



## OS MOVIMENTOS, AS ÁREAS DE ATUAÇÃO E AS PROPRIEDADES DAS MASSAS DE AR NO BRASIL

BORSATO, Victor da Assunção<sup>1</sup>; MASSOQUIM, Nair Gloria<sup>2</sup>

### RESUMO

O Brasil é um país de grande extensão territorial, localizado em zona de baixa latitude, por isso, climatologicamente diverso. Na sua grande extensão, ele recebe as influências de ares polares, ares oceânicos e também continentais. O país não apresenta grande homogeneidade para a gênese de massas de ar, por isso, o Brasil não é centro de ação daquelas que atuam no seu território. O objetivo da pesquisa foi estudar e cartografar, por meio da quantificação e espacialização das participações dos sistemas atmosféricos que atuaram no Brasil em 2010. Ano climatologicamente habitual, por isso, esse ano apresenta as médias, porém, para a compreensão da dinâmica, abordou-se as participações das massas de ar em janeiro e em julho, meses que representam a estação quente e a fria. Verificou-se que no período mais quente, as massas de ares de baixa pressão se ampliam e dominam os estados do tempo, no inverno são as de alta pressão, principalmente a massa Polar atlântica. As espacializações dos sistemas atmosféricos foram plotadas em “cartas climáticas do Brasil” para o verão 2010, por meio da ferramenta *software* Qgis.

**Palavras-chave:** Climatologia dinâmica; Atributos climáticos; Massas de ar..

## THE MOVEMENT PROFILES, THE AREAS OF ACTIVITY AND THE PROPERTIES OF THE AIR MASSES IN BRAZIL

### ABSTRACT

Brazil is a country of great territorial extension, located in a low latitude zone, and thus, climatologically diverse. Along its great extension, it receives the influences of polar airs, oceanic airs and also the continental ones. The country does not show a particular homogeneity for the air masses genesis and therefore, Brazil is not the center of action of those that act in its territory. The aim of this research was to study and map, using quantification and spatialization, the participation of the atmospheric systems that acted in Brazil in 2010. This was a climatologically regular year and thus, this year presents the averages. However, for the understanding of the dynamics, we studied the participation of the air masses in January and July, months that represent the hot and cold seasons. We found out that in the hottest period, the low pressure air masses expand and dominate the weather conditions. In the winter, they are the high pressure air masses, mainly the Atlantic Polar mass. We also plotted the spatialization of the atmospheric systems in “Brazilian Climate Charts” for the summer of 2010, using the Qgis software.

**Key words:** Dynamic climatology; Climatic attributes; Air masses.

<sup>1</sup> Professor Associado do colegiado de Geografia da UNESPAR – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Campo Mourão. Doutor em Ciências Ambientais - Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pelo Nupelia (Universidade Estadual de Maringá, 2006), Pós-doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná. E-mail: [1308victor@gmail.com](mailto:1308victor@gmail.com).

<sup>2</sup> Professora Adjunta do colegiado de Geografia da UNESPAR – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Campo Mourão. Doutora em Geografia pela USP (2010). E-mail: [nmassoquim@gmail.com](mailto:nmassoquim@gmail.com).

## 1. INTRODUÇÃO

A dinâmica das massas de ar é o principal centro de interesse da Climatologia Geográfica. Elas, por meio de suas propriedades fornecem os quesitos básicos dos estados do tempo. Sendo que, cada massa de ar se particulariza pelas suas propriedades, manifestadas por meio da pressão atmosférica, da temperatura e também da umidade relativa (BORSATO, 2016).

Considerando-se que no Brasil atuam seis massas de ar e cartografá-las e especializá-las para suas áreas de abrangências ou de atuação ao longo dos doze meses do ano de 2010, foi o principal objetivo.

Constatou-se por meio de buscas em artigos especializados, não haver para o Brasil estudos que abordam a espacialização das cinco massas de ar ou suas espacializações para o Brasil. Por isso, estudos dessa natureza fornecerão contribuições fundamentais para a Climatologia Geográfica e também para suprir carências de estudos e conhecimentos, especialmente para as regiões norte e Nordeste. Essas duas regiões são as mais carentes em estudos da dinâmica das massas de ar. As contribuições mais efetivas para essas regiões são as de Serra e Ratisbonna (1945).

Outra importante contribuição foi cartografar as participações das massas de ar, interpoladas para o território brasileiro em cartas climáticas. Nelas foram plotados a espacialização em porcentagem para as cinco massas de ar e para o sistema frontal. A produção dessas cartas soma-se aos objetivos do trabalho.

Nesta laboração, a participação das massas de ar que atuaram no Brasil em 2010 foram investigadas a partir de quatorze localidades distribuídas nas cinco regiões brasileiras. Cujo objetivo foi quantificar a participação nos estados do tempo e espacializá-los para o território brasileiro.

No extremo norte do Brasil atua, principalmente no verão austral, a massa Equatorial do atlântico norte, cujo centro de ação são os ventos alísios de NE, os quais sopram a partir do Anticiclone do Atlântico Norte (Anticiclone dos Açores) (NIMER, 1979). Essa massa de ar não foi quantificada, considerando que a mesma é raramente citada nas pesquisas climatológicas. Mesmo assim, apontam-se os meses de mais atuação e as principais características que a mesma manifesta nos estados do tempo.

Dentre as cinco massas de ar consideradas neste estudo, a primeira considerada foi a Equatorial continental, ela atua na região Norte do Brasil e na estação mais quente se amplia e pode atuar até no Rio Grande do Sul.

A segunda, foi a Equatorial atlântica, ela atua mais intensamente no Nordeste do Brasil, porém, na estação mais fria, ela se amplia e avança para o interior do Centro Sul do Brasil, imprimindo suas características nos estados do tempo.

A terceira, foi a Tropical atlântica, mais atuante no leste do Sudeste. A exemplo da massa Equatorial atlântica, ela também se amplia na estação do inverno e propicia estabilidade atmosférica na área de atuação.

A quarta, foi a Polar atlântica, sistema de alta pressão e mais atuante no inverno. Essa massa de ar é responsável pelas ondas de frios que assolaram o Sul do Brasil no outono e inverno, principalmente. O contraste térmico e de densidade dos ares dessa massa de ar em contato com os ares continentais, mais aquecidos, geram os sistemas frontais, os quais foram contabilizados e especializados em Cartas do Brasil.

Para desfechar, apreciou-se a massa Tropical continental, sistema de baixa pressão, baixa umidade relativa. Essa massa de ar pode propiciar condições de estiagem para o Sul do Brasil e também ondas de calor para o Centro Sul do País.

## **2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CLIMATOLOGIA E AS MASSAS DE AR**

As massas de ar que atuam nos climas do Brasil têm seus centros de origem fora do território brasileiro, exceto a massa Equatorial continental. Na medida em que elas avançam, impõe suas características, por outro lado, assimilam as características por onde perpassam. Dessa forma, suas propriedades são frequentemente modificadas em seus atributos, que se alteram à medida que uma massa assimila traços da área por onde ela perpassa, assim, ela pode ganhar ou perder umidade ou calor, aumentar ou diminuir a pressão atmosférica. Por isso, essas propriedades são manifestadas nos estados do tempo ou “tipos de tempo”.

Os ditos “tipos de tempo”, “moldam” boa parte das atividades do dia a dia da população e são os estados do tempo que qualificam as massas de ar. Admite-se que a Climatologia Geográfica tem como objetivo estudar as influências do clima nas relações que o homem estabelece com seu espaço.

Espaço não restrito ao abrigo e sim ao espaço de vivência, as relações de trabalho, os meios de produção, ou seja, “o espaço geográfico”.

Para Steink e Fialho (2017), precisamos aceitar o clima como um elemento do espaço geográfico. Dessa forma, compreende-se o clima:

Assim como o planeta Terra, o fenômeno humano é dinâmico e suas formas de afirmá-lo ocorrem exatamente na transformação quantitativa e qualitativa do espaço habitado. Assim, entender o clima como um fator e elemento constituído do espaço geográfico, implica em compreender seu funcionamento e as condições às quais se relaciona com a natureza e com as ações humanas sobre o meio geográfico, composto da cultura e da vida social. ” (STEINKE e FIALHO, 2017 p 76).

Cada massa de ar propicia uma variabilidade nas propriedades dos atributos do tempo. Elas se individualizam por meio de três elementos básicos; pela pressão atmosférica, pela temperatura e pela umidade relativa. Porém, dentro de uma mesma massa de ar, esses atributos variam na intensidade, no espaço e no tempo. Sartori (1981), propôs que os tipos de tempos fossem organizados em famílias de “tipos de tempo” e em conformidade com o sistema atmosférico. A autora op. cit. descreve, por exemplo, que o anticiclone polar, proporciona, para o Rio Grande do Sul, ventos leves, muitas calmas, queda abrupta da temperatura mínima, orvalho e nevoeiros ao amanhecer, entre outras. Todas essas propriedades podem ser intensificadas ou até dissipadas, a depender da energia engendrada à massa de ar. Borsato (2016), denomina essas variações que se processam nos atributos do tempo como “estados do tempo”. Dessa forma, as variações da temperatura, da umidade e suas consequências nos demais atributos podem oscilar sem que o estado do tempo seja alterado. Considerando-se que o estado do tempo concebe as variações diárias que se processam nos elementos do tempo.

Dessa forma, as oscilações temporais desses elementos qualificam as massas de ar em concordância com suas características de pressão, temperatura e umidade. Também deve-se considerar as características assimiladas, as quais, modifica-as, ao longo do trajeto. Exemplificando; quando se referir à temperatura e ao vento. Para a massa Polar atlântica atuando na região de Campo Mourão, cidade do interior do Paraná, poderemos ter no mesmo dia, baixa temperatura ao amanhecer com neblina e calmaria; no meio do dia, temperaturas em elevação e umidade relativa em queda, o qual poderá baixar para menos de 60% e ventos moderados, soprando do rumo sul ou sudoeste; para o meio da tarde, a temperatura pode oscilar acima de 25°C e a umidade relativa, baixar para menos de 30%. Essa condição, para a maioria da população é desconfortável. Dessa forma, as características do ar, ao longo do dia sustentam amplas modificações. Porém, essa sucessão de tipos de tempo, caracteriza o “estado do tempo” proporcionado por aquela massa de ar, num determinado momento e local.

Na Climatologia, a complexidade aumenta à medida em que se aproxima da escala topológica, considerando que o clima permeia várias grandezas nas abordagens. É versado desde a escala local à global. Por isso, para a caracterização do clima local é necessário que se investigue as condições geográficas locais, a partir da camada pedogeológica, cobertura do solo, vegetação, drenagem, topografia das vertentes, para, por fim, investigar os sistemas atmosféricos e a circulação geral, ou seja, os fatores do clima. Na abordagem local é possível caracterizar os tipos de tempo, porque a temperatura, o vento e a umidade relativa são as primeiras respostas das interações da massa de ar com as peculiaridades das feições topológicas.

Para uma área de grande extensão, recomendam-se a escala sinótica que equivale à grandeza regional. Na Climatologia Geografia essa amplitude é analisada ou interpretada por meio das massas de ar atuantes. Para toda área de atuação de uma massa de ar, os estados do tempo refletem suas propriedades e as modificações assimiladas ou adquiridas ao longo do seu trajeto e no tempo de permanência sobre o local ou região.

Ao abordar, sobre a dinâmica das massas de ar, Nimer (1966) sugere que as participações sejam contabilizadas em porcentagem, porém, ele não executou esse trabalho para o Brasil. Hoje, com a disponibilidade de computadores e softwares específicos para a plotagens e elaboração de mapas e cartas com precisão, é possível ampliar as áreas de investigação e espacializar as participações das massas de ar com mais fidedignidade. Alvares et. al., (2013) elaboraram mapas da classificação climática de Köppen para o Brasil a partir dos dados da temperatura e precipitação de 2.950 estações meteorológicas, pesquisa outrora impossível sem o auxílio de softwares específicos.

Na Climatologia, não há pesquisa que quantifica, para o Brasil, a participação e a espacialização das massas de ar. Há estudos pontuais. Este trabalho, quantificou em porcentagem as participações das massas de ar para todo o território brasileiro. Por outro lado, como foi elaborado para o período de um ano, pouco tempo para a caracterização ampla e representativa, no entanto, os resultados é uma amostragem da espacialização das massas de ar no Brasil.

Por se tratar de um artigo, não há espaço para se discorrer sobre a gênese de cada massa de ar e também, as condições específicas delas para cada região geográfica do Brasil e menos ainda, para a escala local. Por isso, este ensaio tratou de abordar, de cunho genérico, as principais características dos estados do tempo, proporcionado por cada massa de ar, a partir de quatorze localidades distribuídas nas cinco grandes regiões brasileiras. Das quais, treze circunscreve o território do Brasil, exceto Brasília na região central do Brasil. Dessa forma, as massas de ar foram contabilizadas a partir da entrada para o interior do país.

As massas de ar estão condicionadas à circulação geral, modificadas pelas interações que se processam com os elementos geográficos, tais como a configuração do relevo e a maior ou menor exposição da superfície aos raios solares. Por isso, apresentam propriedades que representam as áreas dos seus centros de ações e se modificam, envelhecem ou dissipam-se.

A superfície em exposição aos raios solares, considerando que quase a totalidade da energia térmica é proveniente do Sol. O ângulo da incidência solar e a duração, varia diariamente, consequência da eclíptica da Terra. Dessa forma, mesmo que grandes extensões do território brasileiro se localizam em regiões de baixa latitude, as consequências do maior ou menor ângulo solar são refletidas no aquecimento, portanto, na temperatura, na pressão e nos movimentos (ventos). Dessa forma, a intensidade da massa

de ar, suas áreas de atuação em território brasileiro se alteram no dia a dia e se pronuncia para as estações do ano.

Os resultados mostram que as participações das massas de ar oscilam, da escala diária à interanual, no entanto, uma mesma localidade pode perpassar por até três massas de ar em poucos dias. Por isso, elas se sobrepõem. A sobreposição se dá, considerando o território, porque quando uma massa de ar avança, aquela que ocupava a área recua ou é assimilada. Dessa forma, para uma localidade onde diversas massa de ar se manifestam jamais fruirá simultaneamente duas massas de ar. Há período em que a massa se encontra envelhecida e em dissipação ou escoando-se, por isso, pode-se admitir que a localidade experimenta um momento de transição entre duas massas de ar.

Essas faixas onde ora é dominada por uma, ora por outra massa de ar, pode ser denominada de área de transição. Essas faixas se ampliam, contraem-se ou se deslocam em consonância à posição astronômica da Terra/Sol, ou seja, são comandadas pela estacionalidade.

O deslocamento estacional é uma característica que se evidencia a partir da espacialização das massas de ar para uma grande extensão territorial, como o caso do Brasil. Da mesma forma que a Zona de Convergência Intertropical oscila em relação ao equador geográfico em até 8° para o hemisfério norte e 2° para o Sul (MELO, et al, 2009). As áreas de atuação das massas de ar se ampliam e se contraem, ainda em proporções maiores. Para o caso do Brasil, além dos deslocamentos latitudinal, elas também oscilam oeste/leste ou leste/oeste. O exemplo mais característico é a massa Polar atlântica, no inverno ela avança pelo sul do Brasil e preferencialmente pelo interior do continente. Na estação do verão, raramente segue a rota interiorana, o percurso preferencial é pelo litoral e Atlântico.

Para o Brasil que não é centro de ação das principais massas de ar que nele atuam, deve-se admitir que ao adentrar no território elas ganham ou perdem força. Enquanto as de baixa pressão se intensificam as de altas se debilitam. Essa condição pode ser melhor assegurada quando se considera as Leis da Física mecânica.

A atmosfera, camada gasosa que envolve a Terra é regida por Leis e princípios que norteia a Física mecânica. Essa ciência, por meio da observação e experimentação interpretam as fontes da energia que alimenta o mecanismo atmosférico e os fenômenos que se manifestam na matéria nesse estrato. Para essa camada gasosa que envolve a Terra, há duas fontes primárias de energia que, por meio de leis naturais são transformadas em movimentos e trocas, uma é a “energia” solar e a outra o movimento de rotação da Terra. Esse movimento e as trocas de energia condicionam a dinâmica da atmosfera, cuja resposta se manifesta no clima. Edmon Nimer considera: “Qualquer acontecimento natural pode ser convertido num contrassenso quando analisado fora das condições que o rodeiam; ao contrário, se considerado em ligação com os demais poderá ser compreendido e justificado” (NIMER, 1966 p.9).

As interações desencadeiam reações que, de maneira geral, é a energia engendrada na atmosfera sendo “dissipada” (transformada), principalmente por meio dos movimentos (ventos), das precipitações, das descargas elétricas, etc. Segundo Nimer (1966), para fenômenos atmosféricos não há manifestação isolada e a escala de grandeza perpassa por qualquer das escalas de abordagens, do micro à macro escala. Dessa forma, o vento que desloca uma pena às grandes tormentas, são trabalhos realizados pela energia assimilada ou transferida à atmosfera.

Considerando os sistemas atmosféricos em conjunto e a dinâmica climática do Brasil, verifica-se que há uma legião de pesquisadores que defendem a manutenção das florestas Amazônicas, eles consideram que o desmatamento poderá perturbar a dinâmica atmosférica local, num primeiro plano e em sequência debilitar a Corrente de Jato de Baixo Nível, esteira de ar carregado de umidade e responsável pelo abastecimento de umidade e calor, o norte da Argentina, Paraguai, Uruguai e o Sul do Brasil, principalmente (NICOLINI e SAULO, 2000; SALIO et al., 2002; MARENGO & SOARES, 2002; MARENGO et al., 2004).

Nessa frente de abordagem, há uma gama de fenômenos que poderão ser estudados, mas, para esta proposta, o enfoque foi para as massas de ar que atuam nos climas do Brasil. Como o objeto é dar suporte à Climatologia Dinâmica, adotamos a definição de clima do Sorre: “On appelle climat la série des états de l’atmosphère, au-dessus d’un lieu dans leur succession habituelle” (SORRE, apud PÉDELABORDE, 1970, p. 19).

A série de estados do tempo são as propriedades das massas de ar que atua em determinada região, manifestadas nos elementos do tempo. Cada massa de ar apresenta características próprias, as quais oscilam na intensidade e nas dimensões, maior ou menor área de domínio. A intensidade é relativa à temperatura e a pressão atmosférica. Para aquelas que as características principais é a baixa temperatura, especificidades das massas de ar frias, quanto mais baixa for a temperatura mais intensa é a massa de ar. O mesmo princípio se aplica para aquelas massas de ar quente, para elas a intensidade é dimensionada pelas elevadas temperatura e na pressão “baixa”. Esse dinamismo é a primeira consequência da variação diária, da intensidade da energia solar recebida e irradiada, implicando em maior ou menor aquecimento da superfície, a depender do ângulo de exposição ao sol que por sua vez, depende da estacionalidade.

O aquecimento diferencial se reflete nos atributos do tempo, que por sua vez, manifesta na dinâmica das massas de ar. Para o Brasil, a estacionalidade é condição básica para a ampliação do domínio dos sistemas de baixa pressão atmosférica para a estação do verão e para os de alta no inverno (BORSATO, 2016).

Os objetivos foco da abordagem na Climatologia Dinâmica deve-se considerar os atributos do clima e de certa forma, integralizados. Não há como interpretá-los dissociados dos mecanismos

atmosféricos. Borsato (2016) considera que, para ampliar a compreensão da dinâmica das massas de ar seja fundamental interpretar os mecanismos físicos básicos, aqueles que regem a atmosfera, fundamentado nos princípios e no entendimento da Meteorologia.

Para Caracristi (2002), a Climatologia Dinâmica se fundamenta na teoria das massas de ar e nos fenômenos frontogenéticos. “A compreensão dos processos da gênese do clima revela a dinamicidade atmosférica e impõe um caráter explicativo às análises, passando, estas, de meramente quantitativas para fundamentalmente qualitativas” (CUNHA e VECCHIA, 2007 p. 5). Embora Nimer (1966), sugere que as participações das massas de ar sejam contabilizadas em porcentagem, ou seja, priorizando o quantitativo. Para Monteiro (1962), a dinâmica atmosférica nos possibilita compreender a gênese dos fenômenos, ou seja, o qualitativo.

As massas de ar no Brasil começaram a ser estudadas a partir de Serra e Rastisbonna, (1945), Serra (1945), Schröder (1956), Nimer (1966, 1971 e 1979), Monteiro (1971), Titarelli (1972), Tarifa (1975), Conti (1975), Zavattini e Zavattini (1982) Zavattini e Menardi (1985), Sant’Anna Neto (1995), Sette (2000), e Borsato (2006), além de outros. Porém, poucos se propuseram a investigar o Brasil no todo e para a compreensão qualitativa.

Para identificar uma massa de ar, parece haver dois roteiros básicos, o primeiro é por meio da interpretação dos estados do tempo a partir da grandeza mensurada nas estações meteorológicas, para cada elemento do tempo atmosférico. Como as massas de ar têm propriedades específicas de pressão temperatura, umidade e direção predominante dos ventos, esses são elementos guias para a sua identificação. O outro é, por meio da leitura e interpretação das cartas sinóticas, as quais retratam os estados do tempo num dado momento para uma região. Ler e interpretar as cartas não é uma tarefa simples, são necessários vivência e clareza sobre movimentos atmosféricos e as principais forças que desencadeiam seus movimentos, equilíbrio hidrostático e geostrófico, circulação geral da atmosfera, divergência e convergência, massas de ar, sistemas ciclônicos, anticiclônicos e frentes (BORSATO, 2016).

Para este ensaio “os movimentos, as áreas de atuação e as propriedades das massas de ar no Brasil” mostram os resultados da quantificação das participações das massas de ar que atuaram nos climas do Brasil em 2010, ano tipo padrão normal (MONTEIRO, 1976). Espera-se que a dinâmica e a espacialização apuradas para o ano de 2010 representem a participação média e habitual para o Brasil. Embora sabe-se que os resultados de apenas um ano pode apresentar desvios que somente depois de se analisar uma série, poderão ser ajustados ou melhor interpretados.



### 3. METODOLOGIA

A dinâmica e a participação das massas de ar nos estados do tempo para o Brasil foram investigadas na escala temporal e na espacial. Para a temporal foi a diária, para a espacial, a sinótica. A partir da leitura e interpretação das Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil das 12h (TMG<sup>3</sup>) e das imagens de satélite Goes-10 (CPTEC-INPE, 2018). Metodologia proposta por Pédelaborde (1970).

Para o registro foram elaboradas tabelas em planilhas do Excel® e atribuídos valores numéricos, correspondentes ao tempo de participação das massas de ar em horas. Seus devidos valores foram calculados em porcentagens.

Os sistemas atmosféricos considerados foram aqueles que atuaram em 2010 e que habitualmente atuam no Brasil: Sistema Frontal (SF), massa Tropical continental (mTc), massa Tropical atlântica (mTa), massa Polar atlântica (mPa) e massa Equatorial continental (mEc), leitura pautadas também por autores que discutem a temática. (VIANELLO, 2000; VAREJÃO-SILVA, 2000; FERREIRA, 1989).

Para a leitura das cartas sinóticas foram consideradas quatorze localidades e suas respectivas coordenadas, como segue: Uruguaiana - RS (-29,75 e -57,08°), Chuí - RS (-33,74° e -56,45°), Campo Mourão - PR (-24,03 e -52,50°), e Três para o Nordeste do Brasil; Fortaleza - CE (-3,77 e -38,55°), Natal - RN (-5,92 e -35,20°), Salvador - BA (-13,00° e -38,51°). Como as massas de ar extrapolam a área de estudos, foram incluídas mais 8 localidades; duas no Sudeste do Brasil, São Paulo (-23,50° e -46,62°), Vitória - ES (-20,19° e -40,33°); duas no Centro Oeste; Diamantino - MT (-14,40° e -56,45°), Brasília DF (-15,79° e -47,93°) e quatro na região Norte; Tarauacá - AC (-14,40° e -56,45°), Benjamin Constant - AM (4,38°-70,03°), Caracaraí - RR (1,83° -61,13°) e Breves - PA (-1,68° e 50,48°).

Para a espacialização dos dados utilizou-se o interpolador IDW (inverso da distância ao quadrado) no *software* livre Qgis®, no qual também foram elaboradas as cartas climáticas do Brasil.

### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na escala mensal ou estacional, as posições médias das massas de ar podem ser mais precisas. Embora, para algumas áreas do território do Brasil, restrita a uma massa de ar como a Região Norte e o norte do Nordeste são as áreas melhor representadas.

As cartas sinóticas mostraram que o norte do estado do Amazonas e região próxima foram influenciados pela massa Equatorial do atlântico norte. “Zona dos alísios de NE, cujo centro de ação é o

---

<sup>3</sup> Tempo Médio de Greenwich (TMG) ou Greenwich Mean Time (GMT) em inglês, também conhecido por Hora de Greenwich.

anticiclone do Atlântico Norte (dos Açores), fonte da massa Equatorial norte (mEn) (NIMER, 1979 p.9). Essa massa de ar não é referenciada em pesquisas climatológicas. Dessa forma é necessário que a Climatologia Geográfica se dedique a ampliar investigações sobre a participação dessa massa de ar nos climas do Brasil. Mesmo sendo evidente que sua participação se limita ao extremo norte do Brasil.

A massa Equatorial norte se diferencia da massa Equatorial continental basicamente pela umidade relativa e instabilidade. Para a mEn, a umidade se concentra na camada próximo à superfície, considerando que o centro de ação é a Alta Subtropical do Atlântico Norte (Anticiclone dos Açores). Por isso, a nebulosidade é baixa e os dias são mais ensolarados. Enquanto a mEc é úmida e profunda. As correntes convectivas, característica comum dessa massa de ar contribui para a homogeneização da umidade em altitude.

Foi constatado que a participação da mEn para o estado em Roraima é amplo, principalmente na estação do verão do hemisfério sul. Embora não foi apurado a sua participação e também não foi espacializada temporalmente.

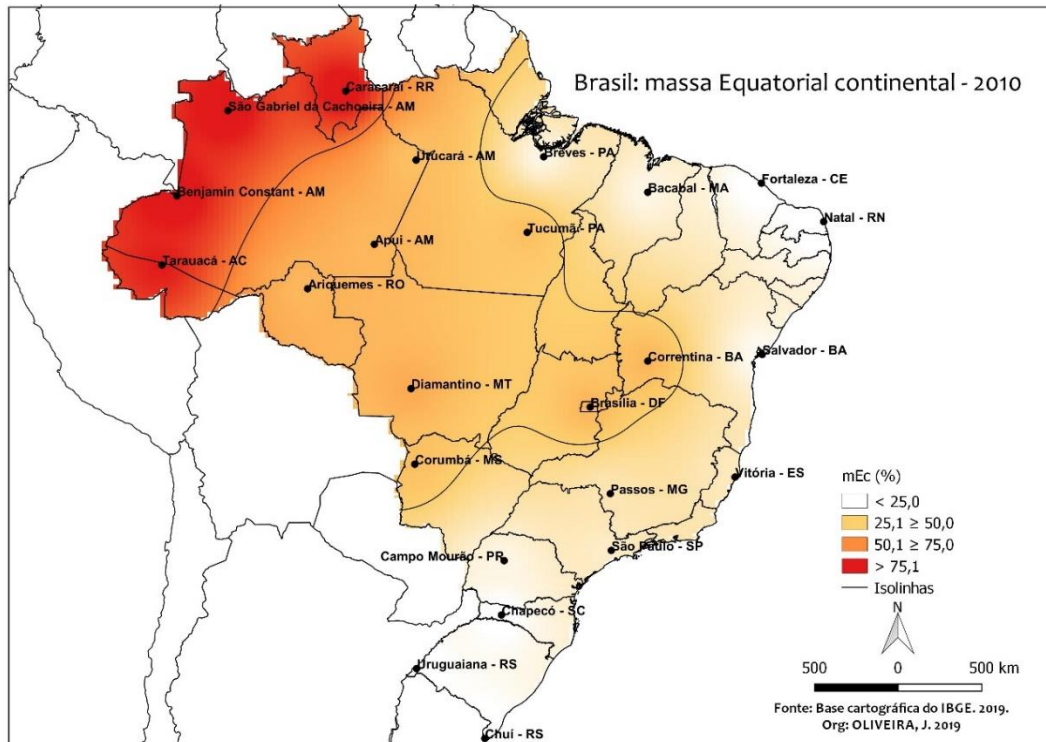
#### **4.1 Massa Equatorial continental**

A massa Equatorial continental é influenciada pelo intenso aquecimento amazônico que, proporciona-lhe temperaturas elevadas e sensação de abafamento. Em razão disso, a pressão é baixa e a convecção do ar é intensa. As taxas de umidade e nebulosidade são altas, as chuvas torrenciais são diárias.

As áreas de atuação são facilmente identificadas nas imagens de satélite, principalmente nos canais visíveis ou infravermelho, dada a alta taxa de nebulosidade. Na estação do verão, essa massa de ar se amplia e seus atributos dominam os estados do tempo em todo o Centro Oeste brasileiro, abarca a borda ocidental do Nordeste. Nesse ínterim, o Sudeste também é periodicamente dominado pelos ares equatoriais, principalmente pelo corredor de umidade. Configuração denominado na meteorologia como Zona de Convergência do Atlântico Sul, e por fim, o Sul do Brasil, região que na estação do verão é frequentemente invadida pela expansão da mesma.

A carta do Brasil com a espacialização da mEc para o ano de 2010 (Figura 1), mostra que o Sul do Brasil e o Nordeste são as duas regiões, cujas participações são baixas ou não há participação. Ela mostra também que, até pela proximidade, o centro oeste é a segunda região com mais atuação dessa massa de ar.

**Figura 1** – Carta climática do Brasil - Espacialização da mEc para 2010



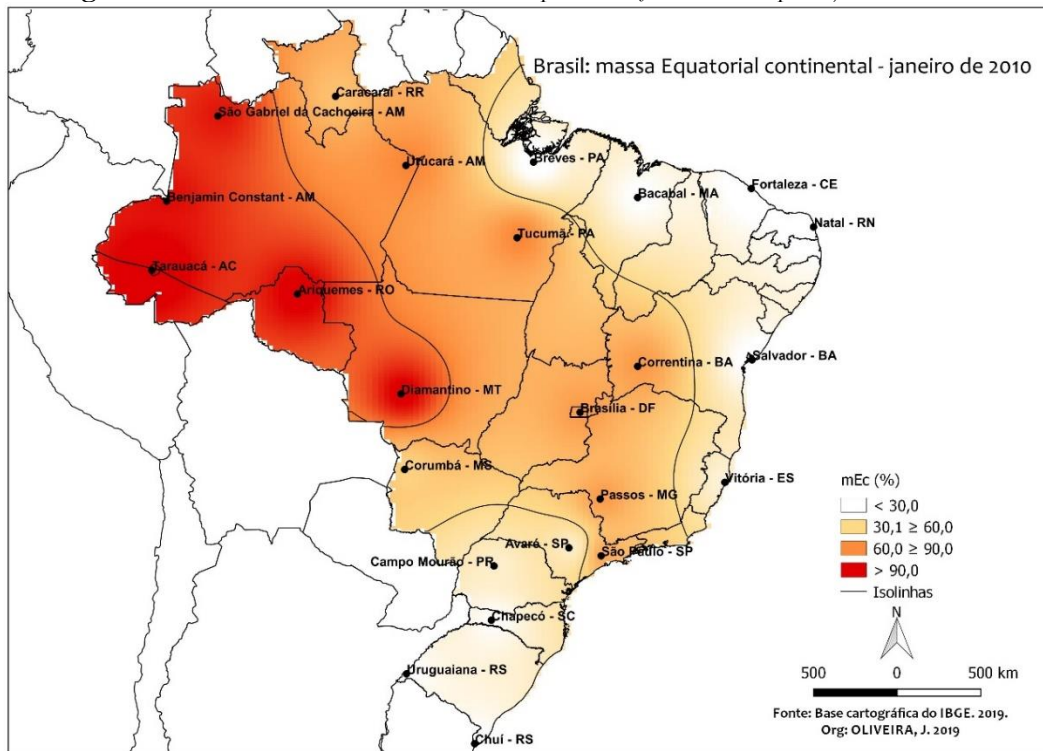
Fonte: autores

Os resultados mostram também que para os meses mais quente essa massa de ar se amplia e toma todo o Centro oeste do Brasil. A Figura 2 mostra a participação no mês de janeiro de 2010. Ele também é o mês mais quente para o Brasil, por isso, é também o de máxima ampliação da mEc, ela atua em praticamente todos os estados do Brasil. Excetuando o extremo norte da Região Nordeste.

Para julho, mês mais frio, as mais elevadas porcentagens foram para os estados do Roraima e norte do Amazonas (Figura 3), período de mínima amplitude em território do Brasil.

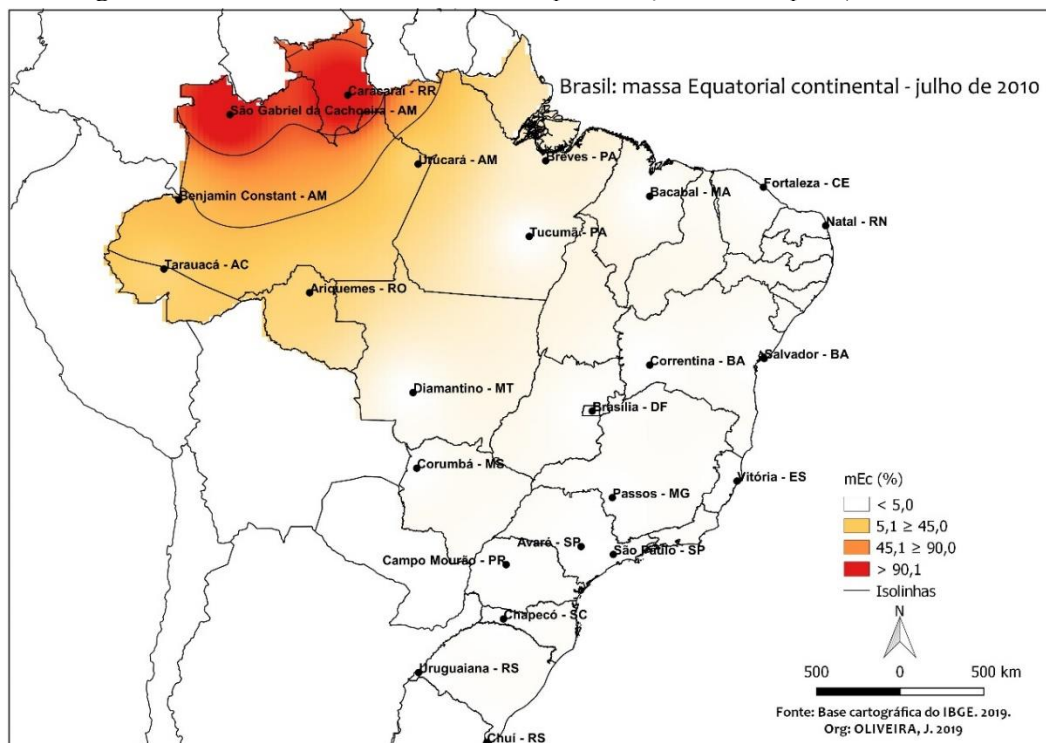
Essa massa de ar dadas as suas propriedades, proporcionam dias mais ensolarados no período da manhã, com gradativo aumento da temperatura ao longo do dia. Para o período da tarde, apresenta mais nebulosidade, também é o período em que as correntes convectivas se intensificam e as nuvens cúmulos evoluem para os cumulonimbus e as chuvas convectivas se desenvolvem.

**Figura 2** – Cartas climáticas do Brasil - Espacialização da mEc para janeiro de 2010



Fonte: autores

**Figura 3** – Cartas climáticas do Brasil - Espacialização da mEc para julho de 2010



Fonte: autores

## 4.2 Massa Equatorial atlântica

A segunda massa de ar estudada e especializada foi a Equatorial atlântica, ela, atua mais intensamente no norte do Nordeste (Figura 4). Os ares dessa massa são procedentes da dispersão da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), ventos alísios de sudeste, por isso, são carregados de umidade na base. Reina em altitude, alta pressão atmosférica, consequência da ampliação do Anticiclone do Atlântico Sul. Denominado pela meteorologia com Alta Subtropical do Atlântico Sul, por isso, produtora de estabilidade atmosférica (BASTOS e FERREIRA, 2000).

As chuvas são produzidas em áreas onde há influência da orografia e também na borda dos Vórtices Ciclônicos de Alto Nível (LOURENÇO, 1996), ou nas confluências com a Zona de Convergência Intertropical.

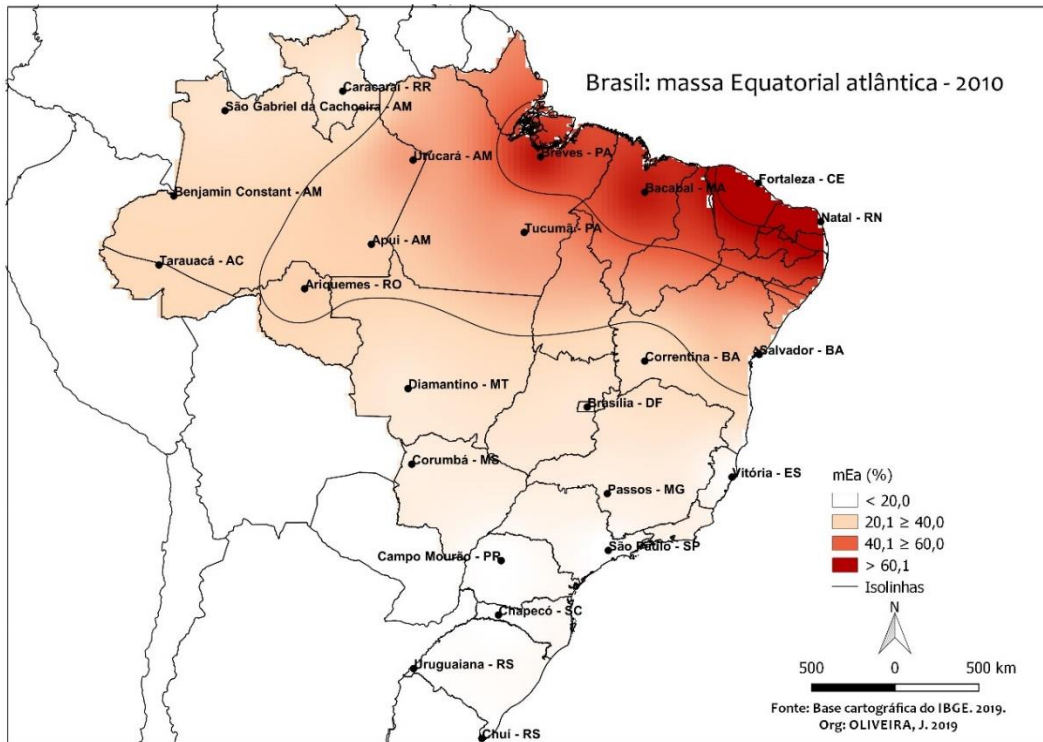
A quantificação da participação da mEa para as 14 localidades, mostrou que ela foi ampla e se estende para além da região Nordeste. Constatou-se que há uma ampla faixa ao sul da região Norte, caracterizada pela transição vegetacional e climática, que, a princípio, se dá entre as massas Tropical atlântica, a Tropical continental e a Equatorial continental.

Por meio da análise mais criteriosa verificou-se que para essa ampla faixa a mEa também participa, estendendo-se por toda essa área, principalmente na estação do inverno. A Figura 5 é a Carta do Brasil com a espacialização para o mês de junho de 2010, a qual mostra que a borda norte do centro Oeste e o Sul da Amazônia foi tomado por essa massa de ar nesse mês.

Na estação do verão, os sistemas de baixa pressão se ampliam, por isso a mEa se limita ao centro e norte do Nordeste do Brasil (Figura 6). Essa Carta mostra a espacialização para o mês de janeiro, o qual melhor representa a estação do verão para essa massa de ar.

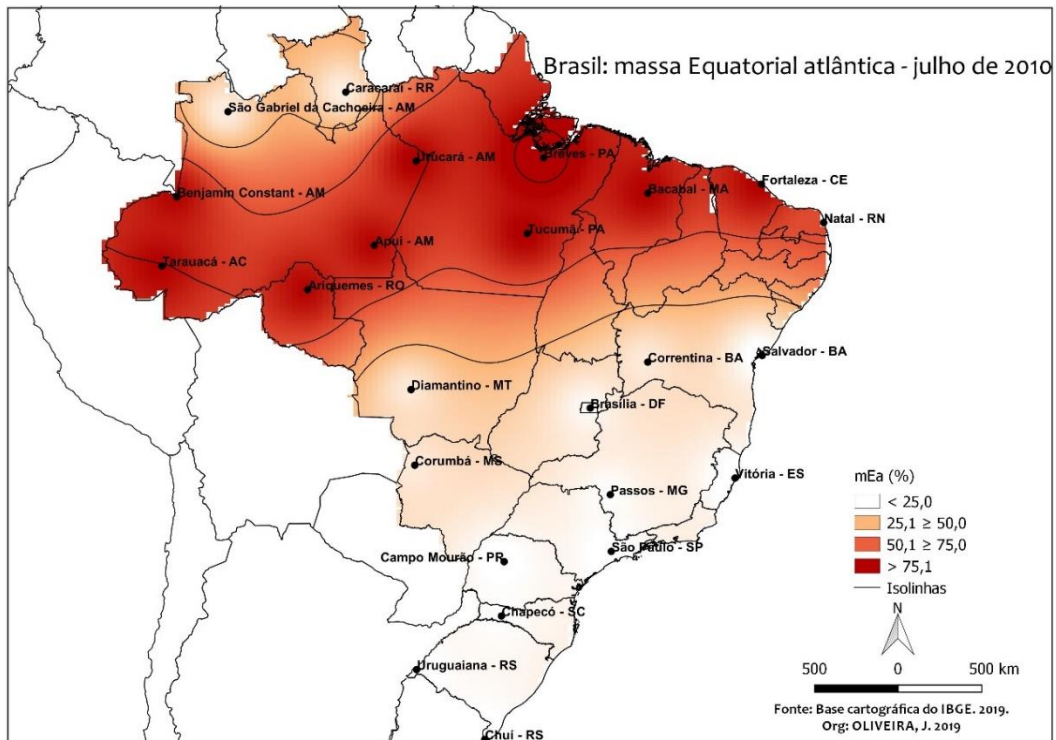
Nessa análise, evidenciou que a mEa avança para interior do continente e pode, às vezes, atuar até no estado do Acre, manifestando suas características, dias ensolarados, elevada temperatura e baixas atividades convectivas. Essa condição favorece a concentração da poluição, principalmente aquela proveniente das queimadas que concentra próximo da superfície, comprometendo a visibilidade.

Figura 4 – Carta climática do Brasil - Espacialização da mEa – 2010



Fonte: autores

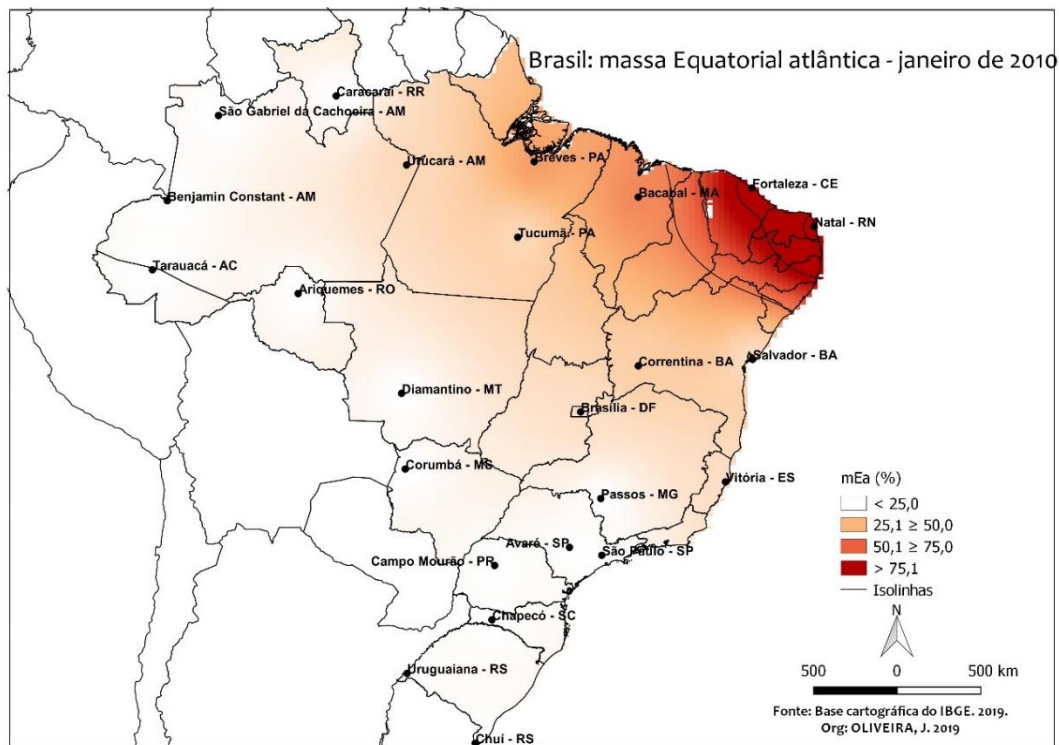
Figura 5 – Cartas climáticas do Brasil - Espacialização da mEa em julho de 2010



Fonte: autores



**Figura 6** – Cartas climáticas do Brasil - Espacialização da mEa em janeiro de 2010



Fonte: autores

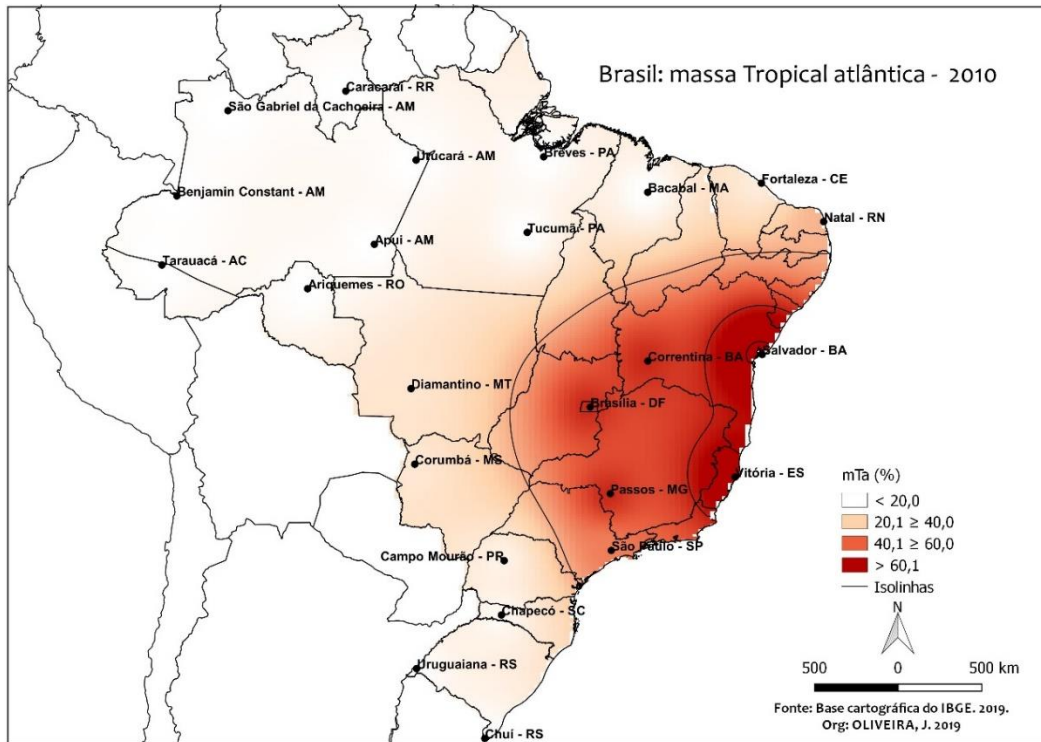
### 4.3 Massa Tropical atlântica

A terceira massa de ar averiguada foi a Tropical atlântica. Ela atua na costa ocidental do Brasil, mais intensamente na costa da Bahia (Figura 7). Embora, às vezes, ela se amplia e atua do Rio Grande do Norte até o litoral do Paraná.

Essa massa de ar mantém as características do centro de ação (ASAS), alta pressão atmosférica e estabilidade. Para Musk (1988) o ar, até aproximadamente 0,5 e 1,5 quilômetro acima da superfície encontra-se em ascensão por convecção local e pela turbulência gerada na superfície. Essa camada ganha umidade com a evaporação que, por consequência da subsidência fica limitada à essa camada de contato com a superfície.

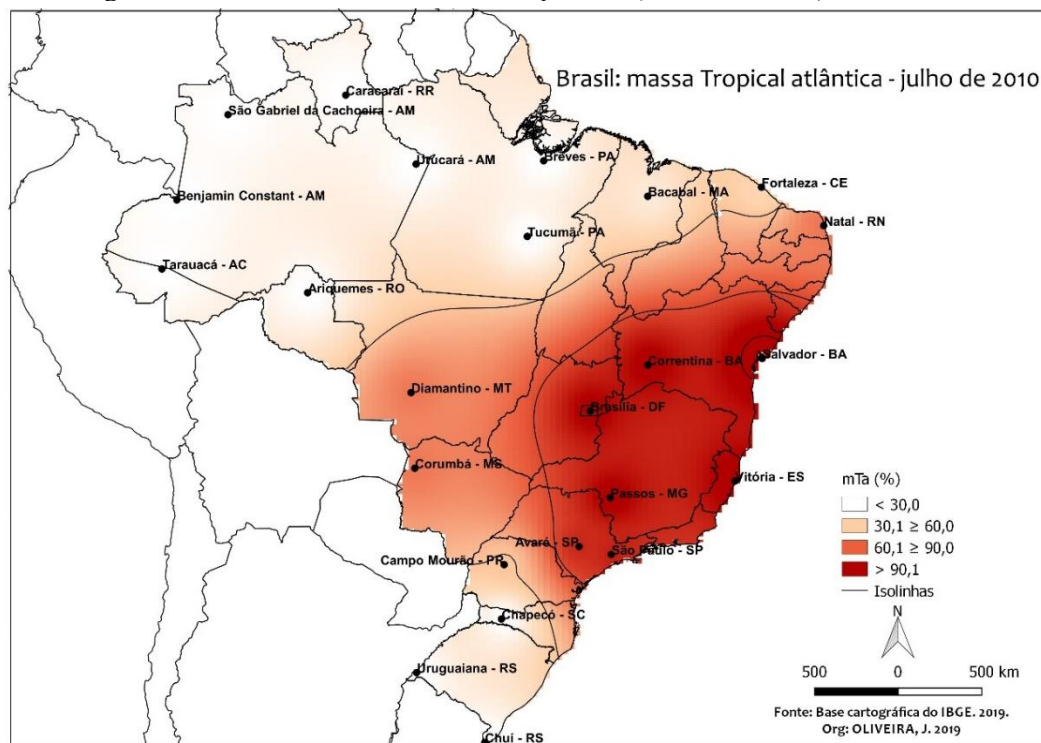
Durante a estação do inverno, o centro da ASAS se aproxima do continente e crista estendem-se para o interior, por isso, nessa estação, a mTa atua até o Centro Oeste do Brasil (Figura 8). Durante o verão, o intenso aquecimento continental favorece a expansão das baixas pressões, que se ampliam pelo interior do continente, por isso, o centro da ASAS se afasta da costa atlântica, diminuindo sua participação (Figura 9).

**Figura 7** – Carta climática do Brasil - Espacialização da mTa - 2010.



Fonte: autores

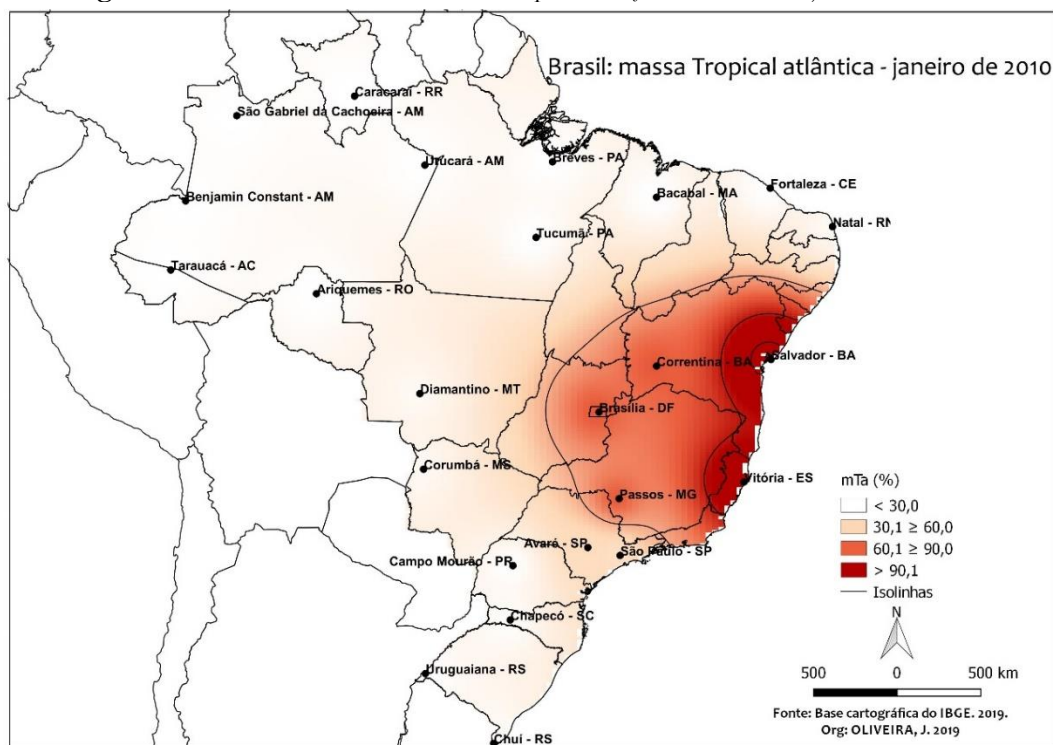
**Figura 8** – Carta climática do Brasil - Espacialização da mTa em junho de 2010.



Fonte: autores



Figura 9 – Carta climática do Brasil - Espacialização da mTa em janeiro de 2010.



Fonte: autores

A comparação das duas cartas, mostradas nas Figuras 8 e 9, evidencia a ampliação dessa massa de ar no mês de julho, conseqüentemente, na estação do inverno.

A Massa Tropical Atlântica, pela ação persistente do anticiclone oceânico, tem ação muito relevante no decorrer de todo o ano. [...] Seus efeitos sobre a região variam segundo a época do ano se bem que, de modo geral, a subsidência superior do centro de ação favoreça a estabilidade do tempo. No verão, a massa torna-se inferiormente instável pelo aquecimento basal que sofre ao contato com o continente e que é agravado, de início, pelo efeito orográfico do sistema atlântico. Durante o inverno, o resfriamento basal aumenta a estabilidade superior contribuindo mais para a ocorrência de bom tempo (MONTEIRO, 1968 p.122).

As correntes de ares da mTa ao avançar para o interior do Brasil aquecem-se, ao ganhar mais calor no continente, a umidade relativa decresce e às vezes baixa aquém de 30%, principalmente nas horas mais quentes. Nessas horas há o desenvolvimento de nuvens do tipo *stratocumulus stratiformis*. Essas nuvens desenvolvem no limite da estagnação/inversão, elas não apresentam grandes desenvolvimento vertical, por isso, são conhecidas como nuvens de tempo bom.

Na estação do inverno, durante o período de intensificação da massa Tropical atlântica, o resfriamento noturno é intenso, por isso, há a formação de neblina mais persistente. Também pode ocorrer a formação de geadas em algumas áreas do Estado de São Paulo e Minas Gerais, principalmente quando ela recebe reforço da massa Polar atlântica.

#### 4.4 Massa Tropical continental

A quarta massa de ar caracterizada é de origem continental, apresenta umidade relativa baixa, exceto durante o período em que a corrente de Jato de Baixo Nível estiver ativa. As temperaturas são geralmente elevadas, frequentemente extrapolam o desvio padrão (BORSATO e HEIRA, 2015). Segundo Sant'Anna Neto (1995). Essa massa de ar se caracteriza por apresentar baixa pressão atmosférica, elevada temperatura com ventos, predominantemente de norte e noroeste, umidade relativa baixa e variável, podendo, sob seu domínio, ocorrer chuva ou não. Borsato (2016) destaca que as chuvas estão condicionadas à manutenção da Corrente de Baixo Nível.

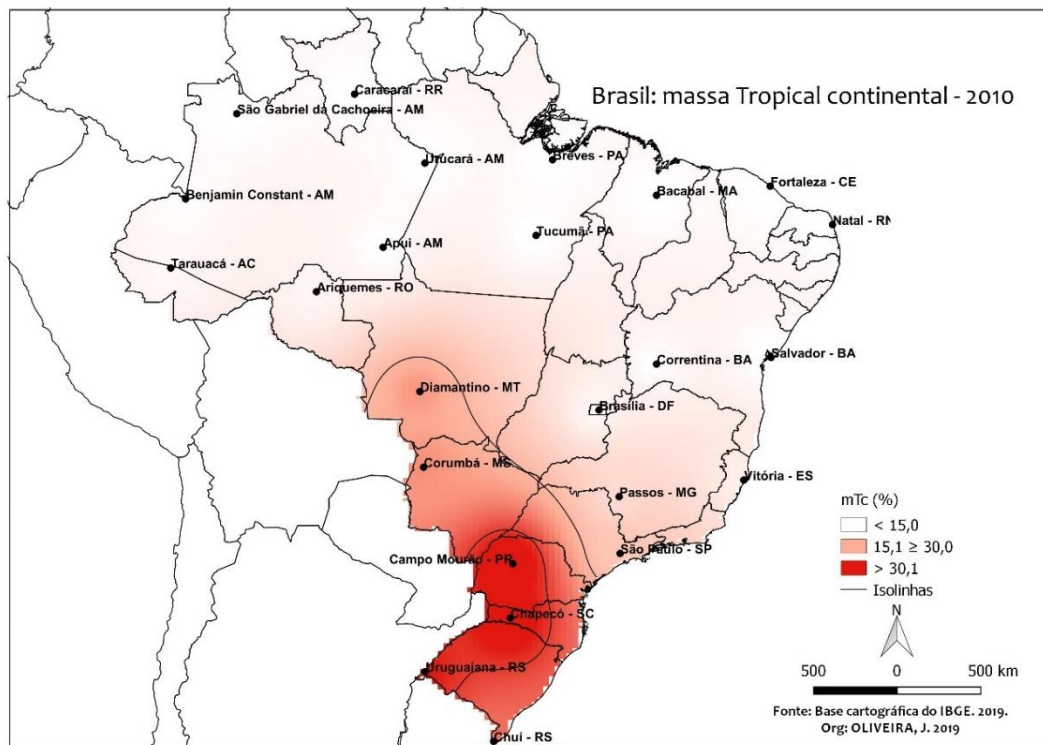
[...] Este fluxo a leste dos Andes tem sido chamado de Jato de Baixos Níveis (JBN). Os JBN podem ser definidos como sistemas de ventos com altas velocidades (acima de 10 m/s) localizadas entre um ou dois quilômetros acima da superfície, possuindo uma extensão horizontal de aproximadamente 500 km, dimensão esta, comum de escalas subsinóticas e de mesoescala. É considerado um intenso escoamento de norte/noroeste, que ocorre a leste da Cordilheira dos Andes, o qual se estende desde a Região Amazônica até a Bacia do Rio Prata. Esta região abriga parte do território da Argentina, Brasil, Bolívia, Paraguai e Uruguai, sendo responsável por 70% do Produto Interno Bruto (PIB) destes países em conjunto (MARENGO & SOARES, 2002, Apud, SANTOS et al, 2008 452p).

Essa massa de ar tem seu centro de origem na região do Grande Chaco. Região classificada pela meteorologia como uma área de depressão térmica. Para Grimm et. al., (2004) durante a estação do verão, uma grande zona de aquecimento migra para as regiões subtropicais e um sistema de baixa pressão térmica se desenvolve na Região do Grande Chaco, formando a “Baixa do Chaco”.

A baixa pressão atmosférica que se manifesta na região é um núcleo de investigação da Meteorologia, pois, é nessa região que se desencadeiam importantes fenômenos meteorológicos, seja pela atração que a baixa pressão exerce sobre os anticiclones migratórios polares, seja como área gênese dos Complexos Convectivos de Mesoescala (MADDOX, 1980), por isso, profissionais pesquisadores da meteorologia buscam interpretar os mecanismos físicos associados à formação da Baixa do Chaco (FERREIRA, 2008; FIGUEROA, et al, 1995; LICHTENSTEIN, 1980; RAO e ERDOGAN, 1989; SALIO et al, 2002; SELUCHI et, Al, 2003; SELUCHI e SAULO, 2010 e 2012).

Essa baixa pressão se amplia a partir da região de origem e avança para as regiões Sul e Centro Oeste do Brasil, podendo às vezes se ampliar e escoar, também para o Sudeste do Brasil. A Figura 10 mostra as áreas de atuação dessa massa de ar para o ano de 2010.

Figura 10 – Carta climática do Brasil. Espacialização da mTc – 2010



Fonte: autores

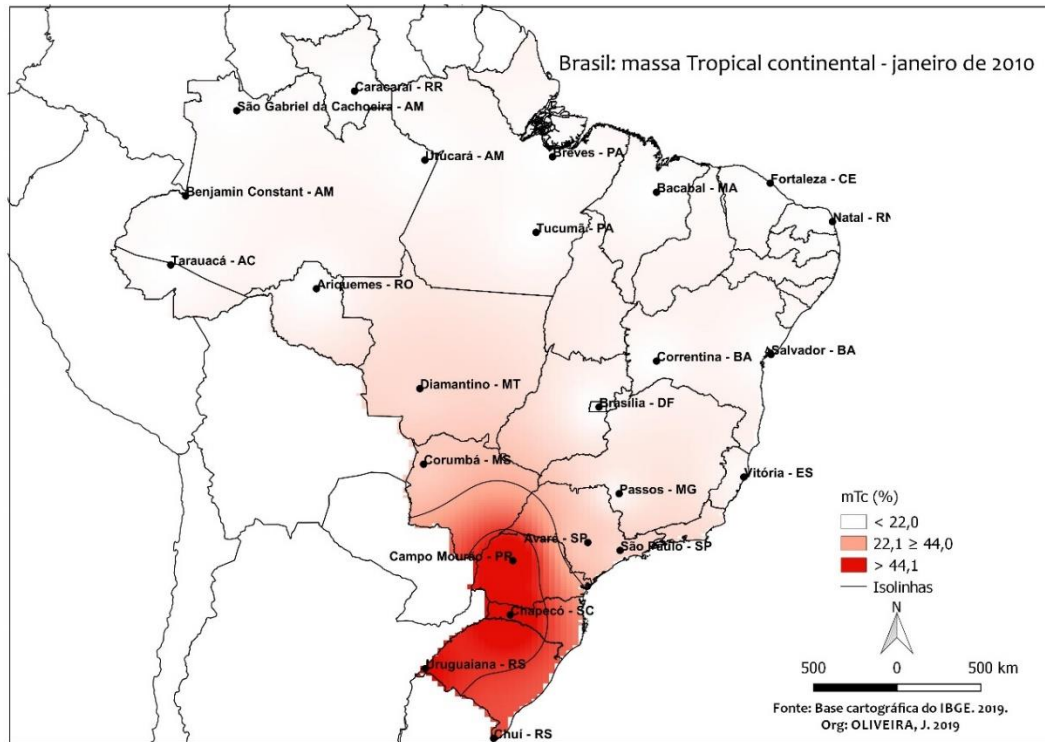
Na estação do verão, período em que a massa Polar atlântica avança, preferencialmente pelo Atlântico, a mTc se amplia e atua nas regiões Sul e no Centro Oeste. Também na borda sul da região Norte e Sudeste do Brasil.

A mTc é uma massa de ar cuja pressão atmosférica, reduzida ao nível do mar, oscilar abaixo de 1013hPa com isóbaras contornando o centro depressionário, localizado na região do Grande Chaco. Por isso, esse sistema atua mais intensamente a partir do oeste das regiões Sul e do Centro Oeste do Brasil.

Essa massa de ar é um sistema ciclonal e semi-temporária, ou seja, ela ressurge, na maioria das vezes, com o envelhecimento da massa Polar atlântica (mPa) que contribui com a ampliação da mTc. Na medida em que a mPa escoar para o leste, os ventos anticlonais desse sistema contornam o centro anticlinal, já posicionado no litoral do Atlântico, por isso, percorrem longos trechos sobre o continente, assimilando as características e aquecendo-se em função já da baixa latitude da região. Esses ares aprofunda o centro depressionário.

Na estação do verão, devido a ampliação e domínio da massa Equatorial em toda a região Centro Oeste, a mTc se limita ao Sul do Brasil e não raro, as estiagens registradas no Rio Grande do Sul, Uruguai e Argentina estão associadas ao domínio dessa massa de ar. A Figura 11 mostra a espacialização da mTc em janeiro de 2010.

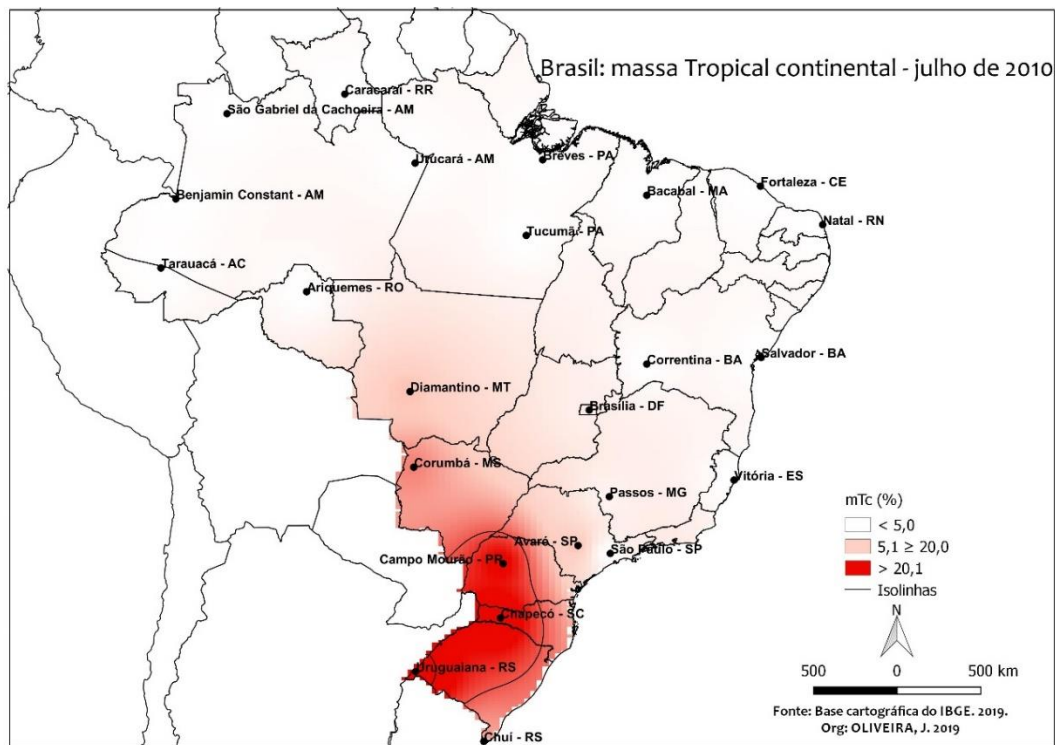
**Figura 11** – Cartas climáticas do Brasil. Espacialização da mTc, para janeiro de 2010



Fonte: autores

Para a estação do inverno, a participação decresce para o Sul. Em contrapartida, a mEc também se limita ao extremo norte, por isso sua expansão se amplia em direção ao norte, atuando em toda borda oeste do Brasil (Figura 12). É interessante ressaltar que a participação cronológica oscila abaixo de 25,0%.

**Figura 12** – Cartas climáticas do Brasil. Espacialização da mTc, para julho de 2010



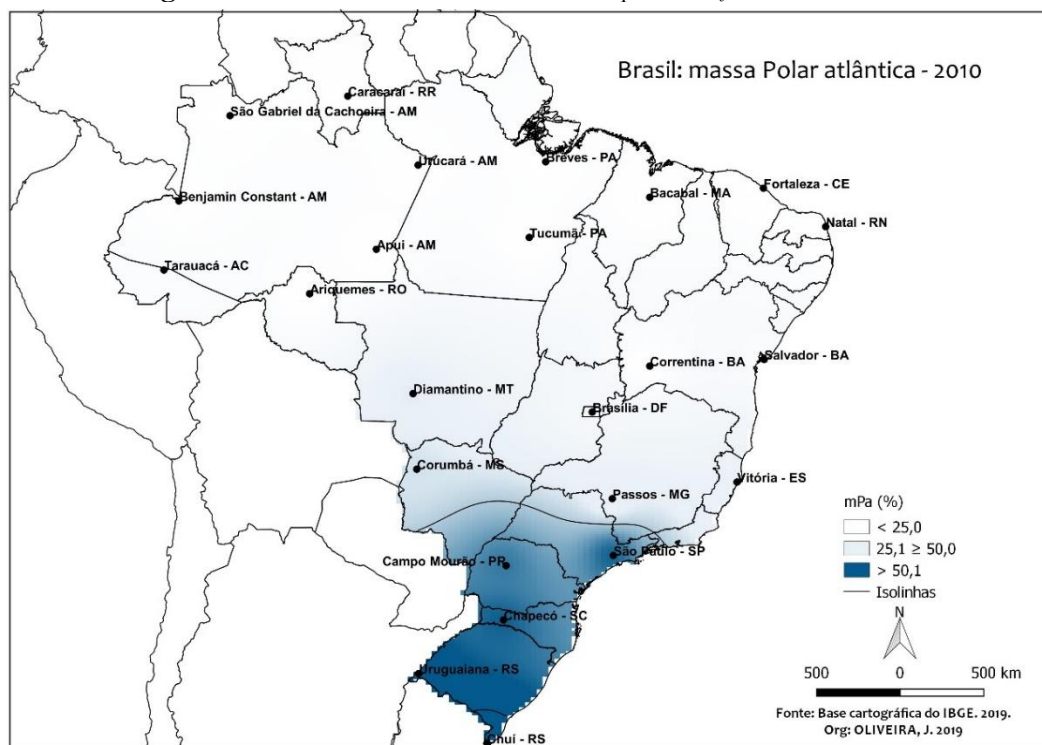
Fonte: autores

#### 4.5 Massa Polar atlântica

A quinta massa de ar analisada e quantificada foi a Polar atlântica, cujo centro de origem está ao Sul da Patagônia argentina em um anticiclone térmico, neste caso, o “anticiclone Polar atlântico”. Ele é originário do persistente resfriamento por perda radioativa a partir da superfície do solo, produzindo uma circulação anticlinal de 2 a 3 quilômetros de altitude, portanto rasa, por isso também, a intensidade diminui com a altitude (MUSK, 1988).

A massa Polar atlântica é um sistema atmosférico do tipo migratório e também temporária. A Meteorologia a denomina de “sistema transiente” (SELUCHI et al., 2010). Ela surge ou ressurge na região de origem, avança, invade o território brasileiro a partir do extremo Sul (Figura 13). Alguns dias depois se desloca para o Atlântico é assimilado pela Alta Subtropical do Atlântico Sul.

Figura 13 – Cartas climáticas do Brasil. Espacialização da mPa - 2010



Fonte: autores

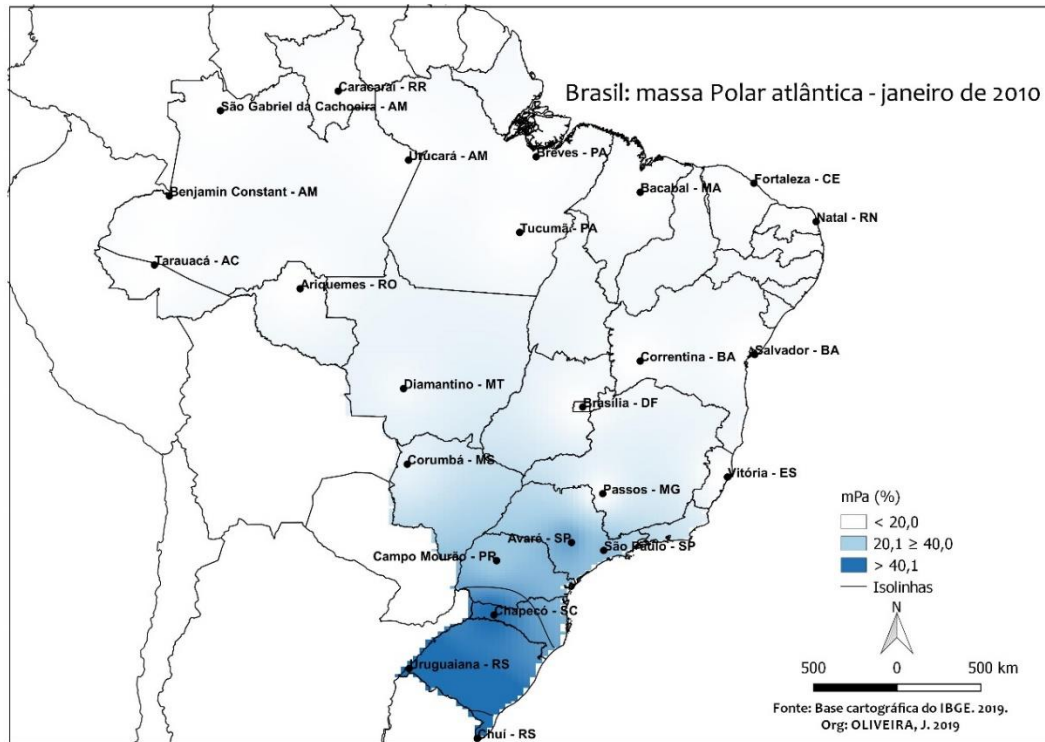
A intensidade pode ser mensurada pela pressão atmosférica e na temperatura. Na estação do inverno a pressão atinge os maiores valores. Nessa estação, ela avança preferencialmente pelo interior do continente sul americano. No verão, os avanços são preferencialmente, pelo Atlântico. Em função disso, no inverno ela, às vezes, chega ao sul da Amazônia e causa o fenômeno da friagem (SERRA e RATISBONNA, 1945). Pelo oceano ela pode chegar ao Sul da Bahia (Figuras 14 e 15).

Nos estados do Sul, ela, além da queda acentuada na temperatura, pode causar geadas noturnas. As geadas, embora menos frequentes, podem ocorrer também no sul do estado do Mato Grosso do Sul, no estado de São Paulo e em áreas mais elevadas de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

As principais características dos sistemas de alta pressão são a estabilidade atmosférica. A mPa gera, para o interior da região Sul do Brasil, dias ensolarados e pouca ou nenhuma nuvem. A baixa nebulosidade favorece a irradiação noturna, por isso, a amplitude térmica diária se eleva.

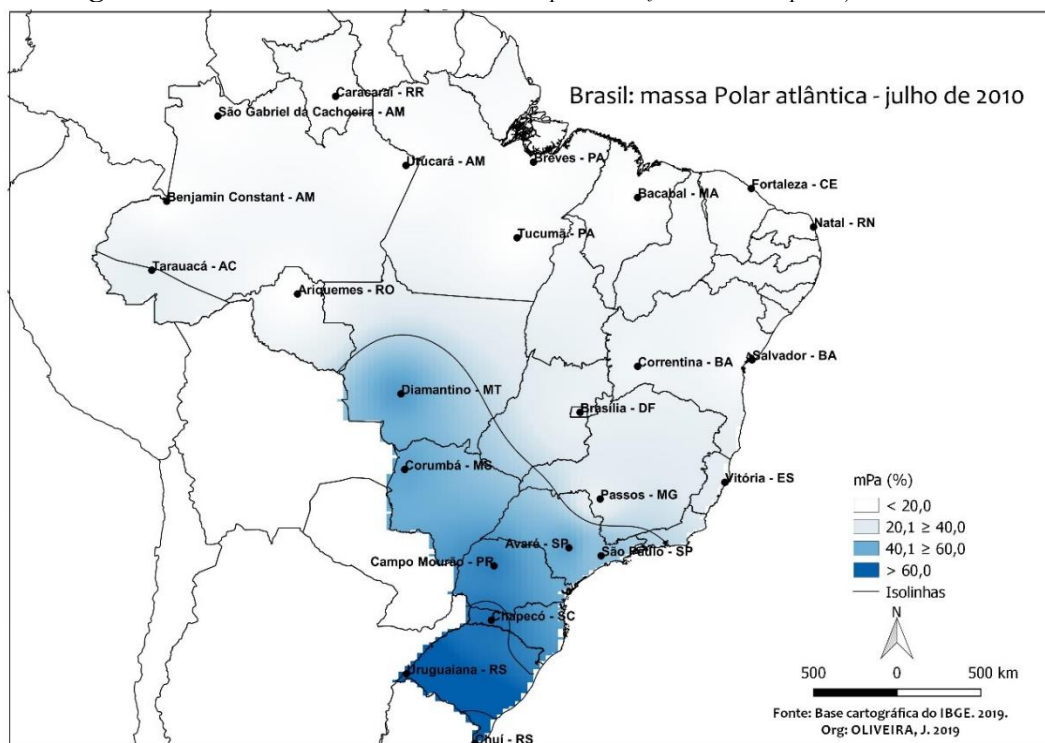


Figura 14 – Cartas climáticas do Brasil. Espacialização da mPa, para janeiro de 2010



Fonte: autores

Figura 15 – Cartas climáticas do Brasil. Espacialização da mPa, para julho de 2010



Fonte: autores

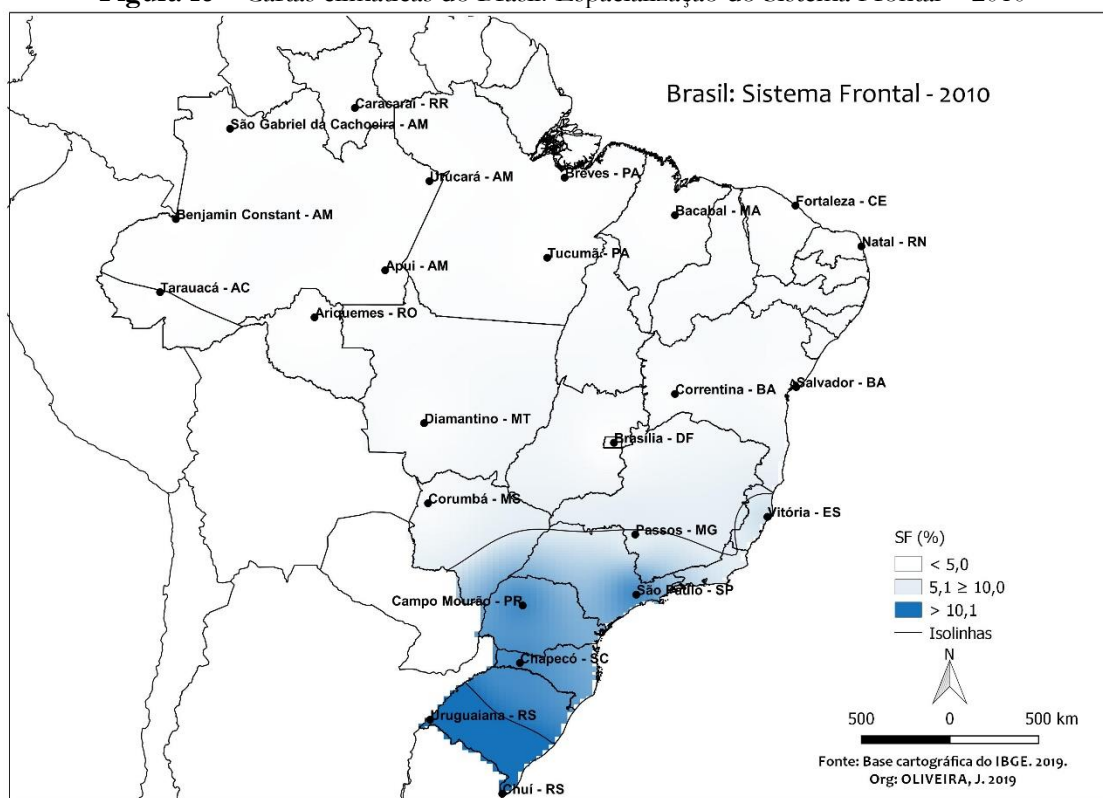
A mPa é uma massa de ar frio, mesmo quando perde as propriedades térmicas mantém as características anticiclônicas, por isso, seus ares se contrastam com os ares continentais aquecidos e gera uma faixa de descontinuidade de ares convergentes, o ar mais frio, além da maior densidade tem movimento anticlinal e os ares continentais, menos densos e com movimento ciclinal. Nessa faixa, o ar mais denso avança e o mais aquecido ascende e se desestabiliza, podendo gerar as chuvas frontais, que só são produzidas quando a umidade relativa for alta.

Essa faixa de ares convergentes é denominada pela meteorologia como “frente”, como o ar mais frio é o que geralmente avança, ela é então denominada de frente fria.

As frentes perpassam por três estágios evolutivo, a frontogênese, quando ela surge, às vezes estaciona “estacionária”. Depois de alguns dias avançando, evolui, finalmente, para o estágio de frontólise, que é quando inicia o processo de dissipação.

Na estação do inverno, as frentes avançam pelo sul do Brasil e podem ultrapassar áreas aquém do Trópico de Capricórnio. No verão, geralmente até a latitude do Trópico, para o interior do continente. Quando a rota for pelo litoral, ela pode avançar até o Sul da Bahia (Figura 16).

**Figura 16** – Cartas climáticas do Brasil. Espacialização do Sistema Frontal – 2010



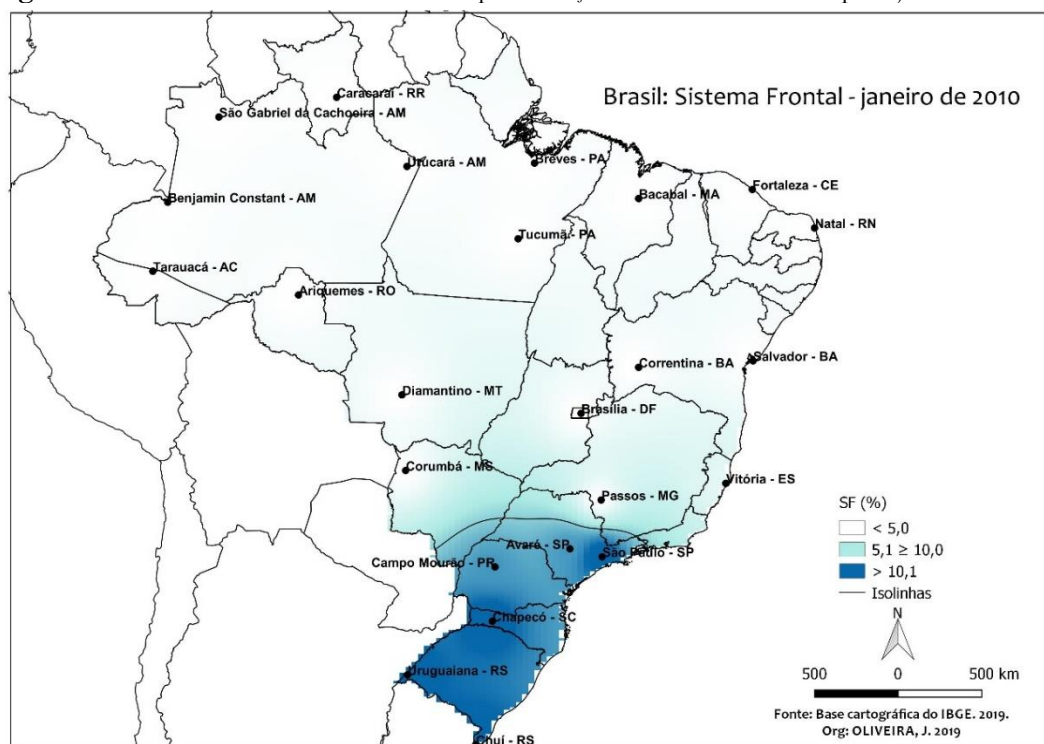
Fonte: autores



Para o Sul do Brasil, a aproximação de um sistema frontal causa a compressão do ar e conseqüentemente, elevação da temperatura, “aquecimento pré-frontal”, gerando ou desencadeando, para a maioria dos eventos, núcleos convectivos isolados ou em linhas, às vezes de mesoescala e que causam precipitação intensa (SILVA DIAS, 1987; SALIO et al., 2002). A aproximação dos sistemas frontais também é percebida pela sensação de abafamento e a aparição de nuvens do tipo cirros que avançam, levadas pelas correntes de jatos em altitudes. Com a chegada efetiva do sistema frontal em um local, a pressão oscila ao seu valor mínimo, a precipitação é mais contínua e moderada passando para leve e finalmente cessa.

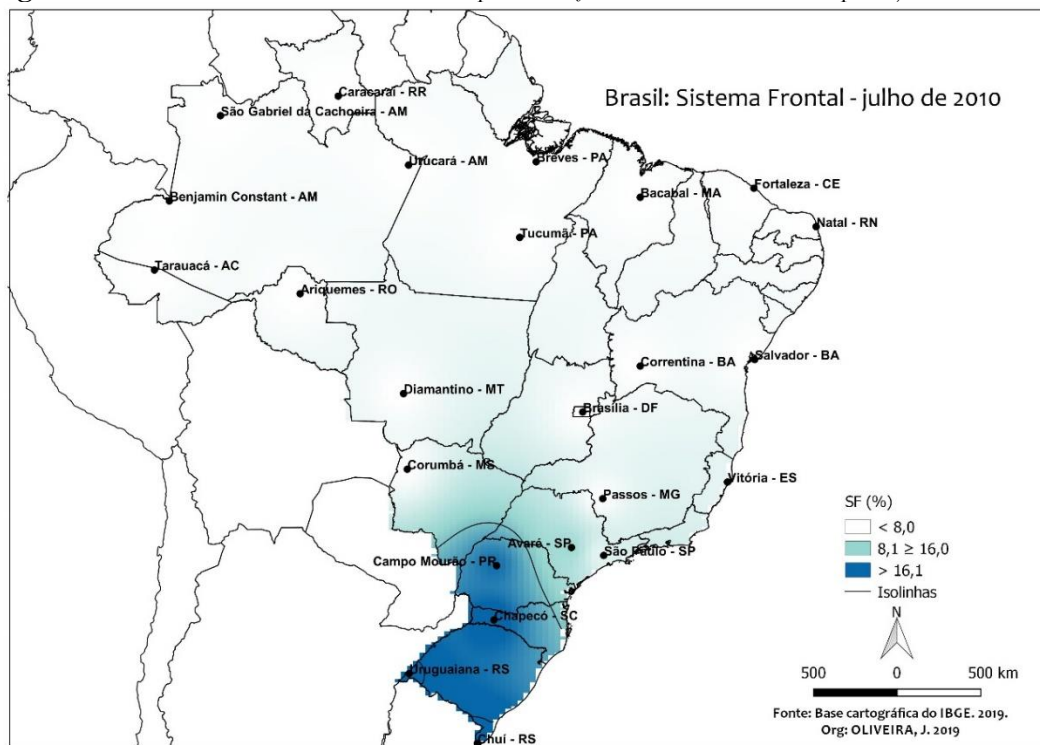
Os estados do tempo para a região Sul do Brasil, onde a passagem de sistemas frontais é mais constante, são assim caracterizados: Depois da passagem da frente, os ventos que antes sopravam de norte a noroeste passam a soprar de sudoeste ou sul e a temperatura cai. A intensidade da queda também está condicionada à intensidade e a estacionalidade. Para o período mais frio, quando, preferencialmente ela avança pelo interior do continente, a queda é brusca e pode ser intensa, a nebulosidade diminui em poucas horas depois da passagem da frente. Às vezes, a nebulosidade é persistente e permanece por mais de 12h. Essa persistência é conseqüência do resfriamento advectivo promovido pelo avanço do ar polar. As Figura 17 e 18 mostra as cartas com a espacialização da mPa para os meses de janeiro e julho de 2010.

**Figura 17** – Cartas climáticas do Brasil. Espacialização do Sistema Frontal para janeiro de 2010



Fonte: autores

**Figura 18** – Cartas climáticas do Brasil. Especialização do Sistema Frontal para janeiro de 2010



Fonte: autores

Na estação do verão, o eixo principal do sistema frontal avança pelo oceano, para o interior da região Sul não se percebe nitidamente mudanças nos estados do tempo. Embora haja episódios em que os sistemas frontais organizam nebulosidade intensa e com chuva. Após a passagem não há alterações significativas na temperatura, principalmente porque ventos aquecidos acompanhando o escoamento zonal e avançam pelo o oeste da região Sul enquanto o sistema frontal escoia para leste.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram analisadas as 365 cartas sinóticas da Marinha do Brasil para o ano de 2010 para as 12h TMG e se observou que para algumas localidades há a influência de uma sucessão de massas de ar. A análise da sequência mostra que a dinamicidade delas evolui temporalmente em pulsante. Elas se ampliam, avançam, contraem-se ou dissipam. Cada uma das seis massas de ar tem suas trajetórias pré-estabelecida e a área de atuação é relativo à intensidade e a estacionalidade.

Os resultados mostraram que as cinco massas de ar consideradas nesta pesquisa têm em um Estado da Federação, seu ponto crucial, cuja participação nos estados do tempo prevalece, exceto a mTc.

O estado do Amazonas foi onde prevaleceu a participação da mEc, no Rio Grande do Norte foi o estado de maior participação da mEa. Na Bahia prevaleceu a atuação da mTa, no Rio Grande do Sul, estado de mais atuação da mPa e também dos sistemas frontais. Por fim, a mTc, essa atuou com igual porcentagem nos três estados do Sul do Brasil.

As cartas do Brasil com a espacialização mostram que todas as massas de ar que atuam no Brasil se expandem e se contraem, características peculiares à dinâmica das massas de ar. Como elas se modificam à medida que avançam, os tipos de tempo se sucedem para a mesma massa de ar e também para as diferentes localidades, na medida em que elas se modificam ao assimilam características por onde transitam.

O conjunto das cartas climáticas mostram que o território do Brasil se caracteriza por apresentam massas de ar modificadas e em dissipação, ou seja, ponto final de atuação de diversas massas de ares.

Este estudo foi uma contribuição de uma pesquisa inicial, pare de outra que se encontra em desenvolvimento e ainda das que inevitavelmente serão desenvolvidas nesta temática. Sabe-se que há controles climáticos em grande escala que mascaram o ritmo das massas de ar, o El Niño e a La Niña são exemplos. Na sequência deste estudo se abordará uma série histórica que contemplam esses dois fenômenos, assim teremos uma espacialização mais fidedigna à dinâmica das massas de ar para o Brasil.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES G., J. L.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift (em inglês). 22 (6): 711–728. 2013.

BASTOS, C.; FERREIRA, N.; Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2000. **Anais...** Rio de Janeiro, p. 612-619, 2000.

BORSATO, V. A. e HEIRA, M. D.; Onda de calor em outubro de 2014 e os sistemas atmosféricos - **Revista Equador** (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí. Home: <<http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>> consultado em 23/02/2016.

BORSATO, V. A. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. Curitiba: CRV, 2016.

BORSATO, V. A.; **A participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do Alto Rio Paraná no período de 1980 a 2003**. 2006. 129 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Nupélia, UEM, Maringá.

CARACRISTI, I.; Geografia e representações gráficas: uma breve abordagem crítica e os novos desafios técnico-metodológicos passando pela climatologia. **Revista Brasileira de Cartografia** 55/02. 2002.

CONTI, J. B.; Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região leste-nordeste paulista. **Série Teses e Monografias**, São Paulo, n. 18, 1975. 82 p.

CPTEC/INPE; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagens de satélite goes-16** --Cptc/Inpe. Avenida dos Astronautas, 1.758 - Jd. Granja - CEP 12227-010, São José dos Campos. Disponível em <<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic>> Acesso em: 28 de fev. 2018.

CUNHA, D. G. F.; VECCHIA, F.; As abordagens clássicas e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. **Ciência e Natura**, v. 29, p. 137-149, 2007.

FERREIRA, C., C.; **Ciclogêneses e ciclones extratropicais na Região Sul-Sudeste do Brasil e suas influências no tempo**. INPE-4812-TDL/359, 1989. 93 p.

FERREIRA, L.; Causas y variabilidad de la Depresión del Noroeste Argentino e Impactos sobre los Patrones Regionales de Circulación, **Tese de Doutorado**, Universidade de Buenos Aires, 177f, 2008.

FIGUEROA, N, P, SATYAMURTY, P, L, SILVA DIAS.; Simulations of the Summer Circulation over the South American Region with an Eta Coordinate **Model, J, Atmos Sci**, 52, 1573-1584. 1995.

LICHTENSTEIN, E, R.; **La Depresión del Noroeste Argentino**. Tese de doutorado, Universidade de Buenos Aires, 223f, 1980.

LOURENÇO, M. C. M.; **Vórtices ciclônicos em altos níveis que atuam no sul da América do Sul**. 1996. 77p. (INPE10462-TDI/929). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 1996.

MADDOX, R. A.; Mesoscale convective complexes. **Bull. Am. Meteorol. Soc.**, v. 61, p.1374-1387. 1980.

MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. P.; Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: Cavalcanti, I. F. A.; Ferreira, N. J.; Silva, M. G. A. J.; Silva Dias, M. A. F. (eds). **Tempo e Clima no Brasil**. Oficina de Textos, p. 25-41. 2009.

MARENGO, J. A e SOARES W.R.; Episódios de Jatos de Baixos Níveis ao Leste dos Andes durante 13-19 de abril de 1999. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 17(1): 35-52. 2002

MARENGO, J. A., W. SOARES, C. SAULO, and M. NICOLINI.; **Climatology of the LLJ east of the Andes as derived from the NCEP reanalyses, J. Clim.**, 17, 2261-2280. 2004.

MONTEIRO, C. A. de F.; Análise Rítmica em Climatologia. **Climatologia, USP/IG**, São Paulo, nº 1, p. 1-21, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F.; Clima. In: **Geografia do Brasil: Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 4, TOMO 1, p. 114-166, 1968.

MONTEIRO, C. A. de F.; Da Necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática (Algumas Considerações Metodológicas a Propósito do Estudo do Brasil Meridional). **Revista Geográfica**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

MONTEIRO, C. A. de F.; O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e perspectivas. **Série Teses e Monografias**, nº28, São Paulo: USP/IGEOG, p.54, 1976.

MUSK, L.; **Weather Systems**. New York: Cambridge University Press. Edition Unstated edition (April 29, 1988) 1988. P160.

NICOLINI, M. e SAULO A. C.; ETA Characterization of the 1997-1998 Warm Season Chaco Jet Cases. In: International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, 6., Santiago/Chile. **Anais**. Santiago/Chile, p. 330-331. 2000.

NIMER, E.; Circulação atmosférica do Brasil (Comentários) Contribuição ao estudo da Climatologia do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: IBGE, setembro. p. 47-66. 1966.

NIMER, E.; Climatologia da Região Sul do Brasil: Introdução à Climatologia Dinâmica, subsidio à Geografia Regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, ano 33 – 4, p 3 – 64. 1971.

NIMER, E.; **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422p.

PÉDELABORDE, P.; **Introduction a l'étude scientifique du climat**. Paris: Sedes, 1970. P 259.

Rao, G. V., and S. Erdogan; The atmospheric heat source over the Bolivian Plateau for a mean **January**. **Bound.-Layer Meteor.**, 46, 13–33. 1989.

SALIO, P.; NICOLINI, M.; SAULO, A. C.; Chaco Low Level Jet Events Characterization during the Austral Summer Season. **Journal Geophysical Research**, 107(D24): 4816, 10.1029/2001JD001315. 2002.

SANTA'ANNA NETO, J. L.; **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1995. 235 p. Tese (Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP.

SANTOS, J. G. M.; CAMPOS, C. R. J. e LIMA, K. C.; Análise de jatos de baixos níveis associados a um sistema convectivo de mesoescala na América do Sul: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Geofísica**. Sociedade Brasileira de Geofísica, (2008) 26(4): 451-468 2008.

SARTORI, M. G. B.; A circulação atmosférica regional e as famílias de tipos de tempo identificadas na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, nº. 3, p. 101-110, 1981.

SCHRÖDER, R.; Distribuição e curso anual das precipitações no estado de São Paulo. **Bragantia**, Instituto Agrônomo de Campinas, v.15, n.18, 1956.

SELUCHI, M, e SAULO, A, C.; Mecanismos físicos associados à formação da Baixa do Chaco, Anais do XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais**, Belém, 2010, 1 CD-ROM.

SELUCHI M, E.; SAULO, A, C.; Baixa do Noroeste Argentino e Baixa do Chaco: Características, diferenças e semelhanças, **Revista Brasileira de Meteorologia**, v,27, n,1, 49-60, 2012.

SELUCHI, M, E, A, C; SAULO, M; NICOLINI, P; SATYAMURTY.; The Northwestern Argentinean Low: a study of two typical events, **Mon, Wea, Rev**,131, 2361-2378, 2003.

SERRA, A.; RATISBONNA, L.; As ondas de frio da bacia Amazônica. **Boletim Geográfico**, ano III, nº 26, maio 1945 - Transcrição. Serviço de meteorologia. Ministério da Agricultura, p 172 – 206. 1941. 1945.

SERRA, A.; Meteorologia do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de geografia**. Ano VII, julho-setembro, n 3. Tese para a IV Assembleia Geral do Instituto Pan-americano de Geografia e História, 1945 p. 257 - 444.

SETTE, D. M.; O Holorrítmo e as interações trópico-extratropical na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso. 2000. 394 p. **Tese** (Doutorado em Geografia). Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo (FFLCH-USP).

SILVA DIAS, M. A. F.; Sistemas de Mesoescala e Previsão de Tempo a Curto Prazo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, p. 133-150, 1987.

SORRE, M.; **Les fondaments de la géographie humaine: les fondaments biologiques** 3. Ed Paris, 1957.

STEINKE, E. T.; FIALHO, E. S.; Projeto coletivo sobre avaliação dos conteúdos de climatologia nos livros didáticos de Geografia dos 5º e 6º anos do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 20, n. 13, p. 71-96, 2017.

TARIFA, J. R.; Fluxos polares e as chuvas de primavera- -verão no Estado de São Paulo: uma análise quantitativa no processo genético. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1975 (**Série Teses e Monografias, 19**).

TTARELLI, A. H. V.; **A onda de frio de abril de 1971 e sua repercussão no espaço geográfico brasileiro**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1972.

VAREJÃO-SILVA M. A.; **Meteorologia e Climatologia**. Instituto Nacional de Meteorologia Brasília, DF, 2000, p 515.

VIANELLO, R. L.; **Meteorologia básica e aplicações**. Universidade Federal de Viçosa. Editora UFV. 2000. 449 p.

ZAVATTINI, J. A.; MENARDI JR., A.; O ritmo pluvial do ano de 1983 no extremo oeste paulista (Presidente Prudente). **Boletim de Geografia Teórica** (Rio Claro), v.15, n.29-30, 1985.

ZAVATTINI, J. A.; ZAVATTINI, L. I.; As fortes massas polares de julho de 1981 e seus efeitos no Brasil Centro-Sul (MS, MG, SP, PR, SC e RS). **Anais do 5º ENG** (Porto Alegre), v. I, 1982.