

representação contínua e simultânea dos elementos do clima após a decomposição temporal em dados horário-diário, com a finalidade de compreender a dinâmica e evolução das condições atmosféricas em interação com fatores de superfície.

A figura 02 mostra a área de estudo e a localização das estações meteorológicas que foram fonte dos dados utilizados na pesquisa. Embora a análise privilegie os dados obtidos da estação meteorológica de Belo Horizonte, foram incluídos na análise dados das estações meteorológicas de Sete Lagoas, Florestal, Ibirité, Ouro Branco e Timóteo, com a finalidade de compreender a relação das variações dos elementos climáticos com os fatores de superfície, que são distintos nos diferentes lugares (altitude, topografia, orientação e dimensão dos interflúvios etc.). A identificação de padrões de variação dos elementos climáticos constituiu-se em critério básico para identificação de espaços (relativamente) homogêneos ou unidades climáticas. Para a confecção do mapa de localização foi utilizado o software ArcGis (versão 10.4.1).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o mês de julho, a análise dos dados, bem como a interpretação das cartas sinóticas e imagens de satélite, mostrou a participação da Massa Polar do Atlântico (mPa) durante praticamente todo o mês de julho na região sudeste do país. Através de sucessivos avanços, a mPa

propiciou condições de tempo estável, seco, frio e com acentuada perda de radiação durante as noites.

A mPa é um sistema atmosférico migratório que tem origem no sul da Patagônia e avança pelo Brasil a partir do extremo sul se deslocando pelo oceano Atlântico. “Essa massa de ar frio e de alta pressão caracteriza-se como um sistema de baixa umidade e estável. Durante os dias de atuação no Sul do Brasil, prevalece estabilidade atmosférica e forte resfriamento noturno” (BORSATO, 2016, p.55). A estabilidade atmosférica está relacionada ao movimento anticiclônico descendente do ar com aumento de pressão em superfície, inibindo movimentos convectivos e a aproximação de outras massas de ar.

A mPa atuou sobre todo o estado de Minas Gerais durante o mês de julho de 2017. Entre os dias 01 a 03 houve entrada da mPa, provocando queda da temperatura. No dia 04, com o estabelecimento da mPa sobre o território mineiro, ocorreu o dia mais frio do ano no estado, com registros de temperaturas mínimas de 7,7°C em Belo Horizonte e 4,5°C em Florestal. Entre os dias 07 a 12 ocorreu sensível aumento da temperatura, interrompido no dia 13 quando se verifica a entrada de nova mPa. Em função disso, as temperaturas médias registradas variaram entre 14,6°C e 19,1°C. A partir de então a temperatura sofre novo aumento que segue até o dia 23/07. Nos últimos dias do mês duas massas polares atingem a região e seguem com tendências ao aquecimento na medida em que a massa de ar se tropicaliza. O gráfico de análise rítmica do mês de julho (figura 03) mostra as variações de temperatura média, chuva e umidade relativa d ar, bem como a direção dos ventos e sistemas atmosféricos em Belo Horizonte.

Nas condições descritas, a direção sul, sudeste e posteriormente de leste dos ventos, associada à localização do centro de alta pressão polar (figura 04), denuncia a influência da massa polar (mPa) durante praticamente todo o mês, interrompido por breves passagens de frentes frias, no qual a mPa tropicalizada era substituída por outra mPa mais fria.

A figura 04 mostra a situação da atmosfera no dia 04 de julho e 19 de novembro, dias representativos das condições atmosféricas dos dois meses, sendo a primeira caracterizada por condições de estabilidade atmosférica e tempo frio e a segunda por instabilidade e chuvas. Foi possível identificar um centro de alta pressão localizado no oceano Atlântico associado à atuação da mPa abrangendo todo o Sudeste, caracterizado pelo seu elevado valor de pressão atmosférica (1038 hPa) no sul do Atlântico, a altura da região sul do Brasil, com nebulosidade tipo estratiforme (nuvens altocumulus e altostratus). Nas imagens do dia 19/11 é possível identificar a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) desde o Oceano Atlântico até a região central do país. Foram registrados 29,4 mm e 46,4 mm de chuva nas estações meteorológicas de Belo

Horizonte e Ouro Branco, respectivamente, fato desencadeado pela presença da ZCAS, como será discutido adiante.

Na tabela 01 pode-se visualizar os valores de temperatura média, máxima e mínima do mês de julho de 2017 colocados em comparação aos dados das Normais Climatológicas 1961-1990 (DNMET, 1992).

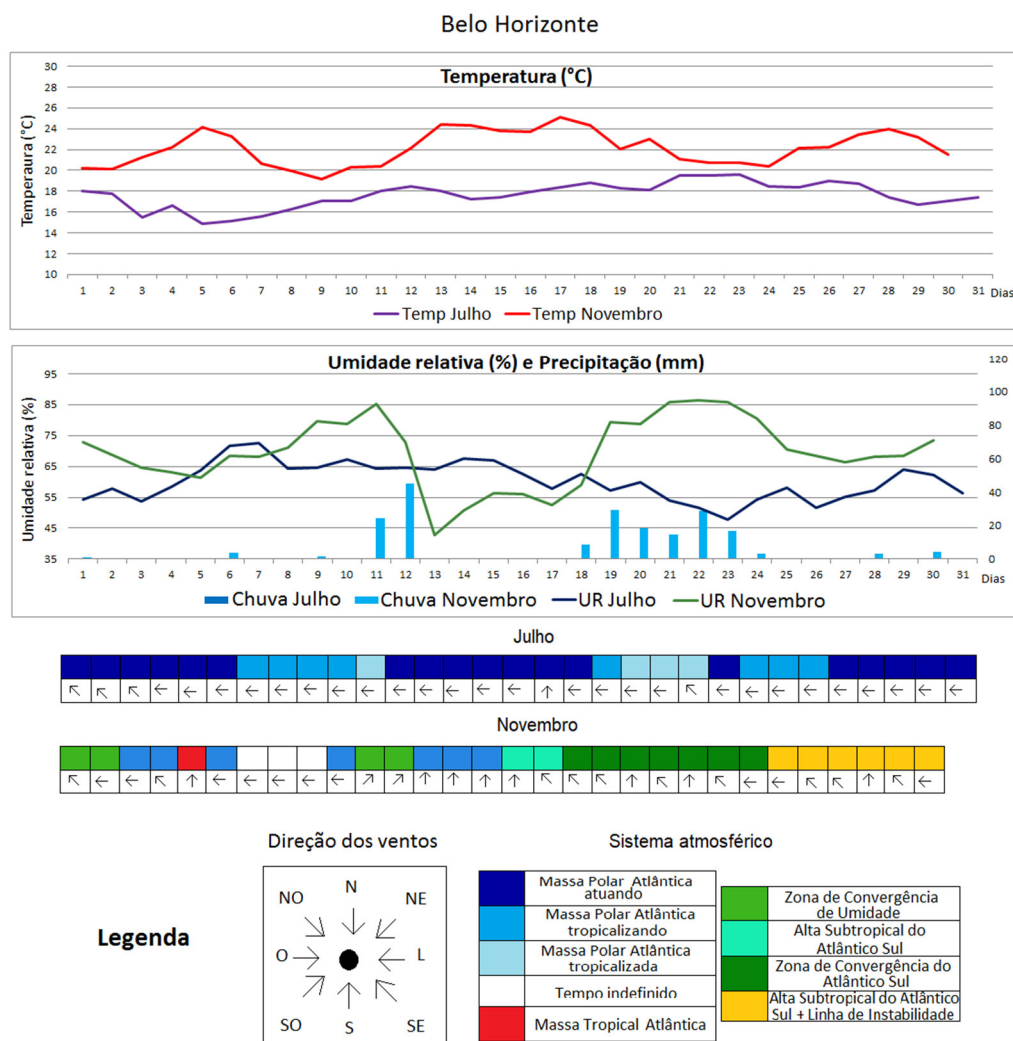


Figura 03 - Gráfico de análise rítmica de Belo Horizonte do mês de julho de 2017. Fonte: INMET, 2017.

A situação descrita e com base nos dados da tabela 01 observa-se que as variações dos atributos climáticos, particularmente a temperatura durante o mês de julho, ficaram abaixo dos registros históricos, exceto para temperaturas máximas de Florestal e Sete Lagoas. Além das condições atmosféricas, o relevo e topografia influenciaram localmente nas variações desse atributo.

Tabela 01 - Dados de temperatura média, máxima e mínima, referente ao mês de julho de 2017, comparados aos valores históricos do mês de julho relativo ao período de 1961-1990. Fonte: DNMET, 1992 e INMET, 2017.

Estação	Temp. méd.	Normal méd.	Temp. máx.	Normal máx.	Temp. mín.	Normal mín.
Belo Horizonte	17,5	18,0	26,2	26,4	7,7	13,1
Ibirité	15,4	16,4	24,0	25,2	7,6	8,9
Florestal	15,0	15,5	27,0	25,8	4,5	7,9
Sete Lagoas	16,6	17,5	27,8	25,8	6,8	11,1
Ouro Branco	15,1	x	23,6	x	7,6	x
Timóteo	18,0	x	26,3	x	10,2	x

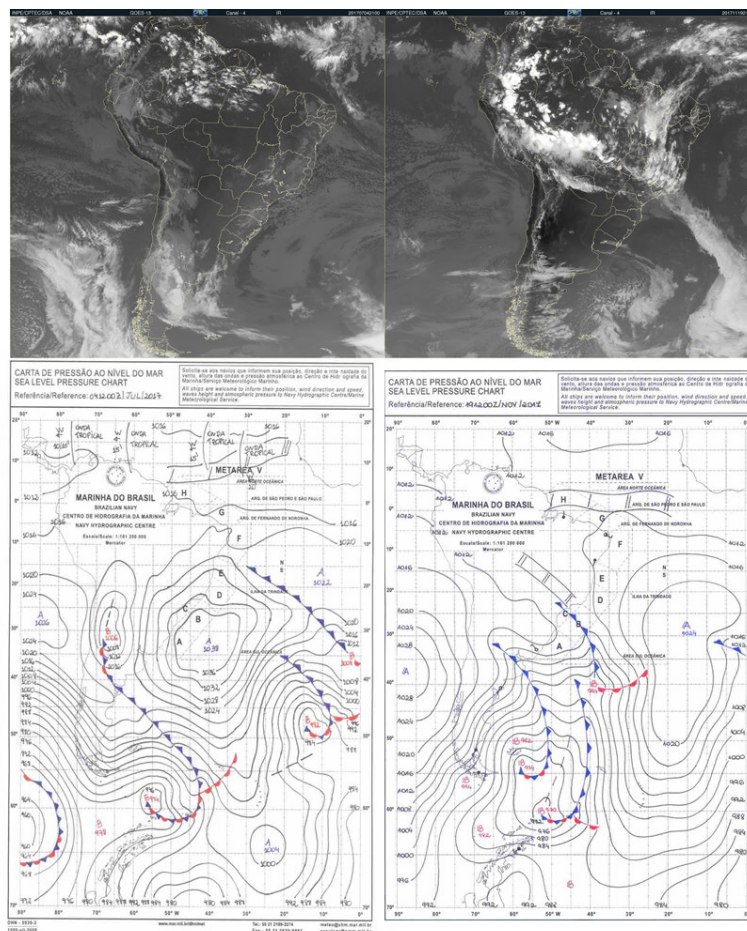


Figura 04 - Situação atmosférica e sinótica durante os dias 04/07/2017 (direita) e 19/11/2017 (esquerda). Fonte: DSA/INPE e Centro de Hidrografia da Marinha, 2017.

Devido a localização em área continental no reverso do planalto do espinhaço e em áreas deprimidas das Bacias dos rios Velhas e Doce, as estações de Sete Lagoas e Florestal apresentaram maior amplitude térmica, com mínimas de 4,5°C e 7,8°C e máximas de 27°C e 27,8°C. Esses valores associam-se aos baixos valores de altitude que influencia de duas formas, implicando em altas temperaturas durante o dia, em decorrência do peso da coluna atmosférica e relativo confinamento

do ar na área deprimida e com menores valores de temperatura à noite através da drenagem do ar frio de vertentes mais elevadas. As estações de Ibitrité e Ouro Branco, localizadas em áreas mais elevadas, com 1199 m e 1048 m respectivamente, também mostram variações de temperatura, onde o resfriamento é provocado pela descompressão do ar e pelo efeito da advecção de calor pela circulação secundária (massas de ar).

Os gráficos de análise rítmica a seguir (figuras 04 e 05) mostram as variações de temperatura, umidade, precipitação, direção dos ventos e sistemas atmosféricos para as estações de Florestal e Sete Lagoas, também durante os meses de julho e novembro/2017.

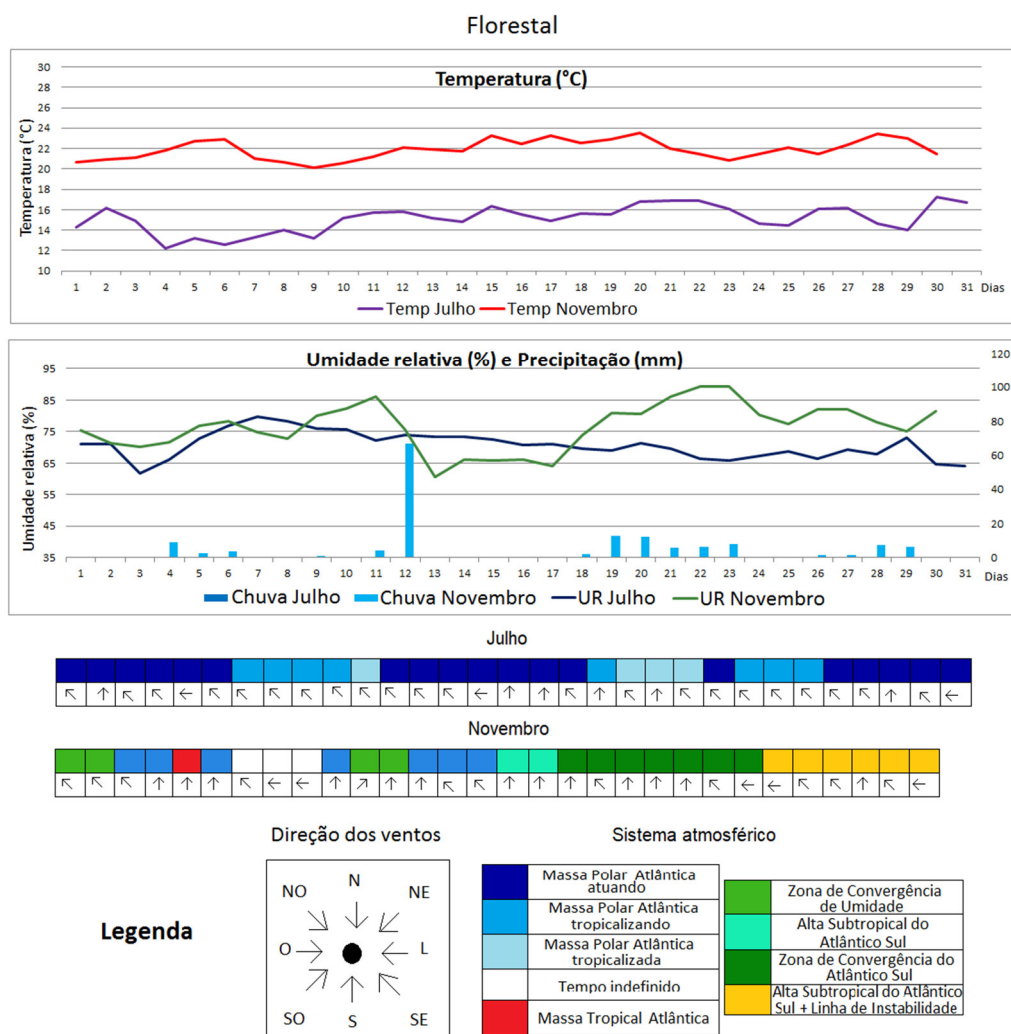


Figura 05 - Gráfico de análise rítmica de Florestal. Fonte: INMET, 2017.

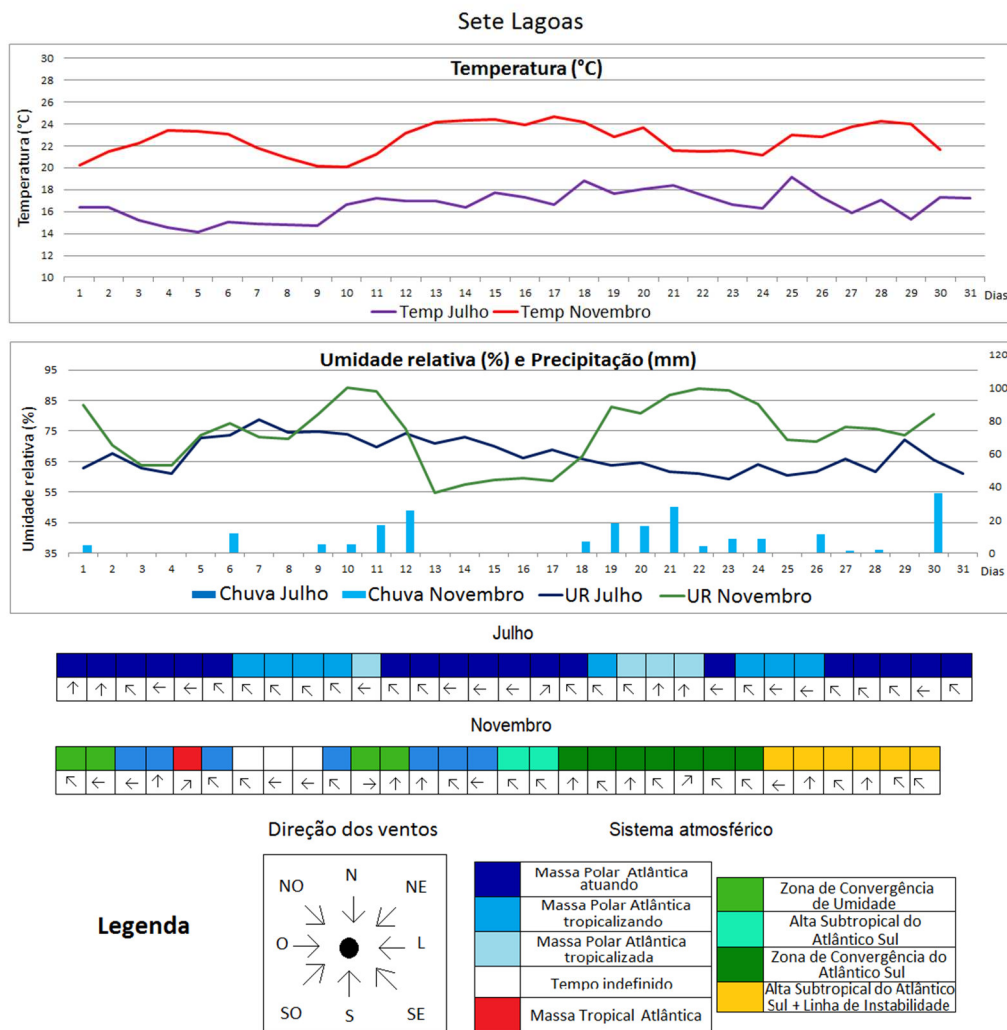


Figura 06 - Gráfico de análise rítmica de Sete Lagoas. Fonte: INMET, 2017.

Ao longo do mês de julho os registros de chuva foram pouco significativos com 2,0 mm em Ouro Branco, 9,4 mm em Timóteo e 0,2 mm em Sete Lagoas, mostrando o efeito da atuação da mPa na atmosfera, com elevado valor de pressão em superfície, inibindo a aproximação de outras massas de ar, e baixa convectividade interna do volume de ar em decorrência do baixo valor de temperatura e maior densidade do ar, cuja resposta em termos de encadeamento de tipos de tempo favorece condições de estabilidade atmosférica.

Por outro lado, de forma complementar, o mês de novembro apresentou dinâmica atmosférica muito diferente da observada em julho, quando as condições de tempo instável e quente predominaram, com marcada presença de nebulosidade e chuva durante quase todo o mês. As temperaturas máximas alcançaram 31,5°C em Belo Horizonte. A instabilidade atmosférica também foi marcada por volumes consideráveis de precipitação, principalmente nos dias 11 e 12 e 18 a 24, resultado da participação de diversos sistemas atmosféricos, destacando-se a Zona de

Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A tabela 02 mostra as variações de temperatura ao longo do mês comparadas às médias históricas das Normais Climatológicas 1961-1990 (DNMET, 1992).

Tabela 02 - Dados de temperatura média, máxima e mínima, referente ao mês de novembro de 2017, comparados aos valores históricos do mês de novembro relativo ao período de 1961-1990. Fonte: DNMET, 1992 e INMET, 2017.

Estação	Temp. méd.	Normal méd.	Temp. máx.	Normal máx.	Temp. mín.	Normal mín.
Belo Horizonte	22,1	22,2	31,5	27,5	16,2	18,2
Ibirité	19,9	22	28,9	28,5	15,1	16,8
Florestal	21,9	21,9	32	28,3	12,6	16,9
Sete Lagoas	22,7	22,3	32,3	28,6	15,3	17,7
Ouro Branco	20	x	29,5	x	13,4	x
Timóteo	22,5	x	32,5	x	17	x

Durante o mês de novembro o registro das temperaturas também foi variável nas diferentes localidades, tendendo a apresentar valores médios (médias e mínimos) sensivelmente abaixo dos valores históricos, possivelmente (de forma também evidente em julho) em decorrência da atuação da La Niña desde 2016, mas ainda trazendo repercussões no ano de 2017. Como se trata de um fator de macroescala, sua atuação, marcada pelo aumento da atividade dos Alísios no equador e, portanto, aumento na intensidade dos ventos de leste no equador, eleva o gradiente térmico e barométrico dos centros de alta e baixa pressão posicionados, respectivamente, na costa oeste da América do Sul e costa leste da Ásia (BERLATO e FONTANA, 2003). Nessas condições, a subsidência do ar na costa oeste da América do Sul reforça a ascendência do ar sobre a Amazônia que, ao mesmo tempo, intensifica a atividade frontológica vinda de sul como forma de suprir a baixa pressão que se instala nessa região.

Isso pode ser observado pela ação dos sistemas atmosférico em novembro, com grande participação dos ventos de sul e sudeste, indicando a atuação das frentes frias na ocorrência de chuvas e da mPa que nessa época do ano é acompanhada apenas de sensível declínio da temperatura em função do elevado saldo energético no hemisfério sul.

Os registros de precipitação em novembro ocorreram ao longo de todo o mês, concentrando-se, principalmente, entre os dias 11 e 12 e 18 a 24. O registrado nos dias 11 e 12 foi ocasionado pela presença de uma Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), fenômeno que provoca nebulosidade e precipitação semelhante à ZCAS, mas de atuação temporal limitada em

01-03 dias consecutivos. O Acumulado entre 18 e 24/11 ocorreram em função da atuação da ZCAS). Houve registro de chuva em todas as estações meteorológicas que, comparados às médias do mês de novembro, mostraram os seguintes valores: Belo Horizonte 204,2 mm (média: 241,6 mm); Ouro Branco 250,8 (média não disponível); Florestal 151,8 mm (232,6 mm); Timóteo 292,2 mm (média não disponível); Ibirité 208,2 mm (228,1 mm); Sete Lagoas 214,2 mm (224,2 mm).

Segundo Quadro (1994) apud Santos e Fialho (2016) a presença da ZCAS é típica do período chuvoso e responsável pelo desencadeamento de grandes volumes de chuvas e por sua estacionariedade de, pelo menos, quatro dias. O acumulado de precipitação para o segmento temporal de 18 a 24 de novembro indicou 120,2 mm em Belo Horizonte, 127 mm em Ibirité, 131,8 mm em Ouro Branco, 100,2 mm em Timóteo, 90,4 mm em Sete Lagoas e 46,8 mm em Florestal.

Observando os dados é perceptível que, mesmo se tratando do mesmo fenômeno, no caso a ZCAS, abrangendo quase todo o território de Minas Gerais, a chuva teve distribuição diferenciada localmente. Os fatores em superfície, neste caso, devem ser levados em consideração, como a topografia, altitude e orientação dos principais interflúvios, principalmente, que intensificam a turbulência mecânica do ar, aumentando sua instabilidade que, em conjunto à situação geral de instabilidade associada a ação do sistema atmosférico, reforça pontualmente a pluviosidade como ocorre a leste de Belo Horizonte na Serra do Curral (COELHO e ABREU, 2007) e ao norte no planalto meridional do Espinhaço à altura da Serra do Cipó (JARDIM, 2017). Nessas duas localidades é comum verificar a presença de nuvens em qualquer época do ano, mesmo sob forte condição de estabilidade atmosférica. Isso também explica o fato de Belo Horizonte, Ibirité e Ouro Branco mostrarem maiores registros de chuvas do que as outras estações, situados em cotas altimétricas mais elevadas.

Os gráficos de análise rítmica a seguir (figuras 06, 07 e 08) mostram as variações dos elementos do clima em Timóteo, Ibirité e Ouro Branco, onde foram registrados os maiores valores de precipitação. Além das diferenças locais em relação à altitude e topografia, deve-se reforçar a ação dos sistemas frontais e da mPa ao sul da área de estudo, cuja estação meteorológica representativa é a de Ouro Branco, quanto à participação e desencadeamento da pluviosidade, adicionando componente dinâmico relativo à circulação das massas de ar como fator climático.

Os sistemas frontais, acompanhados em sua retaguarda pela mPa, adentram o continente seguindo trajetória sudoeste-nordeste dissipando-se na porção norte do Atlântico Sul. Não significa que não atue nas demais localidades, mas sua participação decresce na medida em que se dirige para latitudes mais baixas, ao mesmo tempo em que aumenta a participação de outros mecanismos como as Linhas de Instabilidades Tropicais (LI), cuja gênese está associada tanto às perturbações induzidas pelo avanço das frentes frias quanto ao aquecimento diferencial continente/oceano, com

a baixa pressão sobre o continente organizando o movimento do ar e advectando umidade a partir do oceano, principalmente nos períodos mais quentes do ano.

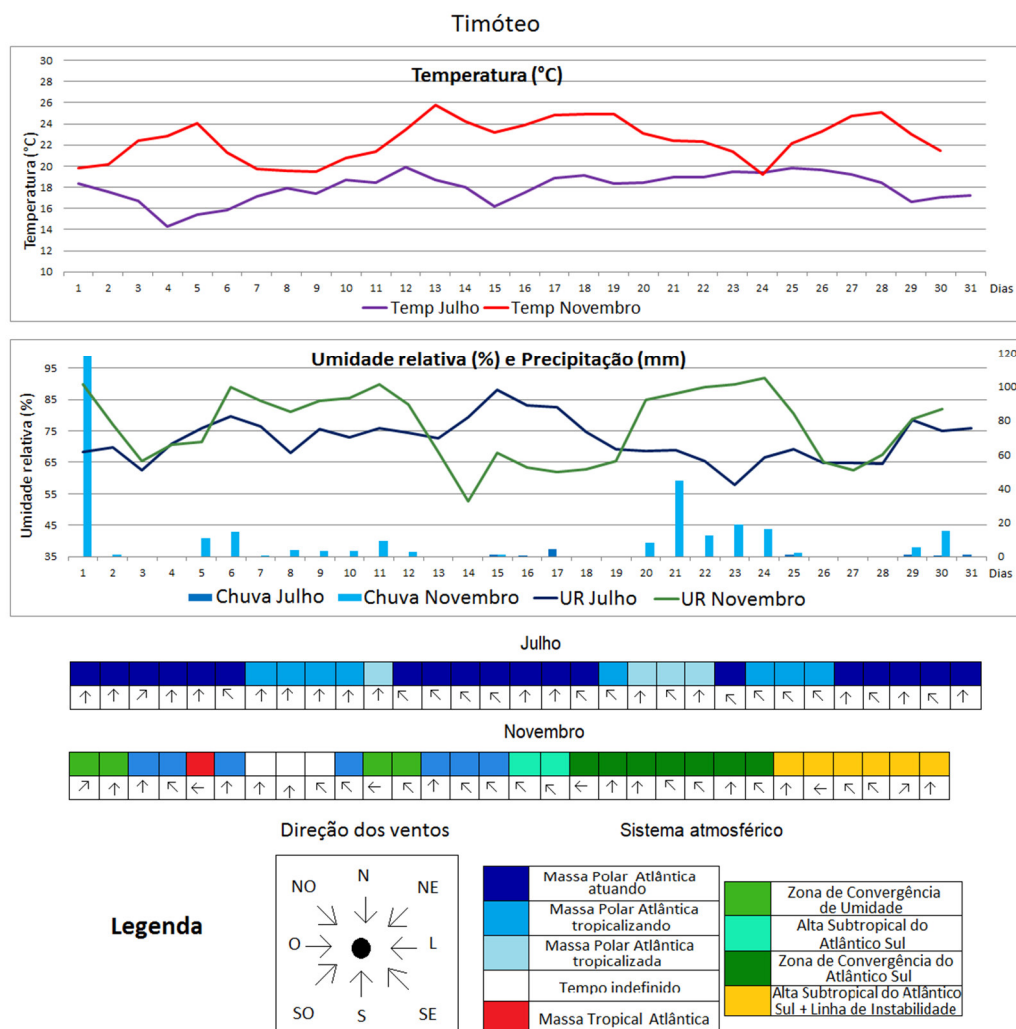


Figura 07- Gráfico de análise rítmica de Timóteo. Fonte: INMET, 2017.

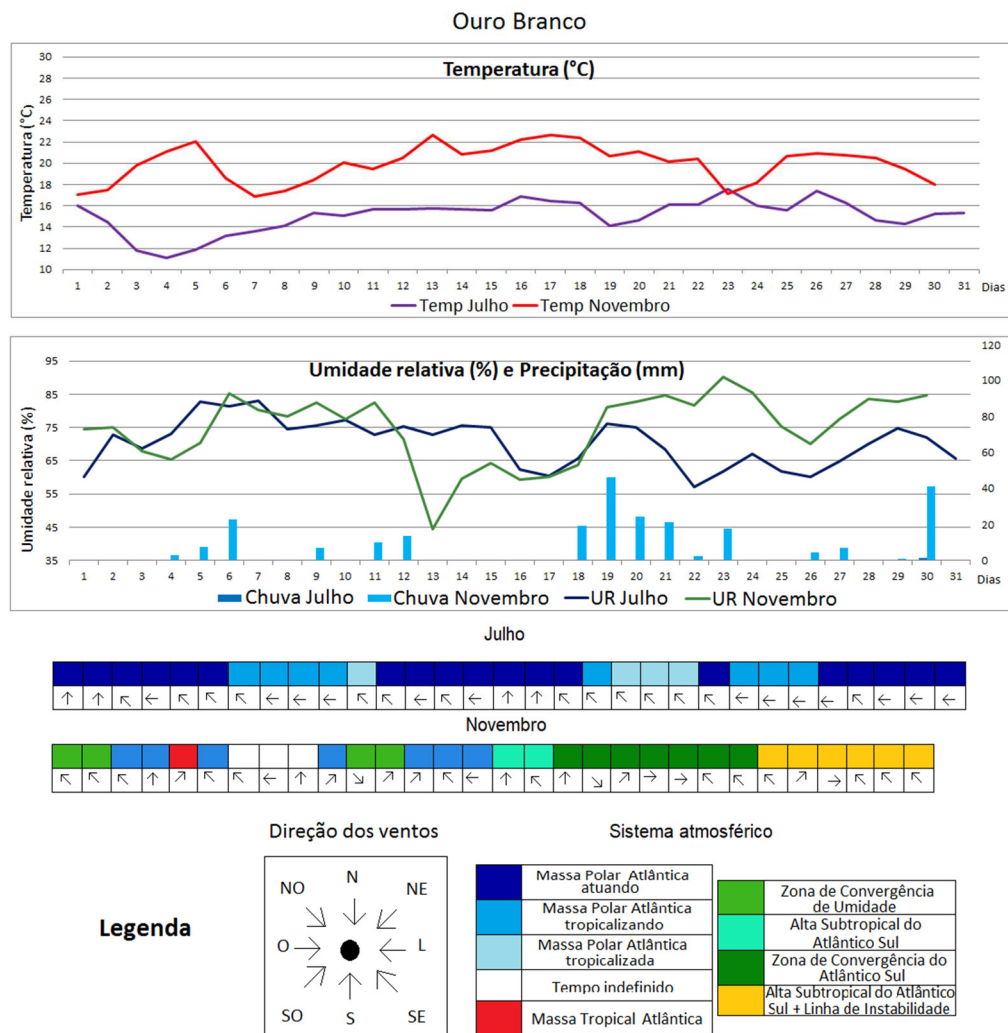


Figura 08 - Gráfico de análise rítmica de Ouro Branco. Fonte: INMET, 2017.

Cabe mencionar, também, a importância de pesquisas e acompanhamento diário das variáveis do clima. Em princípio o total de chuva no mês de novembro de 2017 aproximou-se da média climatológica (com valor pouco acima ou abaixo) em todas as estações meteorológicas como foi mostrado anteriormente. Entretanto, valores diários de chuva como aquele registrado em Florestal no dia 12/11, superior a 70 mm, possuem elevado potencial para desencadeamento de impactos ambientais negativos, como a formação de pontos de alagamentos, enchentes, desencadeamento de movimentos de massa etc.

Nesse caso não se trata do valor relativo ao total precipitado, cuja intensidade e duração podem variar, mas, também, da capacidade do meio em absorver o impacto produzido por determinado evento. Os desastres ocorridos no vale do rio Itajaí em Santa Catarina em novembro de 2008 (AVILA e MATTEI, 2015) e no Rio de Janeiro em janeiro de 2011 com mais de 800 mortos (BANCO MUNDIAL-GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2012)

expuseram de forma evidente (e alarmante) a vulnerabilidade da sociedade brasileira frente aos impactos ambientais.

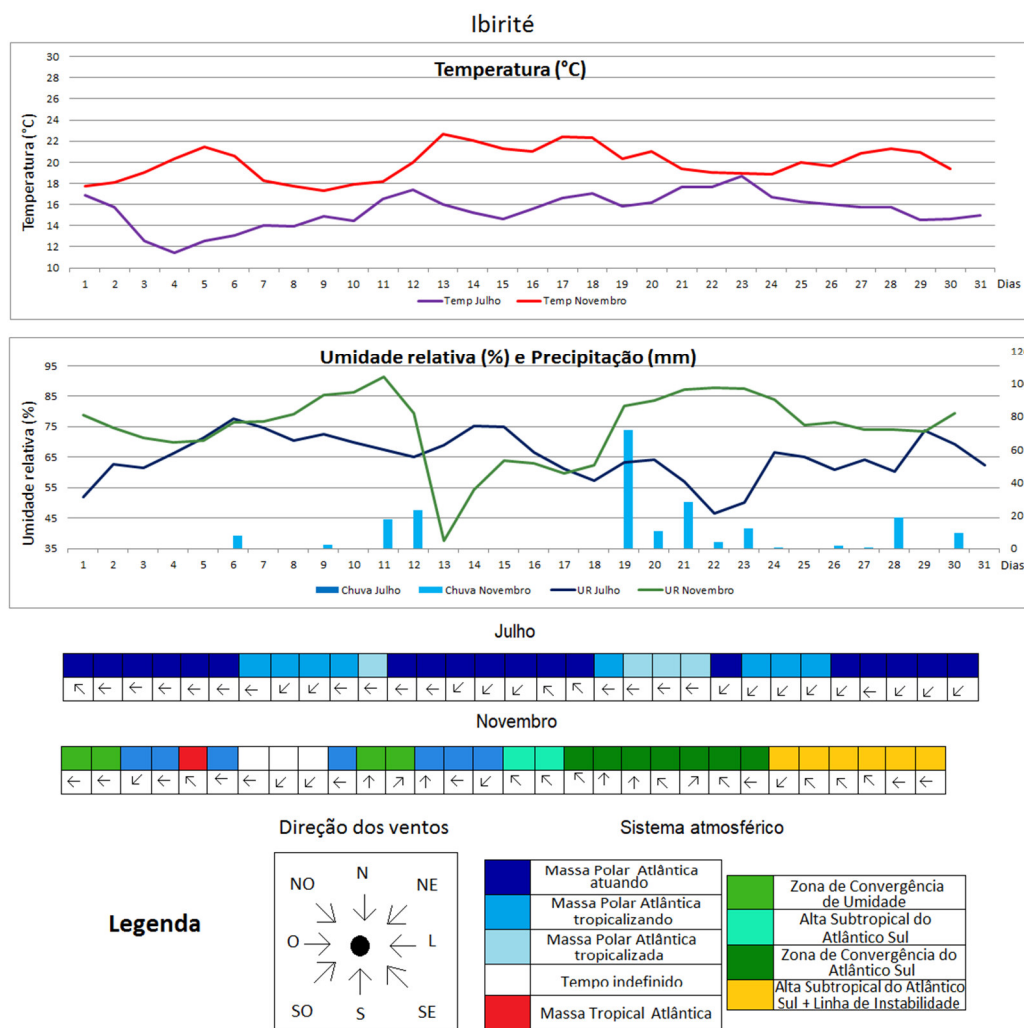


Figura 09- Gráfico de análise rítmica de Ibirité. Fonte: INMET, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das particularidades da análise geográfica do clima refere-se à decomposição do objeto de estudo em diferentes níveis escalares. Nesse sentido, mesmo estando sob o domínio de um dado sistema atmosférico, os elementos do clima, neste caso, com maior ênfase a temperatura e precipitação, variam de forma diferenciada em cada uma das localidades, demonstrando relação direta com fatores de superfície. E é justamente junto à superfície que se desenvolvem os impactos como aqueles na bacia do rio Itajaí e no Rio de Janeiro.

Isso significa que se o ser humano não pode modificar os componentes ligados a causa do evento, pode modificar a organização dos componentes em superfície de forma a torna-los menos susceptíveis aos impactos negativos, recuperando, por exemplo, antigos espaços ocupados pela vegetação e leito secundário dos rios em áreas urbanas que, além de favorecer a infiltração da água

no solo, aumenta o seu tempo de permanência no ambiente. Em relação às variações de temperatura do ar o raciocínio é o mesmo, não há como modificar o clima em favor de valores de temperatura mais favoráveis, mas é possível modificar e utilizar o recurso climático para produzir microclimas melhor ajustados às necessidades humanas de conforto.

REFERÊNCIAS

AVILA, M. R. R; MATTEDI, M. A. **As dimensões políticas da produção de desastres: o caso do território do Vale do Itajaí/SC.** Disponível em: <<https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/viewFile/13308/2474>> Acesso: 14 ago. 2018.

BANCO MUNDIAL – GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Avaliação de perdas e Danos: Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro - Janeiro de 2011.** Brasília (DF): Banco Mundial, 2012. (Disponível em : <http://mi.gov.br/pt/c/document_library/get_file?uuid=74dde46c-544a-4bc4-a6e1-852d4c09be06&groupId=10157> Acesso: 08/09/2018)

BARBOSA, H.; SANTOS, F. Episódio de onda de frio em cidade de clima tropical: estudo de caso de Presidente Prudente, São Paulo (Brasil). **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, n.6, p.23-43, dez. 2014.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

BORSATO, V. C. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares.** 1. Ed. - Curitiba, PR: CRV, 2016.

COELHO, C. W. G. A.; ABREU, M. L. Variabilidade espacial das precipitações em Belo Horizonte. In: I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, 2007, Taubaté, Brasil. **Anais...** IPABHi, p.183-190, 07-09 nov. 2007.

DNMET. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961- 1990).** Brasília-DF, 1992.

FERREIRA, A. G. **Meteorologia Prática.** Editora: Oficina de textos, 2006.

IBGE. **Mapa de unidades de relevo do Brasil.** 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Escala 1:5.000.000.

JARDIM, C.H. “Médias” e “desvios” na análise geográfico-climatológica: o episódio de chuva concentrada do dia 23 de novembro de 2010 e o veranico de janeiro/fevereiro de 2011 em Belo Horizonte - MG. **Revista Geografias**, Belo Horizonte 08(2), p.35-49, janeiro-junho de 2012.

JARDIM, C.H. A "Crise Hídrica" no Sudeste do Brasil: Aspectos Climáticos e Repercussões Ambientais. **Tamoios**, São Gonçalo (RJ), ano 11, n.2, p.67-83, jul/dez. 2015.

JARDIM, C. H. Interações locais e topoclimáticas no interior e áreas limítrofes ao Pq. Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais. In: Archimedes Perez Filho; Raul Reis Amorim. (Org.). **Os desafios**

de Geografia Física na fronteira do conhecimento. 1ed. Campinas-SP: Instituto de Geociências-UNICAMP, 2017, v. 1, p. 1668-1678.

MONTEIRO, C.A.F. Análise rítmica em climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**. São Paulo, n 01, p.1–21, 1971.

REZENDE, E. A; SALGADO, A. A. R. Mapeamento de unidades de relevo na média Serra do Espinhaço Meridional – MG. **GEOUSP** - Espaço e Tempo, São Paulo, n.30, p.45-60, 2011.

SANT'ANNA NETO, J. L. A análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino. **Geografia**, v.11, n.2, p.321-328, jul/dez 2002.

VIDE, J. M. **Fundamentos de climatologia analítica**. Madri: Síntesis, 1999.