



FATORES GEOGRÁFICOS E OS SISTEMAS DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DO ESTADO DO PARÁ, BRASIL

Lucas Pereira Soares ¹
Marcelo de Oliveira Moura ²

RESUMO

Como parte integrante da pesquisa de doutorado, intitulada: “Dinâmica climática e as chuvas no estado do Pará, Brasil: proposta de classificação climática”, foi desenvolvido este trabalho, considerando o arcabouço teórico-metodológico moldado pela Climatologia Geográfica, particularmente, a partir das orientações ofertadas por Monteiro (1973), que propõem um entendimento sobre a dinâmica atmosférica em conjunto aos atributos de superfície, sendo estes o relevo e sua topografia. Assim, tratou-se de compreender tais atributos competentes ao estado do Pará, com a premissa de no futuro, no desfecho final da pesquisa, empregar as demais etapas concernentes a proposta de Monteiro (1973). Como resultados obtidos, ressalta-se uma interpretação da produção cartográfica temática elaborada, voltada a representar as componentes geomorfológica e topográfica, em associação, ainda, aos sistemas de circulação atmosférica atuantes no estado do Pará.

Palavras-chave: Climatologia Geográfica, Relevo, Sistemas Atmosféricos.

RESUMEN

Como parte integral de la investigación de doctorado titulada: "Dinámica atmosférica y precipitaciones en el estado de Pará, Brasil: propuesta para una clasificación climática", se desarrolló este trabajo, considerando el marco teórico-metodológico conformado por la Climatología Geográfica, particularmente a partir de las orientaciones ofrecido por Monteiro (1973), quien propone una comprensión de la dinámica atmosférica junto con los atributos de la superficie, que son el relieve y su topografía. Así, se trató de comprender tales atributos propios del estado de Pará, con la premisa de que en el futuro, en el transcurso de la investigación, se utilizarán los demás pasos de la propuesta de Monteiro (1973). Como resultado, se destaca una interpretación de la elaborada producción cartográfica temática, orientada a representar los componentes geomorfológicos y topográficos, en asociación, también, con los sistemas de circulación atmosférica que operan en el estado de Pará.

Palabras clave: Climatología Geográfica, Relieve, Sistemas Atmosféricos.

INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte integrante da pesquisa de doutorado, em fase de desenvolvimento, intitulada: “*Dinâmica climática e as chuvas no estado do Pará, Brasil:*

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, lucas.soares@ifpa.edu.br;

² Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, marcelomoura@ccen.ufpb.br



proposta de classificação climática”, sendo estabelecida sob o arcabouço teórico-metodológico moldado pela Climatologia Geográfica, particularmente, a partir das orientações ofertadas por Monteiro (1973).

A Climatologia Geográfica, através da compreensão do ritmo de sucessão dos tipos de tempo, fundamenta-se pela integração entre os diferentes atributos responsáveis pelo clima de uma dada região. Fato que, na análise destes, os agentes atmosféricos são sequenciados a fim de especificar a dinâmica climática sob uma premissa genética.

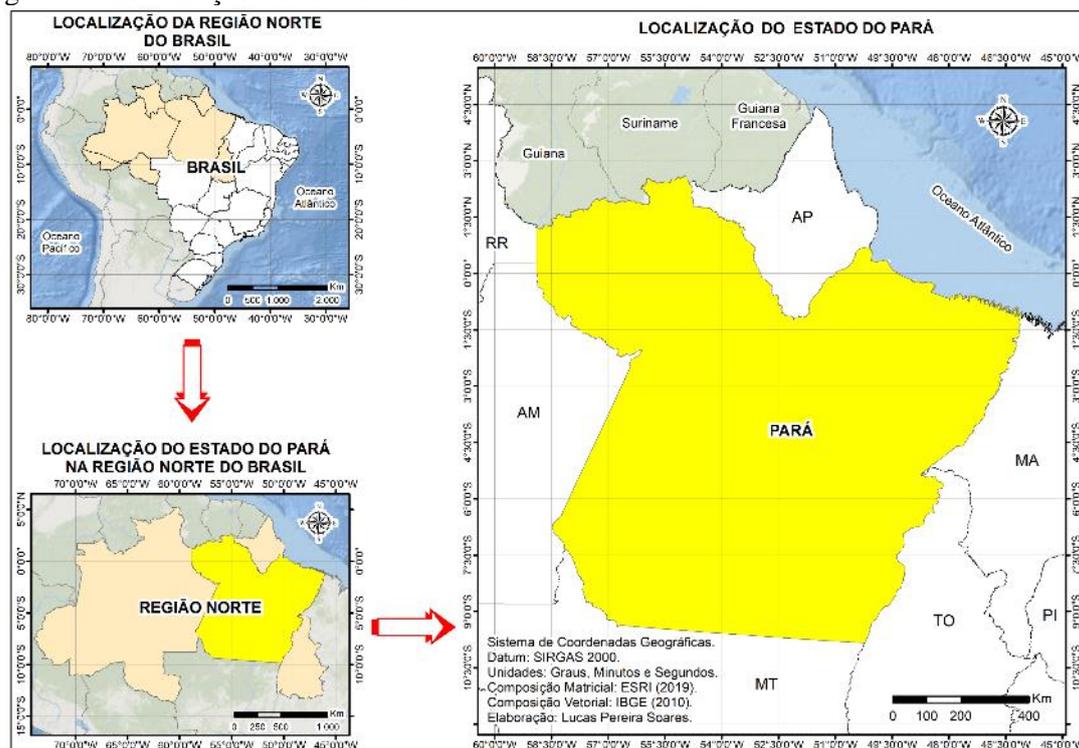
O entendimento desta dinâmica, no entanto, deve ser precedido, conforme orienta Monteiro (1973), por um reconhecimento inicial dos atributos fixos superficiais, que moldados, principalmente, sob as componentes topográficas e geomorfológicas, permitem caracterizar estes fatores geográficos como agentes responsáveis por influenciar as condições de tempo. Desta forma, tratou-se de compreender os atributos fixos de superfície competentes ao estado do Pará, com a premissa de no futuro, no desfecho final da pesquisa, empregar as demais etapas concernentes a proposta de Monteiro (1973).

O desenvolvimento da caracterização do relevo, foi realizado pela interpretação da classificação de geomorfologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), em recorte espacial ao estado do Pará, com a topografia analisada a partir de dados provenientes do projeto *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*.

Como resultados gerais dessas interpretações, ressalta-se a elaboração cartográfica dos mapas de geomorfologia e altimetria, subsidiando o desenvolvimento de uma divisão do estado do Pará em 4 grandes áreas, que mesmo dotadas por condições heterogêneas, frente aos atributos geomorfológicos e topográficos, permitem uma melhor organização e visualização destas feições superficiais em meio a vasta extensão do território paraense. Em conjunto a isso, fomentou-se, ainda, por uma associação aos mapas de geomorfologia e topografia, uma apresentação de caráter amplo sobre os sistemas atmosféricos atuantes na região, procurando sintetizá-los por meio do indicativo de gênese territorial destes.

Na Figura 1, destaca-se o estado do Pará que, como área de estudo, está localizado na região Norte do Brasil, divisa com os estados do Maranhão e Tocantins a oeste, Amazonas e Roraima a leste, Mato Grosso a sul, estando ao Norte delineado pelo oceano Atlântico, fazendo, ainda, divisa com o Amapá e fronteira com a Guiana e o Suriname, localizado nas baixas latitudes equatoriais, entre 10° Sul e 3° Norte.

Figura 1 – Localização do estado do Pará.



Fonte: elaborado por Lucas Pereira Soares.

METODOLOGIA

A pesquisa segue a abordagem estabelecida por Monteiro (1973), pautada neste momento, e a partir deste trabalho, por uma descrição inicial dos agentes de superfície, particularizados pela disposição e composição altimétrica do relevo. Os demais procedimentos elencados por Monteiro (1973) serão posteriormente desenvolvidos no arcabouço da pesquisa de doutoramento, estando dependentes desta etapa inicial, que assim demarca um reconhecimento e descrição da área estudada.

Diante desse contexto, tendo em vista essa necessidade prioritária de descrever o território paraense, conforme seus aspectos geomorfológicos e altimétricos, lista-se a seguir os materiais utilizados para a elaboração dos produtos cartográficos utilizados na interpretação de tais fatores:

- Classificação geomorfológica do IBGE (2006) em camada *shapefile*, disponível no sítio on line: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>;
- Dados topográficos provenientes do projeto *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, em camada *raster*, coletadas junto ao endereço: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.



O tratamento cartográfico desses materiais foi realizado a partir do gerenciador *ArcGIS Pro*, considerando:

- A organização de um mosaico de imagens de radar, sob resolução espacial de 30 metros, a partir da composição das camadas *raster SRTM 1 Arc Seconds*, compreendendo todo o território sul-americano, no entanto enfatizando o estado do Pará, por meio da produção de um mapa topográfico, como aporte ao entendimento dos níveis altimétricos paraenses;

- Organização das informações correspondentes as unidades de relevo classificadas pelo IBGE (2006), por meio do recorte espacial aos limites territoriais do estado do Pará, procedendo, posteriormente, à elaboração do mapa de unidades geomorfológicas.

Em conjunto a essas informações geomorfológicas e topográficas, ressalta-se uma atualização da proposta de Nimer (1989), referente a distribuição dos “sistemas de circulação atmosférica na América do Sul e no Brasil”, contudo para este trabalho, restringe-se a escala espacial ao estado do Pará, propondo esta atualização sobre os sistemas dinâmicos que atuam na região, enfatizando cartograficamente o direcionamento de entrada destes nos mapas de geomorfologia e topografia.

Com os produtos cartográficos elaborados, desenvolve-se uma organização que melhor se ajuste a apresentação e descrição da classificação geomorfológica e dos níveis altimétricos, que integrados a vista geral sobre os sistemas dinâmicos, remete a uma iniciação à integração entre os agentes fixos de superfície com aqueles dinâmicos de altitude.

REFERENCIAL TEÓRICO

Com base em preceitos mais organizados em prol de uma ciência marcada pelo método de análise, tem-se início as propostas de espacialização das variáveis físico-ambientais que, em primazia, destaca-se a primorosa contribuição de Halley (1683), da qual o fundamento, serviu de base à leitura geográfica desenvolvida por Humboldt (1817), voltada ao método de espacialização por isolinhas, sendo este, responsável por influenciar uma gama de outros autores.

Este método desenvolvido pelo autor, conforme destacado em Humboldt (1817 *apud* GAY-LUSSAC e ARAGO), com a elaboração da “*Carte des Lignes Isothermes*”,



torna-se amplamente aceito e empregado por climatólogos, seja no desenvolvimento de publicações enciclopédicas e atlas, tais como em Woodbridge (1823) e Berghaus (1838 *apud* BERGHAUS, 1845), ou mesmo em estudos mais específicos, como aquele de Mühry (1856), já enquadrado nos trabalhos da linha de medicina humboldtiana (RUPKE, 1996).

Esta lógica espacial desenvolvida permite, ainda, o interesse do próprio Humboldt, a partir da publicação do *Cosmos* (HUMBOLDT, 1875), na compreensão da variação dos climas, ou mesmo de seus elementos, em prol de uma associação a fatores geográficos, com destaque, principalmente, ao relevo que, como objeto de estudo do autor, associa-o ao desenvolvimento vegetacional e a variação da temperatura em meio ao contraste altimétrico.

Contudo, esta premissa de espacialização das variáveis climatológicas, considerando uma relação com os fatores geográficos, torna-se menos usual nos trabalhos de maior repercussão que se sucedem, fato que marca, por exemplo, a proposta inicial da classificação climática de Köppen (SANT'ANNA NETO, 2001) baseada no mapeamento da vegetação desenvolvido por Augustin de Candolle, em uma relação entre clima e vegetação (AYOADE, 1996), que contudo, na versão final, em Köppen (1918), demonstra mais atenção somente a espacialização da temperatura, da pluviosidade e sua aptidão sazonal, deixando em segundo plano o critério fitogeográfico.

Outra associação é desenvolvida por Strahler (1951 *apud* STRAHLER e STRAHLER, 1994) ao considerar em sua proposta o arcabouço impresso nas escolas de Climatologia Dinâmica, incorporando uma relação genética entre o dinamismo das massas de ar e a precipitação. Nimer (1989) também propõem uma classificação genética, trazendo o destaque ao nível brasileiro e agregando informações quantitativas e qualitativas, envolvendo o uso de dados médios e informações sobre a dinâmica atmosférica, em um princípio parecido com aquele esboçado por Strahler (1951 *apud* STRAHLER e STRAHLER, 1994).

No entanto, essas classificações, seja sob critérios estáticos como Köppen (1918), ou pelo fundamento genético de Strahler (1951 *apud* STRAHLER e STRAHLER, 1994) e Nimer (1989), são baseadas em abordagens que não consideram o ritmo de sucessão e de excepcionalidade dos tipos de tempo, portanto, fadados apenas pelo critério de tempo médio, e mesmo, não se consolidam sob atributos geográficos superficiais.



Essa integração entre a Geografia e a Meteorologia é realizada por Monteiro (1973), ao englobar tanto um estudo qualitativo, em prol do ritmo de sucessão dos tipos de tempo, como uma análise quantitativa, a partir do padrão médio. O autor esboça em sua classificação, voltada a delimitação de climas locais, o interesse pelos atributos meteorológicos, sob o arcabouço teórico dos sistemas meteorológicos, atingindo, assim, um fundamento genético. Ao mesmo tempo, volta-se aos critérios geográficos, ao considerar em sua proposta a influencia dos agentes fixos superficiais, sendo, o relevo em associação aos demais fatores geográficos, tais como a posição geográfica e os efeitos de maritimidade e continentalidade, junto ao dinamismo dos tipos tempo.

Em resumo, inicialmente, amparadas sob a abordagem cartográfica e espacial, as classificações climáticas estáticas são desenvolvidas, posteriormente, têm-se as propostas de classificações genéticas, e por fim, o desenvolvimento das classificações de cunho genético e geográfico, como a desenvolvida por Monteiro (1973), na qual enfatiza-se o fundamento rítmico em conjunto ao critério geomorfológico, trazendo, desta forma, um conhecimento geográfico intrínseco a proposta de classificação, para uma abordagem que une o estático ao dinâmico.

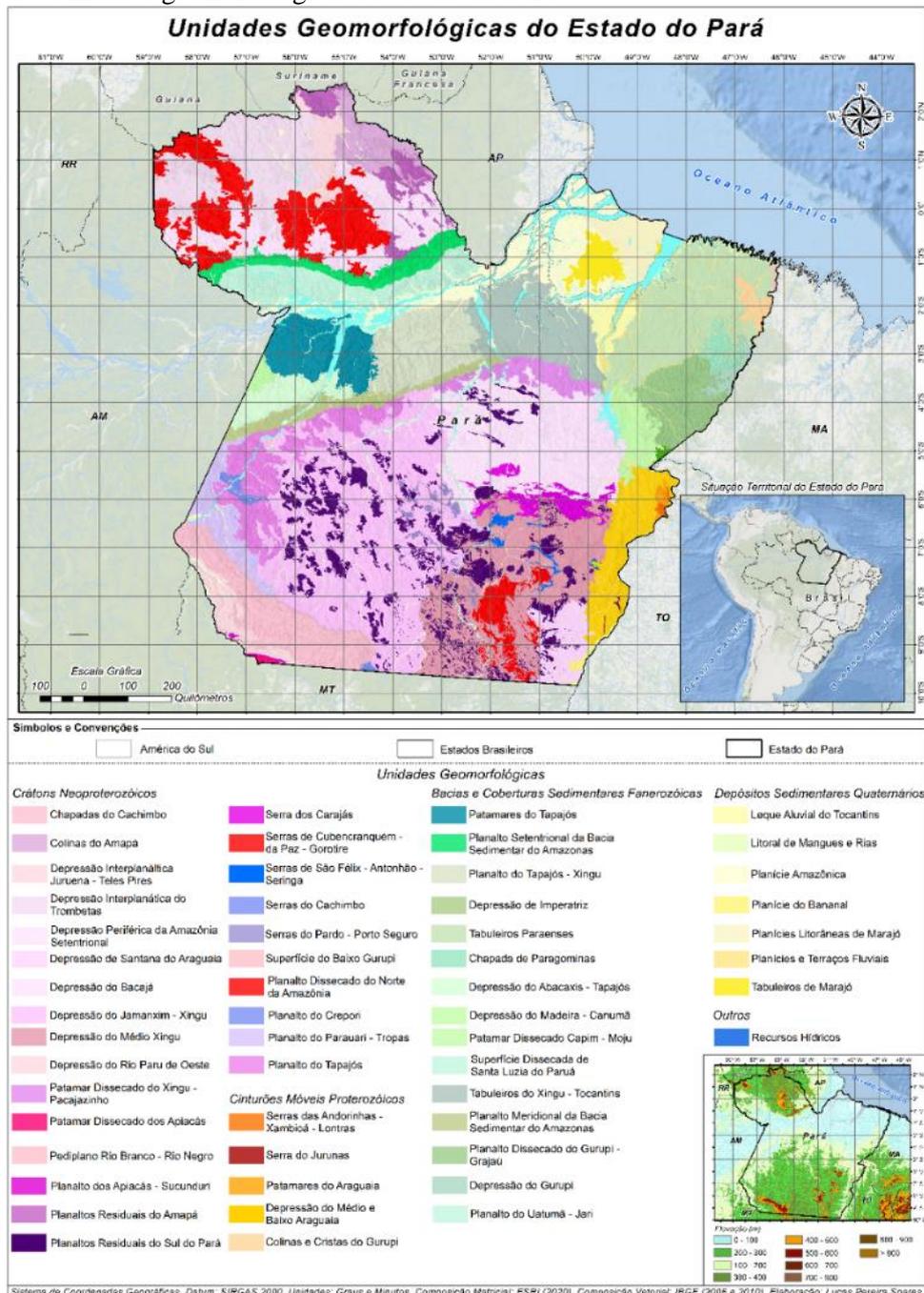
Assim, Monteiro (1973) estabelece os critérios à delimitação dos climas locais, que conforme orienta, só é possível ao integrar o dinamismo atmosférico com o relevo. Sob esse ponto de vista a proposta de classificação do autor se sobressai com base em critérios geográficos e meteorológicos. Diante desse contexto, se almeja desenvolver a proposta de delimitar as tipologias climáticas para o estado do Pará, no entanto, como abordagem inicial, para o trabalho em tela, propõem-se, somente, uma descrição dos aspectos topográficos e geomorfológicos, associados aos sistemas de circulação atmosférica, que em uma composição geral, permitem uma inicialização à dinâmica climática paraense.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como premissa deste trabalho, a descrição dos fatores geográficos, reitera a distribuição do relevo sob os limites do estado do Pará, fundamentado na tentativa de sintetizar as componentes geomorfológica e topográfica. Sob a constituição do relevo, delimita-se 53 unidades geomorfológicas, a partir da proposta do IBGE (2006), distribuídas na Figura 2, ressaltando para além destas unidades, as classes

morfoestruturais a qual estão inseridas, sendo: as unidades de geologia recente, definidas como Depósitos Sedimentares Quaternários e Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas; as unidades datadas do Pré-Cambriano, estabelecidas como Crátons Neoproterozóicos, quando formadas antes do Ciclo Orogênico Brasileiro, ou como Cinturões Móveis Neoproterozóicos, desenvolvidos durante o Ciclo Orogênico Brasileiro.

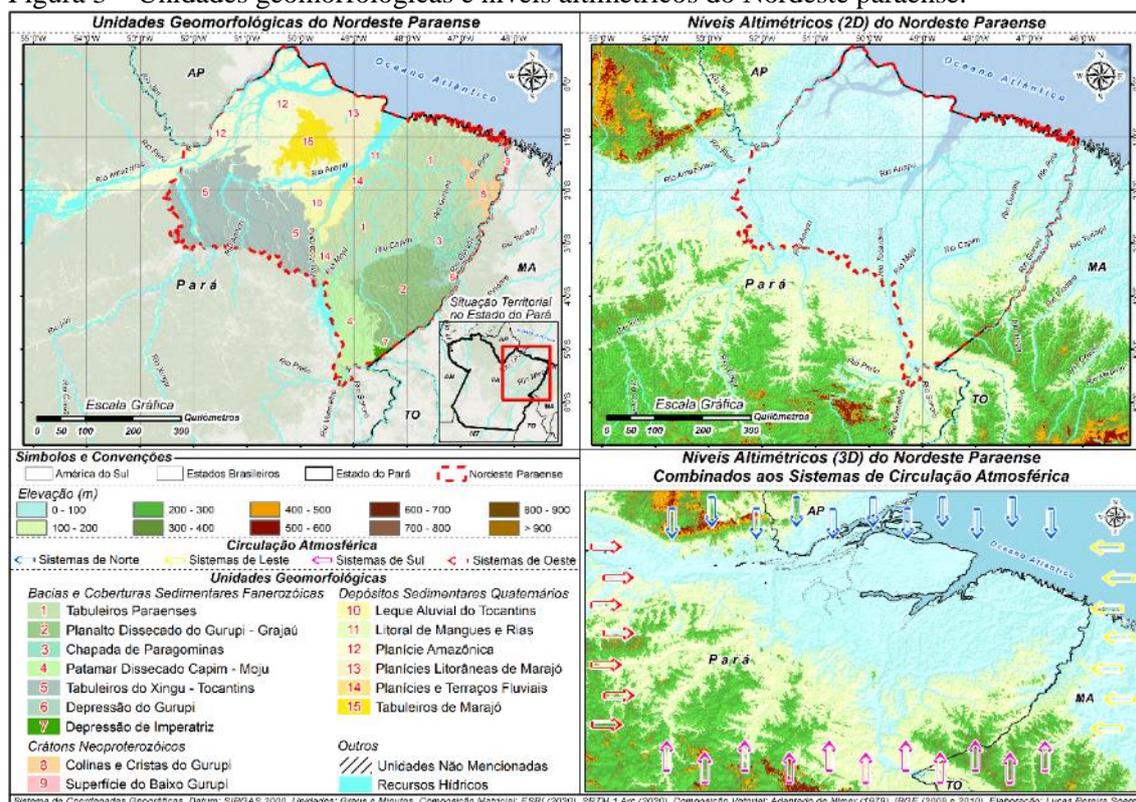
Figura 2 – Unidades geomorfológicas do estado do Pará.



Em uma composição conjunta, compreendendo tanto a componente geomorfológica, como aquela topográfica, divide-se o território paraense em 4 grandes porções, a fim de estabelecer alguns traços de proximidade que possam ser detalhados a partir da apresentação das unidades geomorfológicas e que compete a seguinte organização:

- Unidades Geomorfológicas do Nordeste paraense (Figura 3), notadamente formado por terrenos rebaixados com morfoestrutura predominantemente sedimentar, porém, marcado também pela presença de manchas superficiais de morfologias estruturadas em crátons. As altitudes nessa composição variam do nível de base aos 200 m de elevação (Figura 3);

Figura 3 – Unidades geomorfológicas e níveis altimétricos do Nordeste paraense.



Fonte: elaborado por Lucas Pereira Soares.

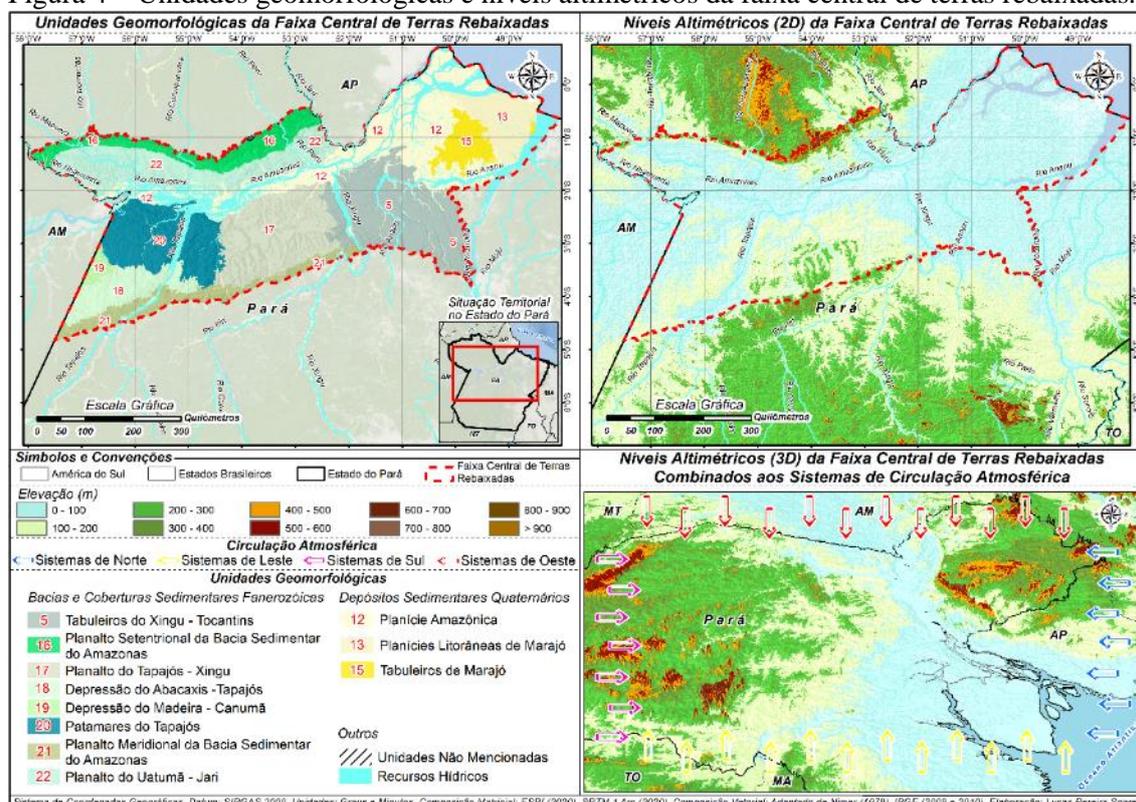
As Unidades Geomorfológicas do Nordeste paraense, apresentadas na Figura 3, são conduzidas sob Bacias, Coberturas e Depósitos, que em superfície são esculpidos como: Planícies Litorâneas de Marajó, Planície Amazônica, Tabuleiros de Marajó, Tabuleiros Paraenses, Tabuleiros do Xingu – Tocantins, Leque Aluvial do Tocantins,

Planícies e Terraços Fluviais, Litoral de Mangues e Rias, Patamar Dissecado Capim – Moju, Depressão de Imperatriz, Chapada de Paragominas, Depressão do Gurupi. Em menor proporção espacial ressaltam-se formações geomorfológicas estruturadas nos Crátons Neoproterozóicos, tais como a Superfície do Baixo Gurupi e as Colinas e Cristas do Gurupi, localizados já na divisa com o Maranhão.

Em detalhe na Figura 3, a altimetria nestas *Unidades Geomorfológicas do Nordeste paraense* mantém-se a partir do nível de base, variando somente até os 100 m de elevação por grande porção territorial. Apenas na composição que compreende a Depressão do Gurupi, a Chapada de Paragominas, o Planalto Dissecado do Gurupi – Grajaú, o Patamar Dissecado Capim – Moju e a Depressão de Imperatriz, os níveis sobem e se mantêm entre 100 – 200 m. Mesmo nos relevos cratônicos, que revelam-se pela Superfície do Baixo Gurupi e das Colinas e Cristas do Gurupi, a altitude continua inferior, novamente não superando os 100 m.

- *Unidades Geomorfológicas da faixa central de terras rebaixadas* (Figura 4), terrenos sedimentares com predominância de altitudes modestas, variando entre 0 – 300 m, em alguns casos, com picos que se revelam por maior elevação, próximo dos 850 m;

Figura 4 – Unidades geomorfológicas e níveis altimétricos da faixa central de terras rebaixadas.



Fonte: elaborado por Lucas Pereira Soares.



São colmatadas em morfoestrutura completamente sedimentar, formada pela Planície Amazônica, bordejada por terrenos de altimetria intermediária que dispostos a margem direita desta referem-se as Planícies Litorâneas do Marajó, aos Tabuleiros do Marajó, aos Tabuleiros do Xingu – Tocantins, ao Planalto do Tapajós – Xingu e aos Patamares do Tapajós, e na margem esquerda corresponde ao Planalto do Uatumã – Jari.

Na retaguarda dos Tabuleiros do Xingu – Tocantins e por todo o Planalto do Tapajós – Xingu, sob uma orientação Leste-Oeste, destaca-se o Planalto Meridional da Bacia Sedimentar do Amazonas. Encrustado entre este e os Patamares do Tapajós, encontra-se, na divisa com o estado do Amazonas, a Depressão do Madeira – Canumã e a Depressão do Abacaxis – Tapajós. Na outra margem, o Planalto do Uatumã – Jari é paralelamente acompanhado pelo Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Amazonas. Convém informar que essas unidades de Planalto Meridional e Setentrional limitam os terrenos sedimentares que compõem as *Unidades Geomorfológicas da faixa central de terras rebaixadas*, como observado na Figura 4.

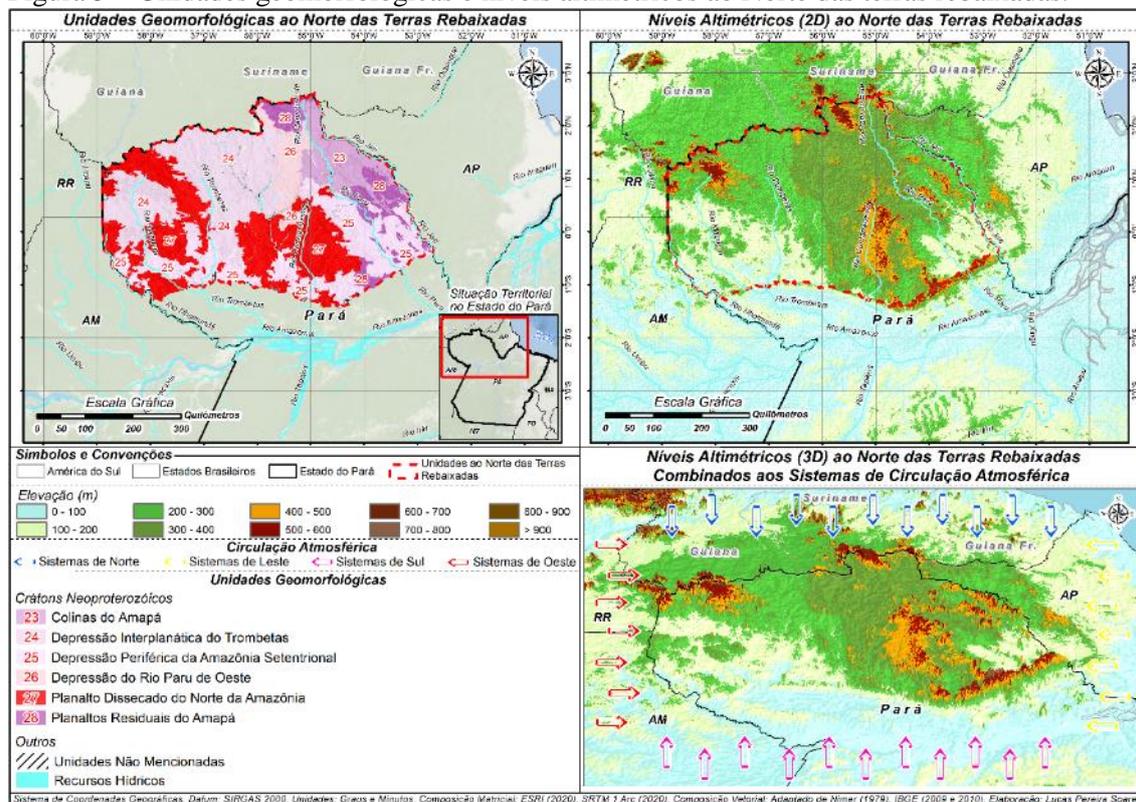
Suas altitudes modestas, destacadas na Figura 4, estão formatadas por degraus altimétricos, inicialmente entre 0 – 100 m, destaca-se toda a Planície Amazônica, com as unidades imediatamente vizinhas a esta, tais como Planalto do Tapajós – Xingu e dos Patamares do Tapajós, na margem direita, e o Planalto do Uatumã – Jari na margem esquerda, apresentando-se como unidades de transição com as altitudes variando de 0 – 100 m, nos locais em contato com a Planície Amazônica, e de variação entre 100 – 200 nas porções interiores.

A medida em que há o afastamento da região de planície, a elevação é maior. Nos interiores das unidades de Planalto do Uatumã – Jari e Planalto do Tapajós – Xingu evidencia-se, ainda, algumas feições com classes altimétricas entre 200 – 300 m. Esse padrão altimétrico, contudo, tem maior predominância nos Planaltos Meridional e Setentrional da Bacia Sedimentar do Amazonas.

Ambos os Planaltos são bastante desgastados, porém sobressai-se com maior elevação o Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Amazonas, com seu platô a Oeste alinhado entre os níveis de 500 – 600 m, marcado ainda por exceções, de menor representação espacial, onde os topos chegam a atingir valores entre 800 – 850 m.

- *Unidades Geomorfológicas ao Norte das terras rebaixadas* (Figura 5), formada primordialmente por terrenos cratônicos, cuja elevação no geral é caracterizada sob níveis que partem dos 100 aos 800 m de altitude.

Figura 5 – Unidades geomorfológicas e níveis altimétricos ao Norte das terras rebaixadas.



Fonte: elaborado por Lucas Pereira Soares.

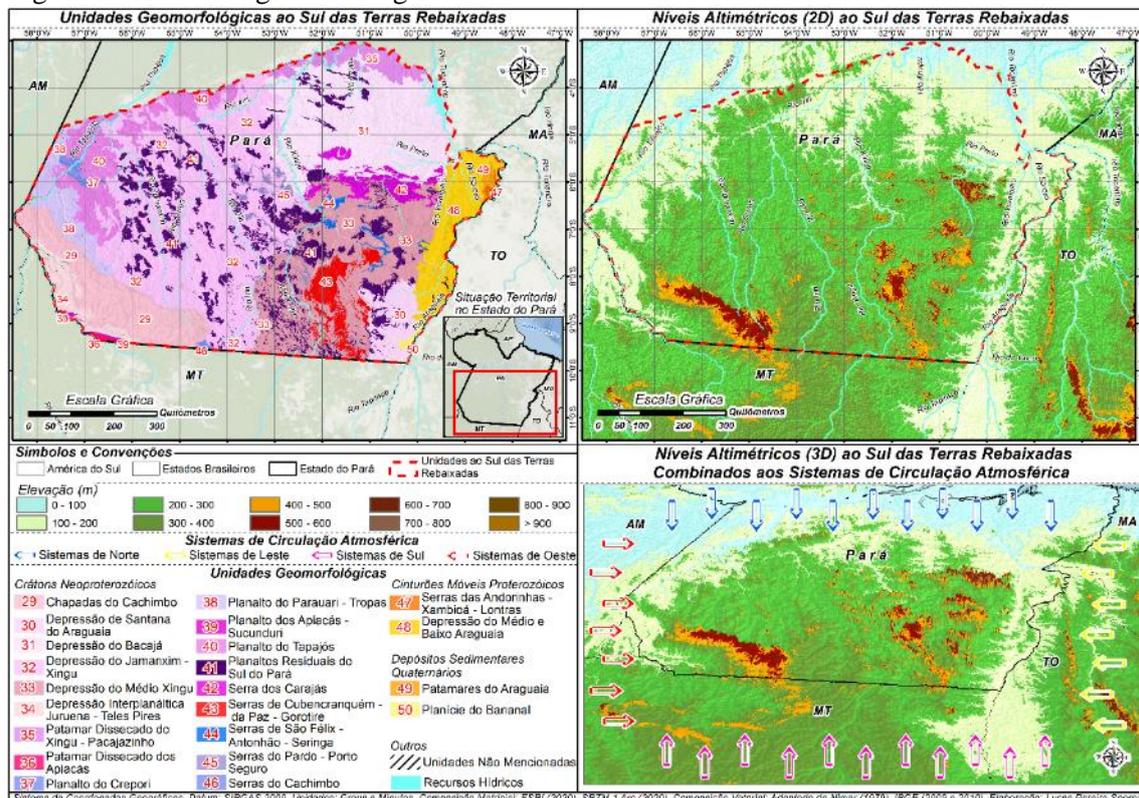
Avançando ao interior, no rumo das composições cratônicas, como observado na Figura 5, estas unidades são figuradas, inicialmente, pela Depressão Periférica da Amazônia Setentrional, notadamente distribuída de Leste a Oeste em meio aos relevos de maior composição altimétrica, como os Planaltos Residuais do Amapá, as Colinas do Amapá e o Planalto Dissecado do Norte da Amazônia. Outras unidades de Depressão também encontram-se encaixadas entre esses complexos mais elevados, com destaque tem-se a vasta e espaçada Depressão Interplanática do Trombetas, e em menor extensão territorial apresenta-se, ainda, a Depressão do Rio Paru de Oeste.

Predomina nestas *Unidades*, conforme a Figura 5, em sua porção oriental, níveis altimétricos variando entre 300 – 400 m. Na faixa ocidental os níveis decaem, mantendo-se entre 200 – 300 m, porém bastante representativos também aos 100 – 200 m. Alguns compartimentos se sobressaem por valores mais elevados, sendo o caso das Colinas do Amapá, com topos aguçados de altitude variável entre 500 – 600 m, do Planalto Dissecado do Norte da Amazônia e dos Planaltos Residuais do Amapá estruturados nos níveis de 500 – 600 m, porém com topos mais aguçados na faixa de 700 – 800 m.

As Depressões dispostas em altitudes que variam, na faixa oriental dos 300 – 400 m e na faixa ocidental, principalmente, entre 100 – 300 m, impedem a formação de um bloco coeso dos compartimentos mais elevados, neste caso observa-se corredores de terras mais rebaixadas, norteadas pelo degradê altimétrico na constituição de diversos vales, característicos do desgaste linear do relevo provocado pelas bacias hidrográficas dos rios de maior competência.

- Unidades Geomorfológicas ao Sul das terras rebaixadas (Figura 6), formada primordialmente por terrenos cratônicos, cuja elevação no geral é caracterizada sob os níveis entre 200 – 850 m. Em menor proporção, ressaltam-se, terrenos orogenéticos neoproterozóicos, com altitudes mais modestas variando entre 100 – 300 m.

Figura 6 – Unidades geomorfológicas e níveis altimétricos ao Sul das terras rebaixadas.



Fonte: elaborado por Lucas Pereira Soares.

Estas Unidades (Figura 6) iniciam-se a partir dos relevos cratônicos que configuram, de Leste a Oeste, o Patamar Dissecado do Xingu – Pacajazinho, o Planalto do Tapajós e o Planalto do Parauari – Tropas. Encaixado entre estes, resalta-se a Depressão do Jamanxim – Xingu, que juntamente com a Depressão do Bacajá, a Depressão do Médio Xingu e a Depressão de Santana do Araguaia, formam o complexo



de unidades mais representativas territorialmente desta porção de Unidades Geomorfológicas ao Sul das terras rebaixadas.

Em meio a essas Depressões, destacam-se os Planaltos Residuais do Sul do Pará e o complexo serrano que compreende a Serra dos Carajás, as Serras de Cubencranquém – da Paz – Gorotire, as Serras do Pardo – Porto Seguro, as Serras de São Félix – Antonhão – Seringa, e no extremo sul, divisa com o Mato Grosso, as Serras do Cachimbo, acompanhadas pelas Chapadas do Cachimbo e as demais unidades localizadas na porção Sudoeste do estado, tais como a Depressão Interplanáltica Juruena – Teles Pires, o Planalto dos Apicás – Sucunduri e o Patamar Dissecado dos Apicás.

Próximo à divisa com o estado do Amazonas, tem-se encrustado entre os já mencionados Planalto do Parauari – Tropas e Planalto do Tapajós, o Planalto do Crepori. São unidades moduladas em terrenos bastante erodidos e rebaixados, cuja nomenclatura por planaltos é dada em função da sua composição morfoestrutural.

Nos limites a Sudeste, divisa com o estado do Tocantins, ressalta-se os relevos formatados sob os Cinturões Móveis Neoproterozóicos, que no estado do Pará, compreendem, com destaque, a Depressão do Médio e Baixo Araguaia, seguida por menor expressão espacial pelos Patamares do Araguaia e pelas Serras das Andorinhas – Xambioá – Lontras. Nesta porção territorial tem-se, ainda, acompanhando a imensidão do rio Tocantins, a chamada Planície do Bananal, localizada na divisa do Pará com os estados do Mato Grosso e do Tocantins, como apresentado na Figura 6.

Nestas, a definição altimétrica vista na Figura 6, é desenhada, primordialmente, sob superfícies de Depressões, que se distribuem sob altitude média entre 200 – 300 m e a considerar os compartimentos de terras mais próximos aos canais principais dos grandes corpos hídricos superficiais, sendo os rios Amazonas, Tocantins, Xingu e Tapajós, a altimetria destas unidades de relevo mantêm-se sob níveis ainda mais rebaixados, entre 100 – 200 m, com tais superfícies representadas por diversas composições que vão desde Planaltos rebaixados a Depressões.

Os compartimentos mais elevados, destas Unidades Geomorfológicas ao Sul das terras rebaixadas, localizam-se na faixa Sudoeste do estado. Expondo-se sob tais características, tem-se o complexo de Chapadas do Cachimbo, com topos planos variando entre 500 – 700 m. E estabelecidos em meio ao conjunto de Depressões, ressalta-se os Planaltos Residuais do Sul do Pará e as Serras de Cubencranquém – da Paz – Gorotire, com topos mais aguçados mantendo-se entre 700 – 800 m. Marcado por elevação ainda



maior, entre 800 – 850 m, tem-se a Serra dos Carajás. Há que lembrar, no entanto, que apesar das altitudes superiores nessas morfologias serranas ou planálticas, nesta porção Sul, predominam terrenos rebaixados com elevações entre 200 – 300 m associadas principalmente as Depressões.

Novamente, assim como nas *Unidades Geomorfológicas ao Norte das terras rebaixadas*, os terrenos mais elevados localizados ao Sul não se sustentam sob grandes faixas homogêneas de terras, somente o complexo de Chapadas do Cachimbo é mais representativo, os demais são blocos isolados, ou relevos residuais, separados pela erosão linear associada as bacias hidrográficas dos rios de maior competência.

Dada por tal situação, e em um apanhando geral do contexto paraense, os locais marcados por menores níveis altimétricos são, notoriamente: 1 - a faixa central de terras sedimentares que é cortada pelo rio Amazonas; 2 - toda a porção Oeste paraense, sob interferência direta das bacias dos rios Trombetas e Tapajós; 3 - toda a faixa Sudeste que segue influenciada pela bacia do rio Tocantins; 4 - a porção Centro-Sul moldada pelas bacias do rio Xingu e do rio Anapu; e, por fim, 5 - o Nordeste paraense, trabalhado por todo o sistema de rios que envolve o baixo curso da bacia hidrográfica Amazônica.

Essa organização do complexo fluvial, alçada pelas enormes bacias hidrográficas paraenses, são o ponto de partida para o maior processo erosivo na região, formando corredores de vales, depressões, relevos testemunhos ou residuais que, agregados como fatores geográficos, por meio da rugosidade orográfica, elaborada em terrenos elevados e rebaixados, permitem o encaixe da circulação atmosférica e seu detalhamento em sistemas meteorológicos de ordem local e mesoespacial, importantes à figuração de tipologias climáticas mais específicas.

Em conjunto a essas informações geomorfológicas e topográficas, ressalta-se, como observado nos mapas apresentados, um indicativo sobre o direcionamento de entrada que refere-se aos sistemas de circulação atmosférica atuantes para o estado do Pará, em uma atualização da proposta elaborada por Nimer (1989), a qual permite compreender, de forma genérica, a seguinte organização para o estado do Pará:

- *Sistemas de Circulação Atmosférica de Norte*, individualizados como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sob influência direta da posição latitudinal, com dinâmica trabalhada ainda pela disposição e composição altimétrica do relevo, com destaque aos terrenos litorâneos rebaixados, desde a Guiana até o Nordeste Paraense, bem como, na região de foz do rio Amazonas, divisa entre os estados do Pará e o Amapá, cuja



altitude reduzida favorece a penetração destes sistemas continente adentro. Ressalta-se, ainda, o papel exercido, sob esses sistemas, dos complexos mais elevados compostos por relevos cratônicos na fronteira brasileira com a Guiana, Suriname e Guiana Francesa, e na divisa ocidental do estado do Amapá com o Pará.

- Sistemas de Circulação Atmosférica de Oeste, referem-se ao dinamismo da Alta da Bolívia (AB) e dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), cuja nebulosidade avança em meio as terras baixas amazônicas, adentrando no território paraense por toda a divisa com o estado do Amazonas. Nestas terras rebaixadas, os sistemas deslocam-se sem maiores empecilhos de barreiras orográficas, principalmente, no leito do rio Amazonas, no entanto, sob esse deslocamento de Oeste, ao cruzar a divisa com o estado do Amazonas, atingindo os terrenos cratônicos no estado do Pará, a orografia passa a ser composta por um conjunto de relevância topográfica, que parte de degraus altimétricos medianos, predominantemente entre 200 – 300 m, para aqueles cujo os topos apresentam elevação mais robusta, entre 600 – 700 m. Logo, estes Sistemas de Oeste são modelados em meio a configuração de barreiras e corredores de umidade, constituídos pela rugosidade que é peculiar nos terrenos cratônicos amazônicos.

- Sistemas de Circulação Atmosférica de Sul, pela interferência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), dos VCAN e dos Sistemas Frontais (SF), sendo estes deslocados desde as porções mais meridionais do território brasileiro, formando imensos corredores superficiais e zonas atmosféricas de umidade. Esses sistemas enfrentam toda a componente topográfica do Planalto Brasileiro até chegar ao estado do Pará estando, ainda, bastante dinamizados. Na região Norte, são fortalecidos pelas particularidades climáticas amazônicas e, sob um âmbito local, moldados pela combinação entre os atributos geomorfológicos. Ao adentrar no território paraense e sob influência direta da posição latitudinal, estes sistemas perdem força no avanço para marcas mais setentrionais.

- Sistemas de Circulação Atmosférica de Leste, consolidados pelos VCAN, a partir do avanço de sua borda convectiva sob a porção oriental do estado do Pará, bem como compreende em uma circulação predominante os Alísios de Nordeste (ANE) e Alísios de Sudeste (ASE), concebidos por ventos frios oceânicos mantenedores de uma estabilidade peculiar, que, contudo, pode ser quebrada a depender da intensidade do fluxo *onshore* destes sob o conjunto de fatores geográficos continentais. Avançam sob duas componentes, uma litorânea e outra continental.



Os fluxos da componente litorânea advêm do oceano Atlântico próximo, adentram pelos terrenos rebaixados do litoral, penetrando no interior continental pela porção Nordeste paraense. São configurados, também, sob o estado do Amapá, quando avançam até as composições cratônicas mais elevadas localizadas na face ocidental da divisa deste com o estado do Pará. Na outra componente, esses sistemas penetram a partir da costa do Nordeste brasileiro, avançando sob todo o conjunto de terras continentais, moldados assim pelos corredores altimétricos e barrados pelas orografias mais acentuadas, até chegar na porção oriental do território paraense, pelas divisas dos estados do Maranhão e Tocantins.

Sob esta segunda componente, esses fluxos não configuram-se como sistemas que possibilitem atividade convectiva vigorosa ao estado do Pará, ao contrário do ramo litorâneo que fornece a umidade necessária à produção ou disparo da formação de sistemas convectivos sob o âmbito local, a exemplo os Sistemas de Brisa (SB) no litoral e os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) a sotavento dos relevos de maior orografia, ou mesmo sistemas que podem atingir tamanho de ordem mesoespacial, como as Linhas de Instabilidade (LI) de propagação ao interior do território.

Empregados em conjunto, a relação destes sistemas com o relevo, remete a disposições que propiciam a formação de corredores úmidos, ou vertentes mais secas, que integrados a posição geográfica e em referência à distância ou proximidade do litoral, são fatores importantes à composição climática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como premissa a continuidade do desenvolvimento da pesquisa de doutoramento “*Dinâmica climática e as chuvas no estado do Pará, Brasil: proposta de classificação climática*”, desenvolveu-se essa descrição geral sobre os aspectos geomorfológicos e topográficos aliados aos sistemas de circulação atmosférica que, no âmbito geral, refletem uma relação importante no entendimento climático concernente ao estado do Pará.

É fato que, dado o caráter geral a qual se submete o trabalho, seu detalhamento moldado sob o campo climatológico, prescinde ainda das demais orientações estabelecidas por Monteiro (1973), no entanto, como etapa fundamental, essa apresentação das componentes geomorfológica e topográfica, descritas como fatores



geográficos, revelam-se por sua disposição no território paraense que, do conjunto com a circulação atmosférica, configuram as tipologias climáticas locais.

Este panorama, útil ao desfecho final da pesquisa, servirá de auxílio as discussões posteriores sobre qual o papel dos agentes superficiais no processo que leva a gênese, intensificação e dissipação dos sistemas atmosféricos, dado que, o relevo, sua disposição, altimetria e posição geográfica, aliado aos efeitos de maritimidade e continentalidade, fomentam, conforme Monteiro (1973), a individualização dos climas locais em meio ao regional.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Difel. 1983, 332p.

BERGHAUS, H. **Physikalischer Atlas**. Gotha, Alemanha: Justus Perthes. 1845. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=vchLAAAACAAJ&hl=pt-PT&pg=PP9#v=twopage&q&f=false>. Acesso em: 20 out. 2020

GAY-LUSSAC, J. L.; ARAGO, F. **Sur les lignes isothermes**. Par A. de Humboldt. (Extrait) In: *Annales de Chimie et de Physique*, T. 5, S. 102–112, 1817. Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6568603v/f108.item>. Acesso em: 2 jul. 2020.

HALLEY, E. A theory of the variation of the magnetical compass. **Phil. Trans. R. Soc.** 13: 208-221. 1683. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1683.0031>. Acesso em: 15.10.2020

HUMBOLDT, A. **Des lignes isothermes**: de la distribution de la chaleur sur le globe. Paris: V. H. Perronneau, 1817. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=DytXAAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=de&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 10 ago. 2020.

HUMBOLDT, A. **Cosmos**: ensayo de una descripción física del mundo. Bélgica: E. Perié, University of Toronto v. 01-02, 1875. Disponível em: <https://archive.org/details/cosmosensayodeun01humbuft>. Acesso em: 6 jul. 2020.

IBGE. **Unidades de Relevo**. 2006. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/15827-unidades-de-relevo.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 6 jul. 2020.

IBGE. **Malhas digitais**. 2010. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Acesso em: 6 jul. 2020.

KÖPPEN, W. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. **Petermanns Mitt**, v. 64, pp. 193-203, 1918. Disponível em: http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1918.pdf. Acesso em: 3 jul. 2020.



MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo:** Estudo geográfico sob a forma de atlas. São Paulo, USP/Instituto de Geografia, 1973.

MÜHRY, A. **Die geographischen Verhaeltnisse der Krankheiten:** oder, Grundzuege der Nos-Geographie, in ihrer Gesamtheit und Ordnung und mit einer Sanmlung der Thatsachen. Leipzig e Heidelberg, Alemanha: 1856. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=NKNzjTUTvsAC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 22 out. 2020.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422p

RUPKE, N. A. Humboldtian Medicine. **Medical History**, 1996, 40: 293-3 10. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/medical-history/article/humboldtian-medicine/0D787A755C446FDC4AA85B57EB596CD7>. Acesso em: 10 ago. 2020.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da Climatologia no Brasil.** Tese (Livre Docência), UNESP/FCT, 2001. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/joaolima/clima2012/Historia%20da%20Climatologia.doc>. Acesso em: 2 jul. 2020.

STRAHLER, A. STRAHLER, A. **Geografía Física.** Barcelona: Omega, 1994.

WOODBIDGE, W. C. **Isothermal Chart, or View of Climates & Production, Drawn from the Accounts of Humboldt & Others.** 1823, HIST 1952. Disponível em: <https://hist1952.omeka.fas.harvard.edu/items/show/219>. Acesso em: 20 out. 2020.