

ASPECTOS DA VARIABILIDADE DAS CHUVAS E O ANO SECO DE 2014 NA BACIA DO RIO DOCE

Danielle Pereira da Costa¹; Carlos Henrique Jardim²

Resumo: O presente artigo analisa aspectos da variabilidade das chuvas na bacia hidrográfica do Rio Doce no leste do estado de Minas Gerais. Mais de 2/3 de sua área encontra-se nesse estado, constituindo-se em importante manancial de água recentemente impactado pelo rompimento da barragem de rejeito de atividade mineradora próxima ao município de Mariana-MG. A fim de compreender de forma mais detalhada a dinâmica das chuvas na área de estudo, considerando que o aporte de chuvas é o principal insumo dos sistemas hidrológicos explorados pelas sociedades humanas, procedeu-se à análise comparativa da distribuição espacial e temporal das chuvas, utilizando como referenciais dados das Normais Climatológicas 1961-1990 e o ano seco de 2014. Os resultados mostraram relação evidente desse atributo com fatores dinâmicos atmosféricos ligados à ação das massas de ar e com fatores de superfície, principalmente o relevo.

Palavras-Chave: massas de ar, relevo, precipitação.

INTRODUÇÃO

Desde a superação da concepção medieval sobre eventos climáticos, na qual os mesmos possuíam caráter e justificativas metafísicas - através da ação de divindades - e, posteriormente, com o advento das ciências modernas - como a Geologia, a Geografia, a Física e a Química - o ser humano busca entender como ocorrem e como se relacionam os fatores e elementos que condicionam o clima. A Geografia como ciência possuiu objeto próprio apoiado na compreensão dos processos derivados das relações entre seres humanos e a natureza, cujo produto, na forma de arranjos espaciais, se expressa por unidades paisagísticas identificáveis (CONTI, 2001).

Há relativamente poucos estudos relacionados à dinâmica climática para o estado de Minas Gerais, principalmente quando há necessidade de recorrer a estudos cujo objeto se define em meso e microescala. Por outras palavras, estudos em níveis hierárquicos de menor dimensão, em termos de área, e com maior o número de variáveis a serem levadas em consideração.

A fim de suprir uma parte da lacuna existente em termos de escala de análise nas pesquisas de climatologia, e em função da importância econômica e ambiental para o estado de Minas Gerais, a área de estudo (figura 01) adotada para desenvolvimento desta pesquisa foi à bacia hidrográfica do Rio Doce, com a quase sua totalidade no estado de Minas Gerais (região leste do estado) e, secundariamente, no estado do Espírito Santo. As coordenadas que descrevem sua localização compreendem os paralelos 17°45' e 21°15' de latitude sul e os meridianos 39°55' e 43°45' de longitude oeste, com extensão total de 853 km e área de drenagem com cerca de 83.400 km², dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas

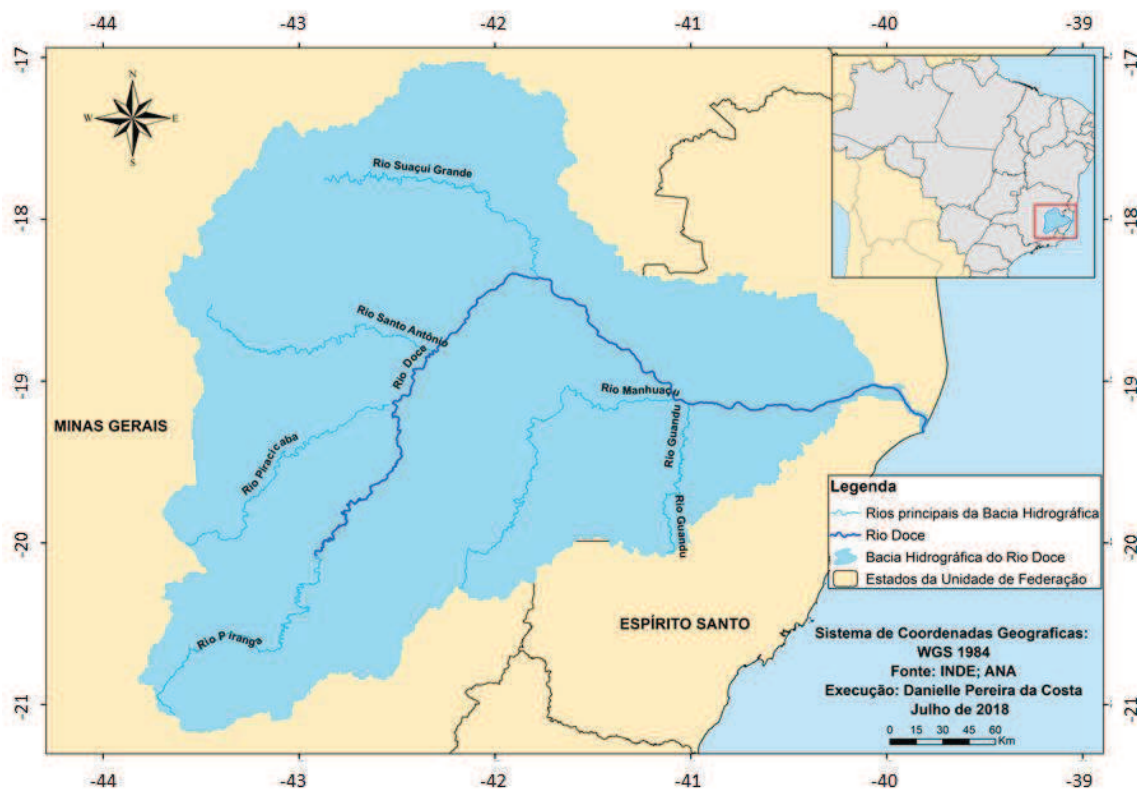
¹ Graduanda Depto. Geografia/IGC/UFMG, daniellecosta92@gmail.com

² Prof. Associado, Depto. Geografia/IGC/UFMG, dxhenrique@gmail.com

Gerais e o restante (14%) ao Estado do Espírito Santo sendo, portanto, uma bacia hidrográfica de domínio federal (Coelho, 2006 apud ANA, 2001). A formação dos rios que alimentam o rio Doce situa-se na Serra da Mantiqueira e do Espinhaço com altitudes superiores de 1.500 metros.

O cenário ambiental primitivo da bacia do rio Doce incluía matas nativas, com florestas estacionais e ombrófilas (ou Mata Atlântica), em função de sua localização na bacia, somada a um conjunto de fatores naturais, como exemplo: o relevo, clima e latitude, que propiciam condições especiais para o desenvolvimento dessa diversidade florística (Coelho, 2009), com forte participação da umidade advectada pelas massas de ar do oceano. A Bacia Hidrográfica do Rio Doce faz parte de uma das doze unidades hidrogeográficas ou Unidades Administrativas de Recursos Hídricos do estado do Espírito Santo (Coelho, 2009 apud IEMA, 2004), abrangendo 28 municípios, o que se traduz na maior unidade em volume de consumo e área de drenagem deste estado.

Figura 018: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Fonte: Acervo do Autor.



A climatologia da Região Sudeste é diversificada, incluindo-se quase totalmente em faixa zonal de climas tropicais e pequena porção em latitudes subtropicais, a partir do trópico de Capricórnio em direção a latitudes mais elevadas. Verifica-se significativa variação de temperatura, podendo chegar a 38°C no verão em áreas deprimidas das bacias do Paraná, São Francisco e Jequitinhonha, e valores negativos no inverno em setores mais elevados da Serra da Mantiqueira e Espinhaço. De acordo com Minuzzi et al. (2006), citado por Alves et al. (2002) e Paiva (1997), o período chuvoso na região Sudeste do Brasil

concentra-se entre os meses de outubro e março, quando ocorrem mais de 80% do total anual de chuvas. A região é submetida à forte radiação solar e uma vez que a intensidade deste fenômeno depende essencialmente da altura do Sol sobre o horizonte (Nimer, 1989). Possui uma variação morfológica, caracterizada por elevadas altitudes até as baixas, nos vales dos rios Jequitinhonha, Doce, São Francisco, Paraíba do Sul, Grande, Parnaíba e o Paraná.

Em relação aos fatores de natureza dinâmica, associado à circulação atmosférica que atuam na região sudeste do país, segundo Nimer (1989), destaca-se o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (Anticiclone do Atlântico), cuja atuação repercute em temperaturas moderadamente elevadas, propiciadas pela intensa radiação solar e telúrica das latitudes tropicais e forte umidade específica, fornecida pela intensa evaporação marítima, além de possuir características de inversão térmica, deixando o tempo estável e o ar mais seco. Esse autor também destaca que a frente Polar não possui, na maioria das vezes, energia suficiente para se manter, permanecendo semi-estacionária na região. O sistema de Linhas de Instabilidade ocasiona chuvas e trovoadas a partir de meados da Primavera e constitui-se, de acordo com referências mais recentes (BORSATTO, 2016; CAVALCANTI et al, 2009), no tipo de descontinuidade que se desenvolve no interior da Massa Tropical Atlântica (mTa), associada geneticamente à ação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), juntamente com a Convecção Tropical e Complexos Convectivos. Deve-se acrescentar a ocorrência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), assim como a atuação da Frente Polar Atlântica (FPA), seguida pela Massa Polar Atlântica (mPa) em vias de tropicalização.

As influências de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais imprimem à região características de clima de Transição, com duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa (Abreu, 1988), embora estas estejam sujeitas a episódios de secas sazonais (influência de estiagens), que se estendem por quatro a seis meses, e de veranicos, caracterizados por curtos períodos de déficit hídrico em plena estação chuvosa conforme destaca Cupolillo et al. (2008). Quanto maior a intensidade, a frequência de ocorrência e a longevidade de dias consecutivos com veranicos durante um período chuvoso, maiores os impactos negativos nas atividades humanas. Ainda segundo o autor, as chuvas do interior da bacia são predominantemente convectivas, concentrando-se progressivamente para o interior na estação do verão, sendo as áreas de maiores altitudes (como zonas de condensação) as mais favorecidas. Os controles climáticos de superfície disponíveis na bacia do Rio Doce definem as condições de mesoclimas (regional e local), tornando o papel da dinâmica atmosférica, em interação com o relevo (diferenças altimétricas, topografia, declividade, orientação dos vales etc.) é influenciar na distribuição da radiação, retenção de vapor de água e armazenamento de calor sensível etc.

Em relação aos aspectos geomorfológicos da bacia do Rio Doce Cupolillo (2008), citando Souza (1995), caracterizam-se as grandes unidades de relevo, desde a planície litorânea na área costeira

(compreendendo o Estado do Espírito Santo) - a planície aluvial, que se estende para o norte e para o sul, delimitada a leste pelo oceano e a oeste pelos tabuleiros terciários, com formação de restingas ao longo do litoral capixaba. Os tabuleiros, em direção ao oeste da bacia, caracterizados por formações de relevo baixo, exercendo influência sobre a direção principal dos cursos d'água nessa área. Nas serras litorâneas do médio e baixo rio Doce, a paisagem modifica-se e surgem algumas serras em função da existência de batólitos graníticos, formando morros isolados. A zona dos maciços elevados dos rios Caratinga e Manhuaçu adentra o estado de Minas Gerais, verificando-se mudança expressiva com a presença de maciços muito mais elevados, compostos de gnaisses e direção NE-SW, também trazendo reflexos na rede hidrográfica. As cristas copiam a direção dos vales, de modo que, ao se apresentar de leste para oeste, observa-se uma sucessão de cadeias e vales paralelos. No planalto deprimido central o cenário é marcado pela ocorrência de “mares de morros” até atingir as Zonas Onduladas do Norte e da Mantiqueira-Espinhaço, classes geomorfológicas mais elevadas com rochas do proterozóico.

A bacia hidrográfica do Rio Doce abarca em torno de duzentos e trinta municípios na região leste de Minas Gerais e parte do Espírito Santo e que tem sua economia baseada em atividades que geram divisas para o Estado e a União, destacando-se o setor minerário, a cultura de eucaliptos, a cana-de-açúcar e a cafeicultura, a siderurgia, a geração de energia hidrelétrica, a exploração de pedras preciosas e semipreciosas, o setor pecuário e o crescimento da atividade petrolífera no litoral capixaba. O ciclo madeireiro na bacia começou no início do século XX, principalmente com a chegada da ferrovia ligando o interior ao litoral, transportando os estoques de madeira para exportação, dando lugar à economia cafeeira e pastagem e ao surgimento de municípios. A industrialização ocorreu mais tardiamente, meados da década de 30, simultaneamente com a exploração e o escoamento da produção de minério de ferro, ainda mais com a expansão da ferrovia que passou a ligar Itabira e Vitória para o escoamento da produção de minério de ferro, e não deixando de destacar para a Região Metropolitana do Vale do Aço – RMVA-MG, sendo a segunda maior concentração urbana industrial do Estado de Minas Gerais.

Paralelamente ao rápido crescimento econômico e a melhoria da infraestrutura regional foi desencadeada uma série de impactos ambientais (altos índices de poluição atmosférica e hídrica, contaminação e perda de solos, assoreamento de rios, redução da biodiversidade etc.). Um episódio de enchentes que ocorreu na Cidade de Caratinga (MG) em janeiro de 2003, por conta da grande intensidade de chuvas, evidencia esse aspecto. Outro fato que resultou em impactos econômicos e ambientais ocorreu durante o ano seco de 2014, submetendo novamente o Sudeste, depois do “apagão” no ano 2000, a problemas de escassez de recursos hídricos. Nesse ano, em particular, os totais de chuvas foram muito inferiores à média histórica, reduzindo a vazão dos rios que alimentam os reservatórios dos sistemas de abastecimento e das usinas hidrelétricas da Região Sudeste de maior consumo de energia (MARENCO et al., 2015).

Considerando o que foi discutido, o objetivo deste trabalho é adicionar novos elementos à compreensão da variabilidade das chuvas na bacia hidrográfica do rio Doce, comparando as variações da chuva no ano de 2014, atipicamente seco e que afetou fortemente todo o sudeste do Brasil, com os dados médios do período de 1961-1990 das Normais Climatológicas (INMET, 2009). Secundariamente, tem como objetivo a criação e disponibilização de base cartográfica relativa à variação das chuvas na bacia do rio Doce.

MATERIAIS E MÉTODOS

A etapa inicial implicou na seleção dos dados que seriam utilizados na pesquisa. Como um dos propósitos foi comparar uma situação média em termos de variabilidade das chuvas com o ano seco de 2014, recorreu-se inicialmente à seleção de dados climáticos contidos nas Normais Climatológicas do período de 1961-1990 (INMET, 2009). Posteriormente recorreu-se aos dados da rede oficial de estações meteorológicas automáticas e convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (que podem ser consultados no banco de dados - BDMEP - dessa instituição em www.inmet.gov.br).

Foram recrutados, também, dados de diversas fontes, selecionados em atendimento a critérios básicos como a qualidade dos mapas finais para análise e construção dos resultados. A priorização da escolha recaiu por dados oficiais e de propriedade pública, como aqueles munidos por órgãos como IBGE, ANA, SEMAD, Google Earth, Embrapa Brasil em Relevo, entre outros disponíveis na plataforma da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). As informações foram trabalhadas de forma a possibilitar tanto o fornecimento de informações complementares aos mapas que já existem quanto à criação de mapas temáticos para auxílio a processos de planejamento da dinâmica climática.

A revisão bibliográfica consistiu na leitura de materiais referentes aos conceitos de climas regionais, massas de ar, recursos hídricos, pluviometria, análise ambiental, o que instigou à elaboração da referida pesquisa. Além disso, outros trabalhos que tratam sobre a bacia do Rio Doce serviram de base para desenvolver o material. Para o desenvolvimento e estruturação do banco de dados, os mesmos foram tabulados utilizando o software Microsoft Excel e, logo após a composição das tabelas, os dados foram transferidos para as “tabelas de atributos” que compõem o software, condição para sua posterior manipulação utilizando recursos computacionais do software *ArcGis* 10.1 em ambiente *Windows*. A ferramenta utilizada disponível neste programa foi o IDW, um interpolador de dados que integra e estima valores desconhecidos a partir de informações geográficas, que, no caso deste trabalho, referem-se às informações de precipitação para períodos variáveis.

A análise do produto gerado, na forma de cartas de isoietas representativas dos totais médios anuais de chuva, apoiado nos dados das Normais Climatológicas (médias de 30 anos anuais e mensais) e, também, em dados do ano de 2014 do INMET, de forma a possibilitar o confronto dos dados. Utilizou-

se arquivos *shape* (polígonos) contendo os limites municipais e estaduais, além da porção espacial da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, projetado em coordenadas SIRGAS 2000. A área de estudo trabalhada recebeu um recorte espacial, de modo a facilitar a análise das isoietas geradas a partir da inserção das informações de precipitação, bem como permitir a identificação de áreas que recebem maior volume de precipitação em contrapartida das que tem menor volume pluviométrico registrado.

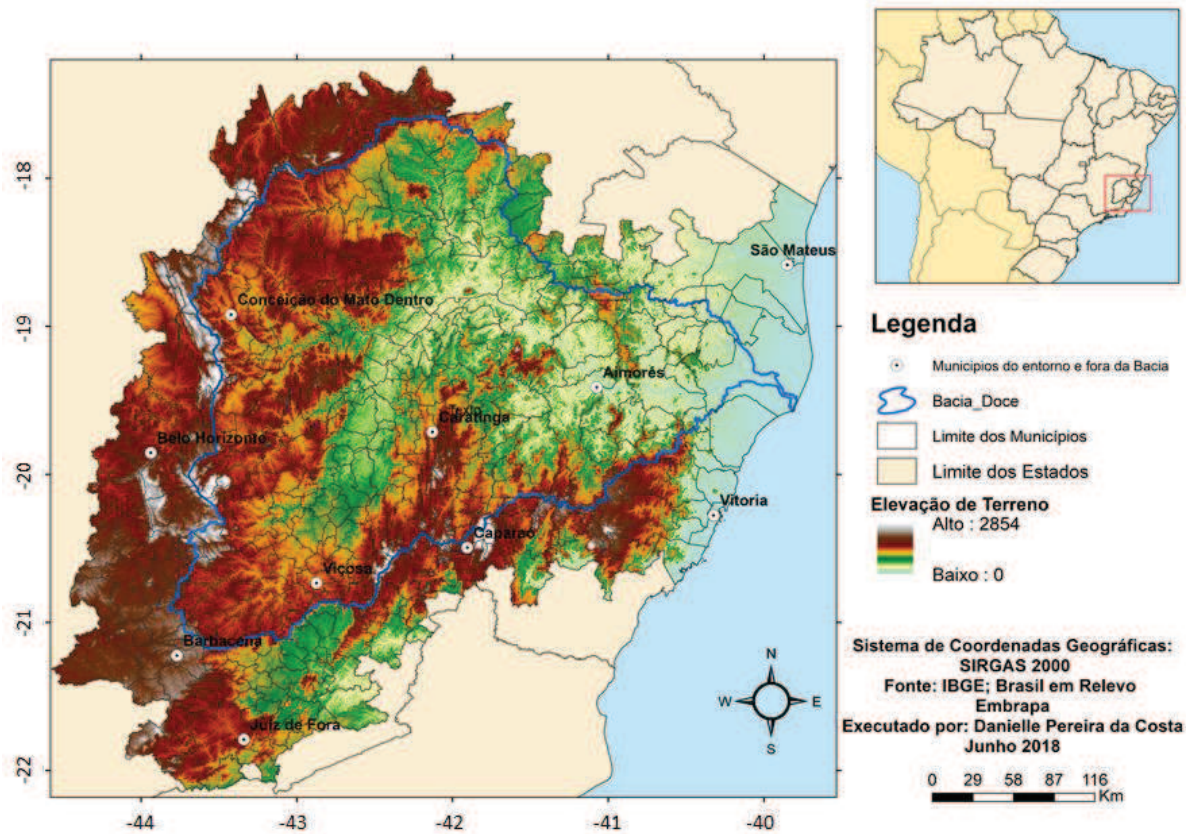
Para representar o resultado final, utilizou a paleta de cores do vermelho (menor concentração de chuvas) ao azul (maior concentração de chuvas) e classes intervalares iguais para os mapas produzidos a fim de facilitar a comparação das informações em todas as cartas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 27 mapas gerados, incluindo o mapa de elevação (figura 02), fundamental para compreensão da influência do relevo como fator de variação espacial das chuvas, foram selecionados para análise os mapas relativos à variação anual das chuvas com base nos dados das Normais Climatológicas 1961-1990 (DNMET, 1992; INMET, 2009), para comparação com a distribuição média anual no ano de 2014. Num segundo momento, foram selecionados para análise o mês de dezembro, habitualmente chuvoso, e utilizando novamente os valores de dezembro relativo ao período de 1961-1990 para comparação com os dados do mês de dezembro de 2014. A análise desse material, discutida a seguir, propiciou uma compreensão inicial da variabilidade das chuvas na bacia do rio Doce.

Devido à sua posição na faixa de clima tropical, a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, de acordo com Nunes et al. (2009), pode-se apontar como fatores climáticos os (a) atributos geográficos da paisagem (principalmente o relevo) e a (b) dinâmica dos centros atmosféricos. Dentre os principais sistemas atmosféricos verifica-se a atuação da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), cuja influência pode se estender da região da Amazônia até o centro do oceano Atlântico Sul, na porção subtropical oceânica ou permanecendo na região sudeste. A alta variabilidade da atividade convectiva desse sistema de baixa pressão durante o verão, associada à elevada precipitação em interação com superfícies de topografia elevada, reforçam o impacto das chuvas.

Figura 02: Modelo digital de elevações na bacia do Rio Doce e entorno. Fonte: Acervo do autor.

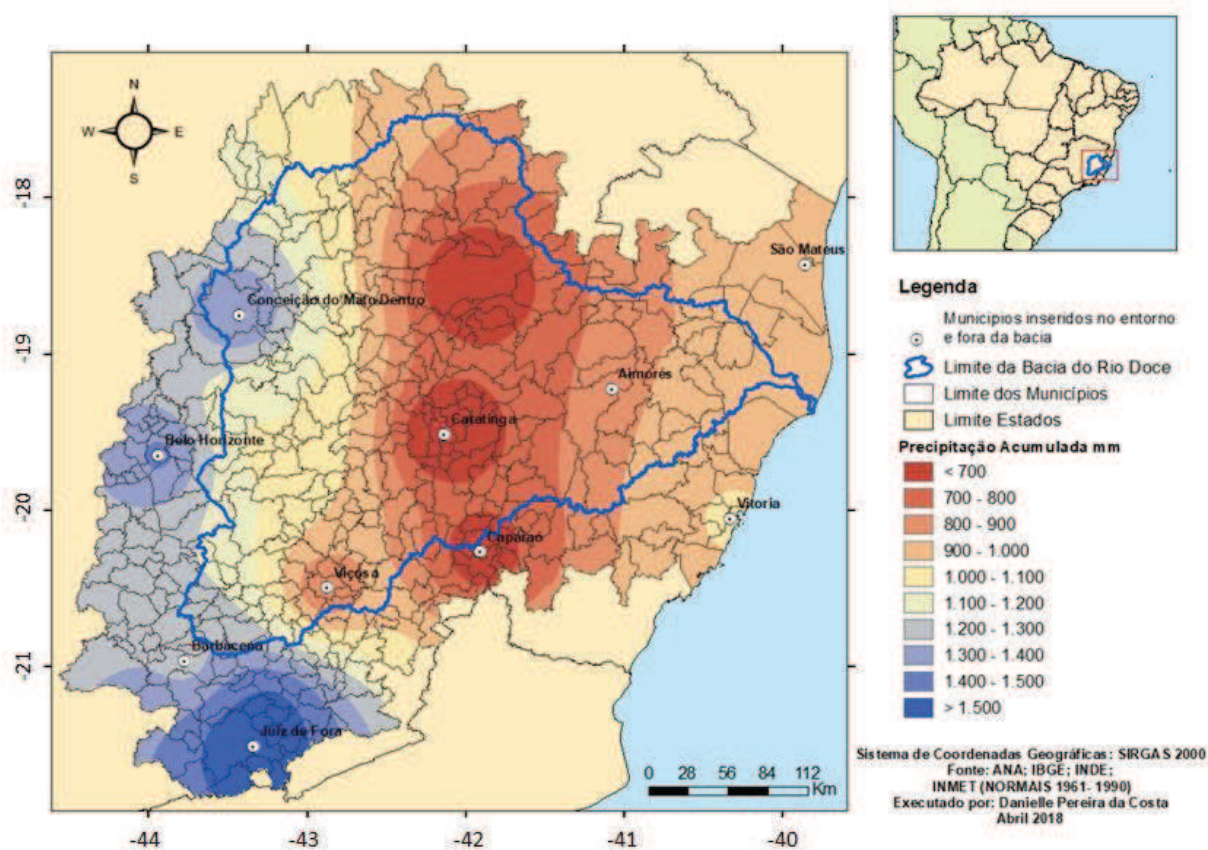


A presença da ZCAS assume grande importância uma vez que a maior parte das terras do sudeste (mais especificamente na bacia do Rio Doce) depende da variabilidade desse sistema para o abastecimento de água. A baixa precipitação do ano de 2014 na (quase) totalidade da bacia, em grande parte se deveu a fraca atuação da ZCAS naquele ano, juntamente com a ausência e/ou a baixa intensidade da atividade de outros centros atmosféricos de baixa pressão como as Linhas de Instabilidade (LI) e as frentes frias e sistemas convectivos, inibidas pela ação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). A permanência e características de circulação anticiclônica do ar desse sistema, convergente em altitude e descendente com divergência em superfície, reforçando a alta pressão em superfície, dificultou a aproximação de outros sistemas atmosféricos (já mencionados), inclusive os sistemas locais de brisa, como pode ser observado na precária atuação desses sistemas no ano de 2014 com severa redução na média pluviométrica.

Outro aspecto que cabe destaque refere-se à influência da maritimidade/continentalidade e do relevo. No caso dos municípios de São Mateus e Vitória, como mostram as figuras 3 e 4, verifica-se pelo valor pouco mais elevado das isoietas a influência desse fator em função da advecção de vapor e umidade pelos sistemas de brisas locais, cuja influência se reduz na medida em que se dirige para o interior do continente. Esse fator não pode ser desvinculado do fator altitude, uma vez que, no trajeto do ar úmido

para o interior da bacia, os totais de chuva voltam a diminuir em Caratinga, situada na vertente a sotavento de um conjunto de vários interflúvios locais transversais à bacia do rio Doce, separando da drenagem com a bacia do rio Paraíba do Sul que, de acordo com o mapa de relevo do Brasil (IBGE, 2006), recebe a denominação de Serra do Caparaó e Serra do Castelo. Esse conjunto abriga uma das maiores elevações do Brasil - o Pico da Bandeira, entre os estados de Minas Gerais e o Espírito Santo. Nas áreas mais elevadas da bacia (Juiz de Fora, Barbacena, Belo Horizonte e Conceição do Mato Dentro) os totais de chuvas voltam a se elevar pelo efeito orográfico exercido pelas Serras do Espinhaço, Quadrilátero e Mantiqueira.

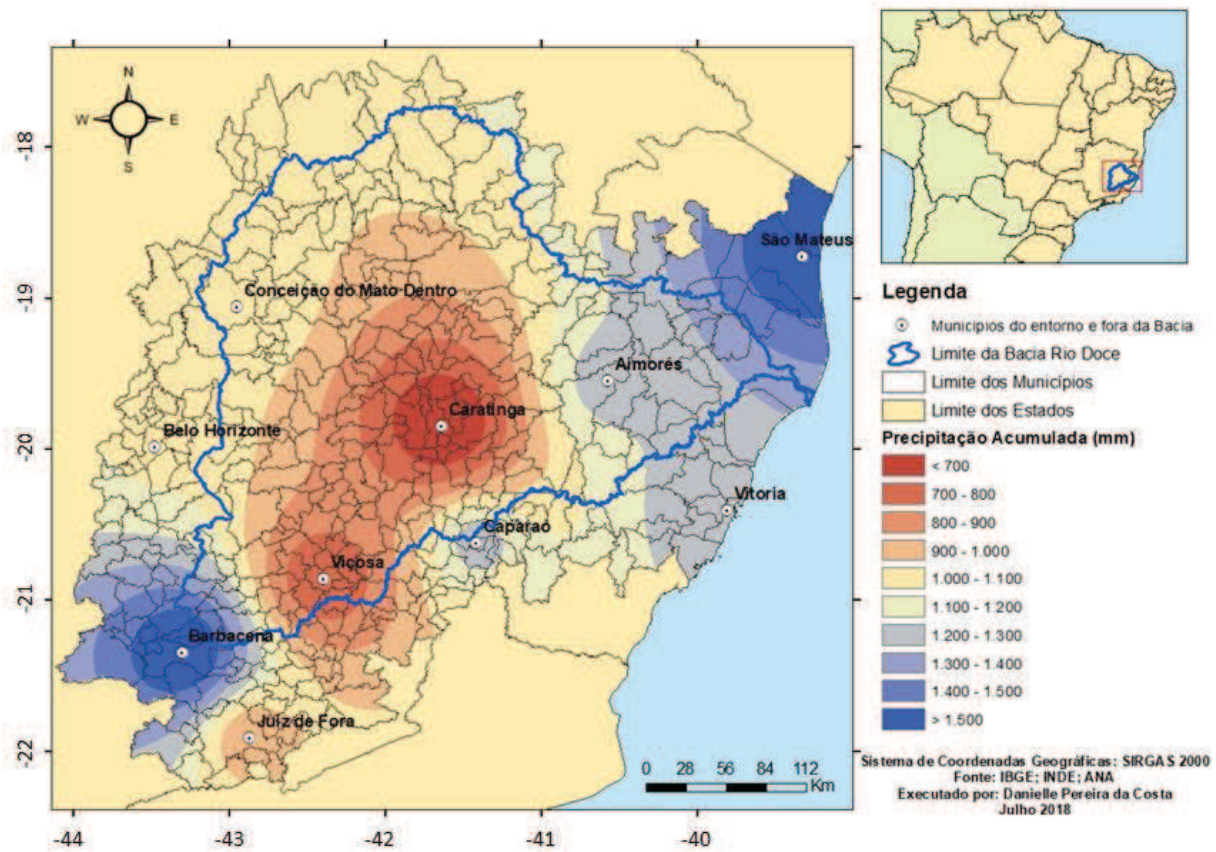
Figura 03: Distribuição da precipitação anual (1961-1990). Fonte: INMET, 2009; adaptado por: Costa, 2018



Entretanto, no ano da seca de 2014, apesar desses fatores estarem presentes, sua atuação foi parcial, como pode ser observado pela distribuição das isoietas (figuras 04), em decorrência da atuação do ASAS, que inibia o desenvolvimento de convecção a partir da superfície e aproximação de outras massas de ar.

Na parte central da bacia não houve mudanças significativas com relação à precipitação, que, no caso a cidade de Caratinga, permaneceu com valores próximos abaixo de 700 mm (figura 04), influenciada pela posição de sotavento na bacia, com interposição do relevo frente à entrada das massas de ar (figura 02). Por ser uma região com relevo distinto, em meio a áreas montanhosas circundadas por fundo de vales (ESPINDOLA, 2015), as variações de formas e altitude resultam em diferenças de clima, influenciando nos índices pluviométricos, particularmente na medida em que se afasta das depressões do rio Doce e se dirige para as bordas da bacia.

Figura 04: Precipitação acumulada no ano de 2014 (Bacia do Rio Doce e entorno). Fonte: Acervo do autor.

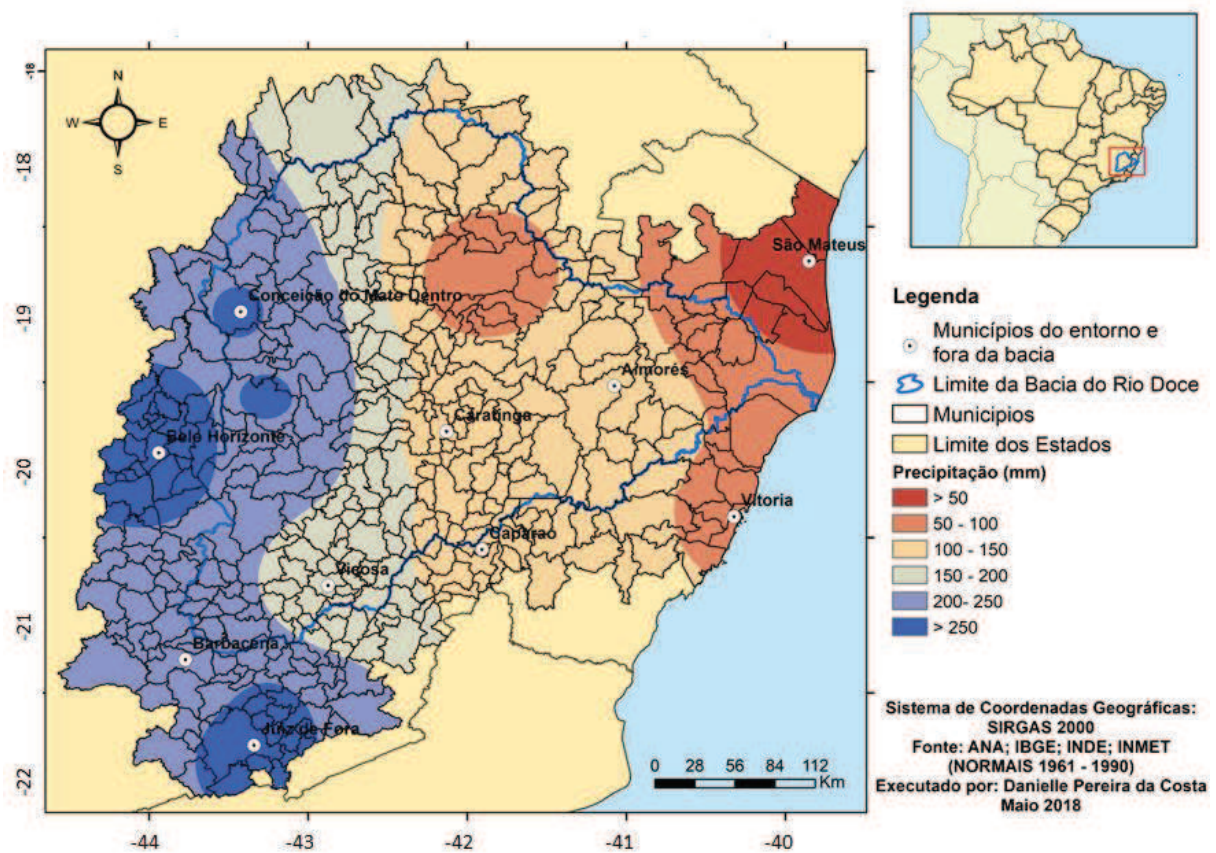


Entretanto, a mudança realmente significativa no ano de 2014, ocorreu nos setores mais elevados da bacia, com menor aporte de chuvas, e no litoral, com pronunciado efeito dos sistemas de brisa oceânica, mas insuficientes para abastecer toda a bacia, indicado pela disposição e valor das isoietas da figura 04, praticamente restrita área de Barbacena no alto vale da bacia, diferente das Normais Climatológicas (figura 03), abarcando todo o arco entre Juiz de Fora e Conceição do Mato Dentro. Teoricamente a interação dos sistemas atmosféricos com o conjunto orográfico aumenta a turbulência do ar intensificando as chuvas no oeste da bacia. Mesmo assim as médias de precipitação ficaram abaixo

das médias em 2014, com 938 mm em Belo Horizonte (média anual de 1463,7 mm), 754,3 mm em Caratinga (média de 1046,4 mm) e 990,6 em Vitória (média anual de 1252,3 mm).

A fim de detalhar a análise no ano de 2014, foi escolhido o mês de dezembro (figura 05 e 06), por ser um mês habitualmente chuvoso em todas as localidades da bacia do rio Doce, com elevados valores de precipitação (juntamente com janeiro), principalmente na parte sudoeste e noroeste da bacia, por apresentar características orográficas mais elevadas.

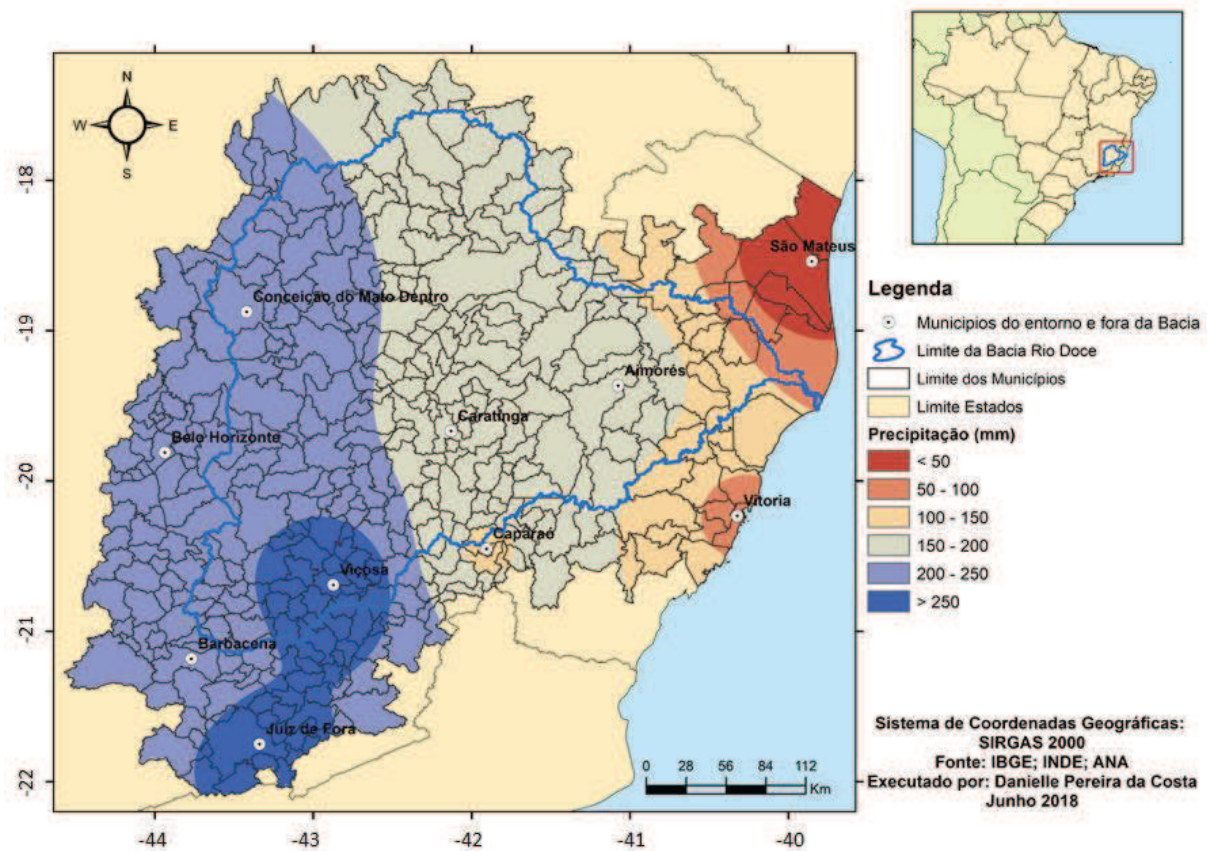
Figura 05: Precipitação acumulada média do mês de dezembro (1961-1990). Fonte: Inmet, 2009 adaptado por Costa, 2018.



Em comparação com as duas situações de acumulado mensal das precipitações (figuras 05 e 06), é nesta época do ano que atua a ZCAS na região sudeste, uma faixa atmosférica que permanece estacionária por períodos de vários dias seguidos, advectando umidade do oceano. Marengo et. al. (2015) especula sobre a influência da Amazônia no aporte de umidade para o sudeste brasileiro nas situações de atuação das ZCAS, provocando chuvas na estação do verão. Nessas condições, segundo o autor, num verão normal as chuvas na região Sudeste são favorecidas pelo fluxo de umidade proveniente da Amazônia, muitas vezes transportado pelo JBN (corrente de Jato em Baixos Níveis), que contribui para o desenvolvimento da ZCAS, a ativação dos sistemas frontais que vêm do Sul (FF) ou para alimentar as típicas pancadas de chuva de final de tarde, mas que naquele ano atípico, com atuação do anticiclone no

sudeste, dificultou a entrada de ventos trazendo umidade do oceano e forçando a permanência desses sistemas em outras partes do país.

Figura 06: Precipitação acumulada do mês de dezembro de 2014. Fonte: acervo do autor.



Neste caso, deve-se acrescentar que a climatologia associada à atuação das ZCAS é complexa, uma vez que esse sistema inclui um conjunto de subsistemas acoplados, permanecendo sobre o Sudeste a parte associada à atuação da frente fria e das Linhas de Instabilidades, não recebendo, em princípio, qualquer influência da Amazônia. A fraca atividade desses dois sistemas, entre outros de menor escala (sistemas de brisa, convecção tropical, complexos convectivos etc.) em função da situação de bloqueio que se instalou no Sudeste é que produziu o evento de seca. O suposto transporte de umidade da Amazônia, se não devidamente avaliado, pode dar margem a especulações errôneas sobre a influência do desmatamento e a redução das chuvas no sudeste do Brasil, uma vez que a gênese das chuvas guarda estreita relação com a dinâmica das massas de ar e não com a biomassa vegetal, minimizando a responsabilidade dos governos estaduais na gestão dos recursos hídricos.

Tal fato sugere a ação do veranico climatológico na redução da precipitação da bacia hidrográfica do Rio Doce, como pode ser observado na figura 06, como uma estiagem abrangendo mais da metade da bacia até o ponto de exutório do rio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições relativas à precipitação se somam como um atributo essencial na análise do clima, observadas em toda bacia do rio Doce. Entretanto, além das situações específicas observadas, relativas à condição de bloqueio atmosférico, outro fator de intensificação dos impactos decorrentes da falta de chuva refere-se à baixa de umidade no solo, reserva de onde a vegetação extrai água na ausência de chuvas.

Em vários anos anteriores ao episódio de 2014, os totais de chuvas ficaram acima das médias, no entanto, em função da falta de planejamento. Esse excedente não foi aproveitado simplesmente por que não foram criadas as condições para aproveitamento desse recurso, como a construção de novos reservatórios e/ou a ampliação daqueles já existentes, ficando a sociedade vulnerável aos desvios na variação desse atributo.

Por outras palavras, não se trata apenas de um problema de ordem climatológica, envolvendo outros sistemas ambientais e, inclusive, a própria sociedade. As questões relacionadas ao abastecimento hídrico em áreas urbanas e agrícolas são fundamentais em qualquer atividade humana e os impactos causados são compatíveis com a expressiva falta de preparo diante do atual quadro de variação climática, que requer maior ênfase na execução de medidas para que não cause problemas e adaptação para diminuir a fragilidade da população atingida por secas.

REFERENCIAS

- ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: De Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Revista Geonomos*, v. 6, n.2, p. 17-22, 1988.
- BORSATO, V. A. **A dinâmica climática no Brasil e massas de ares**. 1º. ed. Curitiba-PR: CRV, 2016.
- CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- COELHO, A. Situação hídrico-geomorfológica da bacia do rio Doce com base nos dados da série histórica de vazões da estação de Colatina-ES. *Caminhos de Geografia*, 7.19, 2006.
- COELHO, A. L. N. Bacia hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental integrada. *Geografares*, 7, 2009.
- CONTI, José Bueno. Resgatando a “Fisiologia da Paisagem”. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v.14, p.59-68, mai. 2001.
- CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da bacia do rio Doce**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, Tese de Doutorado, 2008.
- CUPOLILLO, F.; ABREU, M. L.; VIANELLO, R. L. V. Climatologia da bacia do rio Doce e sua relação com a topografia local. *Geografias*, v.4, n.2, p.45-60, 2008.
- DNMET – Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961- 1990)**. Brasília-DF, 1992.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília, DF: INMET, 2009.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C.A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A; ALVES, L.M.; MENDIOND, E. M.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, n.106, p.31-44, 2015.

REBOITA, Michelle Simões et al. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terrae Didatica**, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 34-50, jun. 2015. ISSN 1980-4407. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8637425>>. Acesso em: 27 ago. 2018. doi:<https://doi.org/10.20396/td.v8i1.8637425>. NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

NUNES, L. H; VICENTE, A. K; CANDIDO, D. H. Clima da região sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; SILVA DIAS, M.A.F. (Orgs.) **Tempo e clima do Brasil**. 1.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.