



## REVISÃO TEÓRICA E DISCUSSÃO SOBRE A ESCALA TOPOCLIMÁTICA

Victor Hugo Amancio do Vale <sup>1</sup>

### RESUMO

O clima e sua dinâmica regional, possuem um caráter regulador das possibilidades de uso do solo, a depender da escala utilizada para pesquisas e apontamentos climáticos, os atributos geográficos poderão ter maior influência climática a nível regional do que os próprios sistemas atmosféricos atuantes naquela porção do espaço. Estudos topoclimáticos ainda são incipientes, dentro da climatologia geográfica, a importância desse tipo de pesquisa é por demonstrar o efeito chave que os atributos geográficos possuem em relação ao controle da estruturação climática de uma determinada porção do espaço. O relevo é um elemento geográfico da paisagem que possui um fator condicionante de extrema importância, principalmente a nível de climas locais. O presente trabalho propõe o debate sobre a escala topoclimática, através de análises e discussões de diversos artigos acadêmicos com esse tema principal, realizadas através de uma revisão narrativa pelo autor, referente a esses artigos. Também procura fazer uma revisão teórica com vista a auxiliar na compreensão e atualização de metodologias, que podem contribuir para a questão dos estudos de escalas climatológicas e topoclimas.

Palavras-chave: Topoclimas, Climatologia Geográfica, Elementos Climatológicos, Revisão Narrativa.

### SUMMARY

The climate and its regional dynamics have a regulating character of the possibilities of land use, dependent on the useful scale for climate research and notes, geographical attributes may have greater climatic influence at a regional level than the atmospheric systems operating in that part. from space. Topoclimatic studies are still incipient, within geographic climatology, the importance of this type of research is to demonstrate the key effect that geographic attributes have in relation to the control of the climatic structure of a particular part of space. Relief is a geographical element of the landscape that has an extremely important conditioning factor, especially in terms of local climates. The present work proposes the debate on a topoclimatic scale, through analysis and increase of several academic articles with this main theme, carried out through a narrative review by the author, referring to these articles. It also seeks to carry out a theoretical review with a view to assisting in the understanding and updating of methodologies, which can contribute to the issue of studies of climatological scales and topoclimates.

Keywords: Topoclimates, Geographic Climatology, Climatological Elements, Narrative Review.

### INTRODUÇÃO (JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS)

O problema da escala em estudos climáticos, tem sido uma constante. Decidir qual é a escala espaço-temporal que melhor represente um determinado fenômeno climatológico, ficará obrigatoriamente submetido ao conjunto de técnicas mais adequadas ao processo de pesquisa e comunicação de seus resultados. Ribeiro (1993) nos aponta que cada nível escalar deve corresponder a uma abordagem específica, no sentido da coerência entre extensão e duração do

---

<sup>1</sup> Doutorando do curso de Geografia pela Universidade de Brasília



fenômeno climático com as técnicas analíticas, desde a obtenção dos dados, passando pelo seu tratamento estatístico – matemático, até a sua apresentação gráfica e cartográfica.

O clima e sua dinâmica regional, possuem um caráter regulador das possibilidades de uso do solo, a depender da escala utilizada para pesquisas e apontamentos climáticos, os atributos geográficos poderão ter maior influência climática a nível regional do que os próprios sistemas atmosféricos atuantes naquela porção do espaço. Woolmann (2014) e Aalto et al. (2017) afirmam sobre a necessidade de compreender a intrínseca relação entre o meio atmosférico e o meio biótico e terrestre como um dos objetivos da climatologia geográfica, incluindo a influência de altitude, latitude e longitude que refletem a influência de massas de ar em movimento, cobertura de nuvens e instabilidade barométrica.

A definição do papel dos gradientes climáticos no clima, necessitam de uma alta demanda de padrões de dados, que podem ser prejudicados por dois fatores principais e sofrer um comprometimento de sua utilidade segundo Aalto et al. (2017). O primeiro é a questão da resolução espacial, e está relacionado com a produção de dados climáticos, para representar as áreas médias suprimindo assim a variação de pixel adjacente O segundo, que é bastante recorrente na literatura climatológica, é a desconsideração da topografia local, no nível hierárquico de mesoescala, isso implica em como os efeitos de uma topografia complexa são negligenciados nos modelos de temperatura média local do ar.

Assim os elementos constituintes do ambiente, podem ser postos em uma hierarquia como propõe Mitchell et ali. (2004)., com o clima num nível hierárquico maior, influenciando uma área de centenas a milhares de quilômetros, a topografia operando entre centenas a dezenas de quilômetros quadrados, o tipo de solo pode ser uma restrição em dezenas a centenas de metros quadrados. As consequências práticas disso são que a previsibilidade dos efeitos do ambiente sobre uma atividade em um local, é dependente de uma compreensão das restrições exercidas por cada nível da hierarquia.

O relevo é um elemento geográfico da paisagem que possui um fator condicionante de extrema importância, principalmente a nível de climas locais. A orientação das vertentes assim como sua convexidade e concavidade, podem distribuir a radiação solar de forma diferente entre o relevo (Santos *et al* 2016). Com isso influenciando na formação de diferentes ecossistemas, conforme varia a quantidade de energia e calor recebidas.

No entanto, fatores que estão relacionados a escalas maiores de análise climáticas, podem também contribuir para influenciar a dinâmica do ambiente, como por exemplo a latitude, que talvez seja o mais importante desses fatores, segundo a afirmação de Prata et al.



(2018), posições latitudinais impulsionam fatores ambientais como temperatura, precipitação, solo e distância geográfica entre as espécies.

Estudos topoclimáticos ainda são incipientes, dentro da climatologia geográfica, a importância desse tipo de pesquisa é por demonstrar o efeito chave que os atributos geográficos possuem em relação ao controle da estruturação climática de uma determinada porção do espaço. Geiger (2003) define topoclimas como o clima de um determinado ponto topográfico que além de depender das formas superficiais do terreno, também sofrem influência dos tipos de solo e também das coberturas vegetais.

Além dos fatores morfológicos do relevo, é válido também lembrar o significativo papel da influência das atividades antrópicas em centros urbanos, na criação e alteração nos efeitos climáticos locais. Nas palavras de Ribeiro (1991), a rugosidade do terreno pode proporcionar variação climática de acordo com a energização que cada ponto do terreno recebe de acordo com a exposição a radiação solar, assim o autor entende o conceito de topoclima.

Pesquisas que demonstram que uma classificação climática de uma área natural ou urbana, podem ter mais de uma escala definida, como é o caso do estudo de Tarifa e Armani (2000) que realizaram um estudo na cidade de São Paulo, onde analisaram as unidades climáticas da cidade em três níveis escalares: o primeiro demonstra os climas locais em toda a mancha urbana de São Paulo; o segundo analisa os topoclimas da região, onde as diferenças de topografia interferem no uso da terra e na concentração de poluentes em determinadas áreas de acordo com o topoclima; o terceiro nível escalar é o microclimático, que está associado ao habitat da população.

O presente trabalho propõe o debate sobre a escala topoclimática, através de análises e discussões de diversos artigos acadêmicos com esse tema principal, realizadas através de uma revisão narrativa pelo autor, referente a esses artigos.

Ao decidir qual a escala climática é a mais útil para uma pesquisa, é necessário refletir sobre quais elementos climáticos irão atuar e modelar o tempo e as condições daquela área de estudo, e se o nível de detalhamento chegará ao ponto de os elementos geográficos da paisagem influírem na modelagem climática da região. A escala topoclimática se revela a mais adequada para os estudos em uma escala média, já que são os elementos geográficos junto ao movimento das massas de ar que determinam o comportamento do tempo em uma escala média.

O presente trabalho tem como objetivos, analisar a problemática da escala espacial em climatologia, através de uma revisão narrativa bibliográfica de diversos trabalhos publicados, com essa temática, mais precisamente no nível escalar que considere a topografia local, no nível de mesoclima (topoclima), reforçando a idéia da influência dos efeitos de uma topografia



complexa nos modelos de temperatura média local do ar, e que muitas vezes são negligenciados em pesquisas climatológicas. Também procura fazer uma revisão teórica com vista a auxiliar na compreensão e atualização de metodologias, que podem contribuir para a questão dos estudos de escalas climatológicas e topoclimas, propondo assim o debate sobre a escala topoclimática, através de análises e discussões de diversos artigos acadêmicos com esse tema principal, realizadas através de uma revisão narrativa pelo autor, referente a esses estudos.

## **METODOLOGIA**

O método de pesquisa utilizado foi a revisão narrativa, propícia para discutir o estado da arte, sob o ponto de vista conceitual e metodológico do objeto de pesquisa escolhido, contribuindo assim para o conhecimento e debate do tema, além de problematizar e atualizar a discussão sobre o objeto de pesquisa. O método da revisão narrativa não se caracteriza por finalizar todas as fontes de informação a respeito do objeto estudado, e acaba sofrendo uma perspectiva enviesada de acordo com a subjetividade do pesquisador.

Para a escolha dos artigos analisados foi feita uma busca no site de periódicos da Capes, aonde foram buscados os indexadores “topoclimate” e “topoclima”. Através de uma leitura rápida, foram selecionados 12 artigos para análise de estudos topoclimáticos, escolhidos com base nas diferentes metodologias e diferentes objetivos propostos por cada artigo, com o objetivo de dar uma perspectiva ampla ao tema estudado. Entre as mais de 200 referências encontradas com os termos indexadores, ficamos com os que mais se relacionavam ao tema dentro do escopo da climatologia geográfica.

A preferência para a publicação dos artigos foi de 2010 até 2018, porém um artigo fugiu dessa regra por pensarmos que ele serviu de base para análise do comportamento dos elementos do clima a nível de mesoescala.

Essa revisão procura ainda traçar um quadro teórico e demonstrar algumas metodologias empregadas em estudos de análise topoclimática, tanto a nível nacional como internacional. Os procedimentos metodológicos utilizados em cada pesquisa, foram variados de acordo com o tamanho da área de pesquisa e também das fontes de dados. Na revisão teórica feita foi dada maior atenção a esses procedimentos do que a outros aspectos da pesquisa.

## **DISCUSSÃO TEÓRICA**



O topoclima designa um mesoclima que possui uma alteração do clima local, devido a rugosidade do terreno, que com distintas altimetrias, e diferentes direções de orientação das vertentes, e que por consequência propicia uma energização diferenciada da radiação solar durante o período diurno. A sua extensão horizontal pode variar de 0,5 a 5 km, acompanhando a forma do relevo ou tamanho da vertente que lhe dá origem (Ribeiro, 1993).

A crítica que Aalto et al. (2017) pontua a respeito da escala topoclimática de análise do clima, diz respeito a escassa literatura a respeito dessa temática, mesmo em ambientes onde as temperaturas podem ser estritamente controladas por aspectos geográficos na escala local. Um exemplo que o autor utiliza é a questão da variação de temperatura na mesma vertente onde um lado pode ser voltado para o equador e outra face vertente voltada para um dos polos, em um grande maciço montanhosos.

O ambiente atmosférico é regido por um conjunto integrado de fenômenos que se encadeiam e se superpõem no tempo e no espaço. Os fenômenos existem sob as mais diversas ordens de grandeza, convivem concomitantemente em regime de trocas energéticas recíprocas e interdependentes, entre tempo e espaço, que se integram a níveis escalares hierarquizados (tamanho, duração, frequência e intensidade) dos fenômenos atmosféricos. Uma das maiores dificuldades nas análises climatológicas é situar, concretamente, a realidade em estudo, com relação aos tipos de dados e fontes necessárias, em função dos resultados que se pretende alcançar.

Entre os autores que discutiram a questão da escala em abordagens climatológicas, destacamos Monteiro (1976) que propôs uma organização taxonômica para os espaços zonais, regionais e locais. Oliver e Fairbridge (1987), Atkinson (1987), Ribeiro (1993), Mendonça e Oliveira (2007) desenvolveram discussões no âmbito escalar da abordagem climatológica e elaboraram o quadro a seguir com boa aceitação por parte de climatologistas e meteorologistas.

Ribeiro (1993) aponta o nível mesoclimático como a ordem hierárquica do clima que apresenta a troca entre a energia disponível na atmosfera e as feições terrestres, em um tamanho de 10 a 100 quilômetros de largura. Já Atkinson (1987) considera uma escala entre 15 e 150 quilômetros.

**Quadro 1**  
ORGANIZAÇÃO DAS ESCALAS ESPACIAL E TEMPORAL DO CLIMA

Ordem de Grandeza	Subdivisões	Escala Vertical	Escala Horizontal	Temporalidade das Variações mais Representativas	Exemplificação Espacial
Macroclima	Clima zonal	> 2.000	3 a 12 km	Algumas semanas a	O globo, um hemisfé-



	Clima regional	km		vários decênios.	rio, oceano, continente, mares etc.
Mesoclima	Clima regional Clima local Topoclima	2000 km a 10 km	De 12 km a 100 metros	Várias horas a alguns dias.	Região natural, montanha, região metropolitana, cidade etc.
Microclima		10km a alguns metros	Abaixo de 100 metros	De minutos ao dia.	Bosque, uma rua, uma edificação, casa etc.

Fonte: Mendonça e Oliveira (2007, p. 23).

Classificar a paisagem em diferentes unidades climáticas é útil para determinar os efeitos da topografia em vários fenômenos naturais, como a pesquisa que Cai et al. (2017) realizaram, ao tentar demonstrar os efeitos da diferença de topografia em resposta ao regime de fogo e mudanças climáticas nas florestas boreais chinesas.

A superfície terrestre apresenta os atributos do relevo como altitude, orientação, declividade e orientação das vertentes, como fatores que influenciam o controle climático de cada lugar. Forma de uso do solo, cobertura vegetal, coloração do solo, também são forças atuantes na temperatura do ar Galvani *et al* (2010). A dinâmica atmosférica age como principal controlador dos tipos de tempo presentes ao longo da superfície terrestre a nível de mesoescala climática.

Os componentes geocológicos da paisagem, podem se relacionar a aspectos urbanos de uma cidade, como a área asfaltada e o gradiente vertical das construções e dessa forma interagir com a atmosfera para determinar o clima e suas variações dentro de uma cidade, foi esse aspecto o objetivo da pesquisa de Assis e Machado (2016) que resultou no mapa de unidades climáticas de Nova Lima-MG.

A geomorfologia comprovadamente exerce um papel primordial na definição climática a nível de mesoescala, pois o clima é limitado e controlado pelos aspectos morfogenéticos da paisagem. A análise topoclimática dentro da escala de mesoclima, é determinada pela avaliação do relevo e das demais características do meio físico que compõem a paisagem da área de estudo. Ao se escolher uma metodologia pra trabalhar com essa temática é fundamental realizar um levantamento sobre as características da paisagem que compõem o ambiente, unindo estudos feito em bases cartográficas da região, como também dados coletados em campo.



Geologia, geomorfologia, pedologia, hipsometria, declividade, posição das vertentes e uso do solo são componentes que necessitam estar presentes em um estudo dessa magnitude.

O topoclima designa um mesoclima que possui uma alteração do clima local, devido a rugosidade do terreno, que com distintas altimetrias, e diferentes direções de orientação das vertentes, e que por consequência propicia uma energização diferenciada da radiação solar durante o período diurno. A sua extensão horizontal pode variar de 0,5 a 5 km, acompanhando a forma do relevo ou tamanho da vertente que lhe dá origem (Ribeiro, 1993).

Uma das grandes dificuldades ao se trabalhar com a escala topoclimática, é a dificuldade na obtenção de dados meteorológicos em uma escala de nível mais detalhada, levando em consideração as particularidades geocológicas do sítio pesquisado. Bohner (2006), por exemplo afirma que dados de estações meteorológicas em um ambiente de cadeias de montanhas, não possibilitam uma coleta de dados que considere a complexidade do relevo, pois na maior parte das vezes essas estações e respectivas aparelhagens, se localizam em fundos de vale, ou lugares mais planos, não representando realmente os climas das altas montanhas e de suas vertentes.

Campbell e Mitchell desenvolveram uma abordagem de classificação para a análise integrada do clima utilizando uma combinação de 27 parâmetros de chuva, temperatura e radiação solar, permitindo assim a combinação de unidades de paisagens homogêneas com base no clima. Nessa abordagem os autores citados, não utilizaram a altitude como uma variável no controle climático, enfatizando assim sua abordagem a nível de mesoescala, não considerando os atributos geográficos da área pesquisada e sim apenas estimativas de temperatura, radiação e precipitação.

Um estudo que trouxe um bom retorno quanto aos objetivos propostos, realizado por Kubiak e Dzieszko (2012), atualizaram esse método com o uso de tecnologia de termovisão para identificar as diferentes temperaturas da superfície terrestre, como veremos mais a frente. Na abordagem teórica de Paszyn 'ski (1980) a troca de energia é essencial para a diferenciação topoclimática, consequentemente ele classificou onze tipos de topoclimas no estudo que fez na ilha Wolin (Polônia) e que foi refeito por Kubiak e Dzieszko (2012) utilizando geotecnologias.

Descobrir a orientação das vertentes em um ambiente montanhoso, é de suma importância para um estudo topoclimático, a hipsometria, aliada à orientação das vertentes, resulta em um padrão de iluminação solar que interfere diretamente na diferenciação de temperatura em faces opostas da vertente, Machado e Assis (2016) elaboraram uma base cartográfica com o objetivo de levantar as características superficiais da área de estudo. Nessa pesquisa foram elaborados



mapas de hipsometria, orientação das vertentes, uso e ocupação da terra e insolação, e na sequência foi feita uma análise rítmica de coleta de dados em campo.

Após isso averiguaram que as características geoecológicas que mais se relacionavam com a dinâmica de variação dos elementos climáticos consistiam na radiação solar, uso e ocupação da terra e altimetria, as quais refletiam fortemente no comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar. Em um próximo passo concluíram que a metodologia de análise multicritérios era a mais apropriada para distinguir as diferentes unidades topoclimáticas na área pesquisada.

Para diferenciar essas unidades os pesos adicionados para cada mapa temático foram definidos com base na análise diagnóstica dos dados coletados em campo, que apontou os fatores que mais se relacionavam com a distinção climática entre as diferentes localidades da área de estudo. Os valores percentuais adotados foram discutidos e testados considerando-se o diagnóstico feito na primeira etapa do trabalho e a opinião de especialistas. Em seguida, foi realizada uma álgebra destacando os pesos maiores para aspectos que provavelmente exerciam um maior controle climático de acordo com os dados levantados em campo.

Kubiak e Dzieszko (2012), explanam sobre o desenvolvimento de determinação dos mapas topoclimáticos desenvolvido por Paszyn 'ski (1980), o método de determinação dos mapas topoclimáticos é feito com base na atribuição de conteúdo climatológico para as unidades geográficas distintas e menores.

O ponto de partida para a compilação dos mapas é o caráter de troca de energia entre a atmosfera e o solo, que é o processo fundamental que molda o clima em um determinado local. A vantagem deste tipo de mapeamento é a sua abordagem genética, porque este método fornece informações sobre as causas dos eventos climáticos em locais específicos. Os autores atualizaram esse método com o uso de tecnologia de termovisão para identificar as diferentes temperaturas da superfície terrestre, como veremos mais a frente. Na abordagem teórica de Paszyn 'ski a troca de energia é essencial para a diferenciação topoclimática, conseqüentemente ele classificou onze tipos de topoclimas no estudo que fez na ilha Wolin (Polônia) e que foi refeito por Kubiak e Dzieszko (2012) utilizando geotecnologias e a temperatura da superfície terrestre analisada por instrumentação de termovisão.

Estudos sobre mapeamentos topoclimáticos são realizados com uma frequência cada vez maior dentro da climatologia geográfica, são escolhidos para atestar o papel dos elementos geográficos da paisagem como fatores controladores do clima local. Também utilizando a metodologia de Paszyn 'ski (1999) citada acima, Kolendowicz, e Bednorz (2015) publicaram um estudo que resultou no mapa topoclimático sintético da área do Parque Nacional Słowiński



no Norte da Polônia, utilizando igualmente a troca de energia entre superfície atmosfera como elemento preditor da pesquisa, o balanço energético atmosfera-Terra, assim chegando a uma divisão em seis tipos de topoclima com esse método. Os autores aconselham a utilização desse método em pesquisas de escala grande, mas a metodologia deles não foi muito bem esclarecida nesse estudo.

Já Bohner (2006), utiliza modelos geoestatísticos (krigagem), interpolação da fonte pontual, que são os dados das estações meteorológicas, além de usar um modelo digital do terreno derivado de fontes GTOPO-30 que é um modelo global de elevação. Usando estimativas espaciais de alta resolução de radiação, temperatura e precipitação cobrindo a Ásia Central em uma rede de grade regular com um espaçamento de célula de grade de 1 km<sup>2</sup>, as variações topoclimáticas são investigadas e discutidas com respeito a seus principais controles barométricos e topográficos.

Em geral, os padrões climáticos da Ásia Central e Alta são determinados por modos de monção tropical e circulação extratropical. As condições e processos sinóticos associados, em particular a alternância de massas de ar tropicais e polares, levam a variações distintas em larga escala, válidas para todos os parâmetros climáticos em todas as estações. E apesar da diferença sazonal e espacial nos dados das estações meteorológicas, principalmente do tamanho da área onde a pesquisa se realizou, as principais características das variações climáticas espaciais foram reveladas, com base na condução atmosférica e nas forças e controles topográficos em escala regional.

A questão do tamanho da área a ser analisada e a acurácia de estações meteorológicas é objeto de destaque também do artigo de Aalto et al (2017), que afirma que apesar de extensas áreas geográficas é possível capturar os efeitos da topografia local nas observações mensais de temperatura. Para isso os autores calibraram os modelos climáticos em duas etapas, a inicial representa uma abordagem de modelo convencional (isto é, localização geográfica, elevação e cobertura de água) e a outra representa um modelo topoclimático avançado considerando o potencial de radiação solar recebido e a elevação do terreno com isso duas equações diferentes foram geradas e o modelo estatístico forneceu gráficos mostrando a diferença entre o modelo de análise convencional do clima e o modelo topoclimático desenvolvido pelos autores.

Batalla et ali. (2018) reforçam a idéia da importância de áreas montanhosas para estudos topoclimáticos, pois essas áreas possuem naturalmente devido ao seu gradiente altitudinal, diversos topoclimas, além do que ambientes montanhosos são importantes indicadores de



efeitos do aquecimento climático em curso, pois seus ecossistemas são mais vulneráveis a mudanças climáticas como o derretimento de geleiras por exemplo.

Para o cálculo da radiação solar, os autores utilizaram o modelo digital de elevação, utilizando equações astronômicas que decrevem a posição do sistema Sol-Terra, considerando as condições atmosféricas constantes, para refletir principalmente a influência local da topografia sobre a radiação solar. E para temperatura e precipitação eles usaram a altitude, latitude, distância em relação ao mar e o potencial de radiação solar como variáveis.

Em estudos ecológicos o habitat reflete as condições climáticas do ambiente, daí a importância dos estudos de topoclimas e microclimas relacionados a ecologia. Gollan et al. (2015) em sua pesquisa testou se as variáveis topoclimáticas, aqui utilizado no sentido de fatores locais estruturantes para a formação de unidades climáticas como ventos predominantes, declives e aspectos das vertentes, eram determinantes na formação de habitats para a composição de espécies diversas de formigas em uma região do Sudeste da Austrália.

Utilizando dataloggers para medir temperatura e umidade do ar, com registros em 150 locais ao longo de 666 dias de pesquisa e utilizando as seguintes variáveis do clima como fator de influência: elevação, distância até a costa, cobertura do dossel, latitude, drenagem de ar frio e exposição topográfica aos ventos. E como resultado da pesquisa foi concluído que os elementos expostos acima não apresentaram um papel importante na diversidade das formigas, maior destaque foram as temperaturas máximas como elemento crucial para determinar a diversidade de formigas. Dessa forma a sugerida importância dos meios climáticos para controlar gradientes de diversidade de formigas em escala ampla foi desmentida pelo estudo.

Binda et al. (2018) realizaram um estudo topoclimático que consistia em realizar um percurso móvel em um transecto demarcado ao longo de 14 km no interior do núcleo urbano da cidade de Chapecó-Sc, a cada 200 metros eles realizavam a medição por meio de termohigromêtros, escolheram a época da medição a das estações de inverno e verão, realizando um dia de medição em uma data previamente escolhida de cada estação, com o objetivo de registrar diferentes sistemas atmosféricos próprios de cada estação.

O objetivo do trabalho foi identificar as influências da urbanização sobre o clima local, o trajeto a ser percorrido para as medições foi escolhido por conta da diversidade de uso do solo e a variação dos atributos topográficos dentro do centro urbano. Com esse estudo foi possível comprovar a relação dos diferentes sistemas atmosféricos atuantes e a variação dos elementos



temperatura e umidade ao longo do projeto. Com isso foi possível a identificação de um clima urbano específico na cidade de Chapecó-SC.

No campo de estudos geográficos a dicotomia entre geografia física e geografia humana, sempre se faz presente. Superar essa polaridade tentando unir os dois aspectos de investigação do globo terrestre, parece ser um desafio ainda difícil de alcançar na ciência geográfica. O artigo de Romero Et al. (2018) discute a relação dos povos andinos do Norte do Chile e a sua construção social e cultural do território com o conhecimento, interpretação e gestão da enorme variedade dos topoclimas e recursos hídricos existentes nos Andes, desta feita demonstrando uma visão integrativa entre a climatologia física e o modo de viver das populações andinas influenciadas pelo clima e aspectos do tempo na área da pesquisa.

Nessas montanhas, segundo os autores as relações entre o humano e o não humano persistem e / ou são “performadas”, estimulando dinâmicas topoclimáticas e hidrossociais que pretendem ultrapassar o valor de troca e voltar a possuir valores e significados de uso. Os autores utilizam o conceito de topoclimatologia, não mais como uma climatologia dos lugares, mas sim a relação entre os componentes naturais da paisagem com a sociedade, sendo a topoclimatologia a expressão destas.

Como metodologia eles utilizaram a influência da Teoria Actant-Rede e da Topologia Semiótica Material (Goldman, Daly e Lovell 2016; Popke 2016), para considerar não apenas as percepções humanas, mas também as formas como as relações humano-ambientais são composta por conjuntos tecno-naturais que unem corpos, materiais, infraestruturas, tecnologias e ecossistemas de forma significativa e até precária. Dessa forma a relação dos indígenas com os conhecimentos topoclimáticos não se constroem apenas partindo de dados meteorológicos, mas sim da interpretação cultural dos fluxos de matéria, energia e informação entre os altiplanos, os vales e as depressões topográficas que lhes permitem construir socialmente não só a noção de climas e águas, mas também o capital social que garante a sobrevivência das comunidades. Então ao invés de ficar restrito a dados meteorológicos os topoclimas para os andinos são um misto de construção física, social e cultural que entrepõe os processos atmosféricos de escala local.

A metodologia empregada se caracteriza por uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de realizar uma revisão de literatura e discussão a respeito dos temas mesoclima e topoclimas, em artigos nacionais e internacionais, estes últimos todos publicados na base de dados ‘Web Of Science’, em formato de revisão narrativa.



XIV ENCONTRO NACIONAL DE  
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM

**GEOGRAFIA**

XIV ENANPEGE  
TEMPO DIGITAL

Essa revisão procura ainda traçar um quadro teórico e demonstrar algumas metodologias empregadas em estudos de análise topoclimática, tanto a nível nacional como internacional.

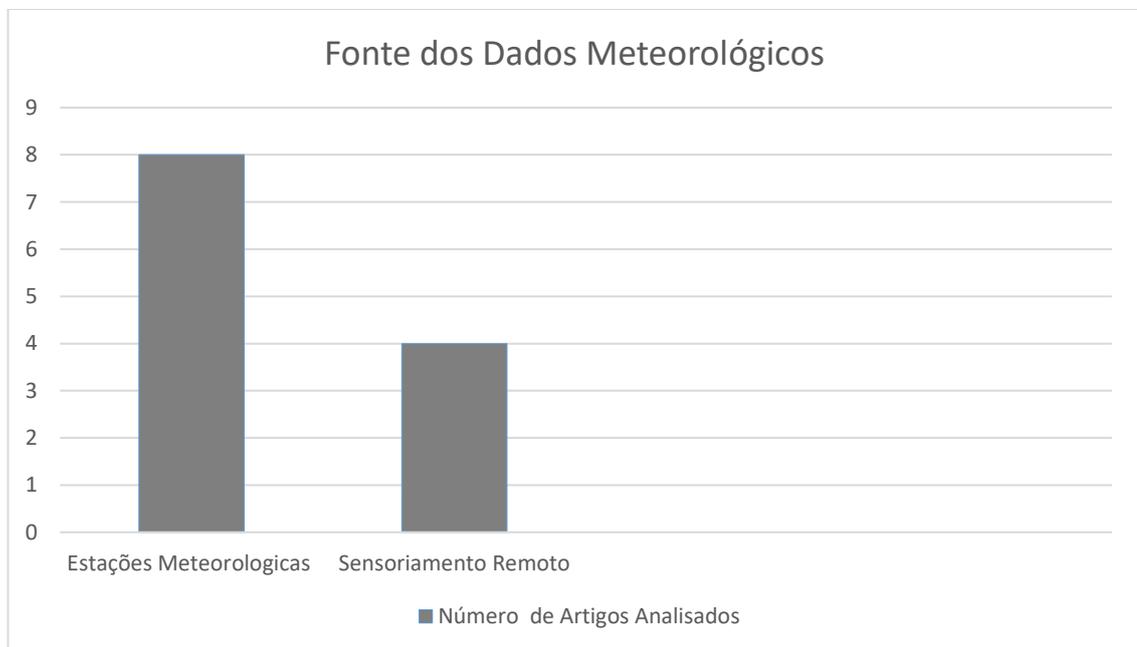
## **RESULTADOS E/OU DISCUSSÕES**

Conforme a revisão bibliográfica realizada, nos parece que dados das estações meteorológicas, não são suficientes para detectar análises de comportamento do clima em escalas menores, vários métodos recentes aparecem como uma nova maneira, de detectar melhor a interação entre o sistema superfície-atmosfera, impulsionados pelas geotecnologias, técnicas como o sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica e modelos

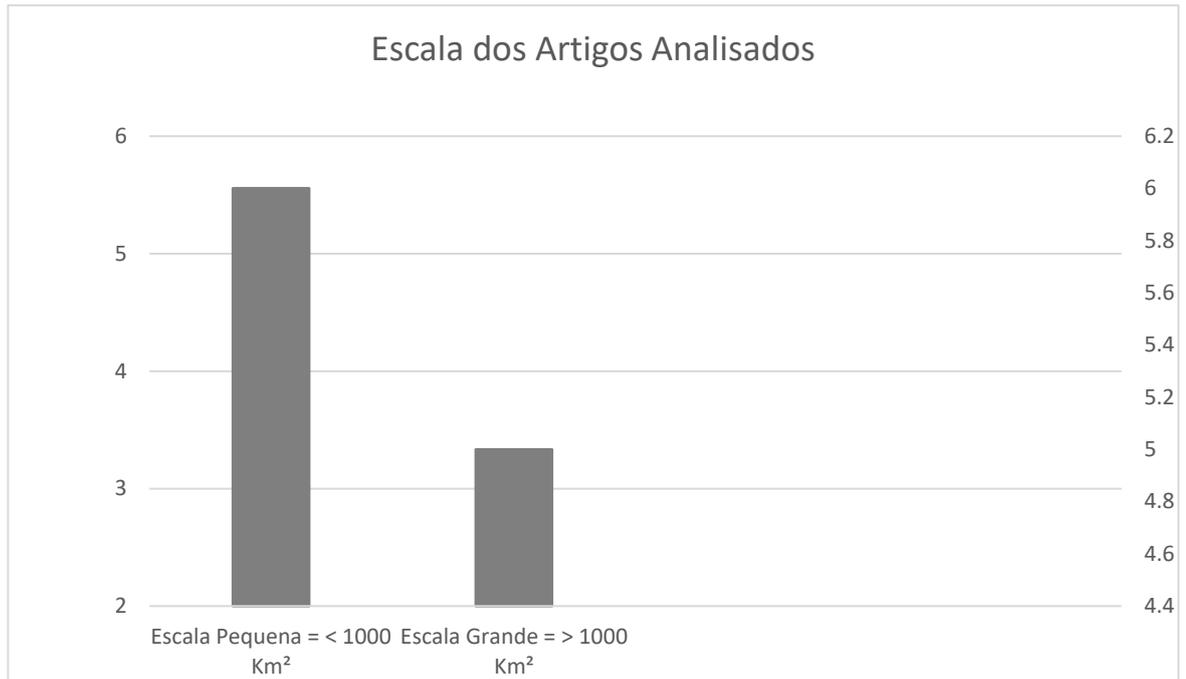


computacionais de estatística que podem servir a uma análise mais apurada e detalhada do comportamento climático, nesse tipo de escala.

Nos 12 artigos analisados aqui, percebemos que na maior parte deles as estações meteorológicas foram a fonte principal dos dados, como no gráfico a seguir. Isso pode ocorrer por conta das pesquisas usando dados de sensoriamento remoto serem relativamente novas, o que impede uma análise de uma série histórica, utilizando essa fonte, e como vimos alguns artigos foram baseados em análises de series climáticas históricas. E também artigos realizados em uma escala com maior nível de detalhes, em uma área espacial menor, dificilmente se utiliza dados de sensoriamento remoto e de satélites, pois esses equipamentos não abarcam tal nível de detalhamento.



Quanto ao tamanho da área analisada nos artigos, a quantidade de pesquisas realizadas em escalas menores que 500 Km<sup>2</sup>, foram pouca coisa maiores do que em escalas maiores do que 500 Km<sup>2</sup>. Chama a atenção o número maior de estudos analisados em áreas maiores, o que implica em menor grau de detalhamento escalar, e quando confrontado com o gráfico das fontes de dados, onde o número maior dos dados obtidos foram através de estações meteorológicas, o que não era esperado, por conta das medições locais dos elementos do clima em menores áreas se tornarem facilitadas pelo uso de dados das estações, mas isso explica-se por conta da utilização não apenas de poucas estações em grandes áreas mas sobretudo pelos autores incluírem dados de redes de estações oficiais e não apenas de poucas estações meteorológicas.



A questão da importância da topografia e seu grau de controle sobre o clima, têm maior relevância na origem da categoria de análise dos topoclimas, que ainda não é um assunto comumente pautado em estudos e pesquisas de climatologia, mas que segue um caminho de maior aprofundamento por parte dos pesquisadores nos últimos tempos, e que pode nos fornecer bons indicadores das potencialidades de uso da paisagem e do comportamento climático em diferentes áreas.

## REFERÊNCIAS

AALTO, Juha; RIIHIMÄKI, Henri; MEINER, Eric; *et al.* Revealing topoclimatic heterogeneity using meteorological station data. *International Journal of Climatology*, vol. 37, 2017.

ATKINSON, Ben. Atmospheric process. Global and local. In: *Horizons in physical Geography*. Edited by CLARK, H. J. London: Macmillan, 1987

BATALLA, Meritxell; NINYEROLA, Miquel; CATALAN, Jordi. Digital long-term topoclimate surfaces of the Pyrenees mountain range for the period 1950–2012. *Geoscience Data Journal*, v. 5, n. 2, 2018.



BINDA, Andrey Luis; MENDES, Jonathan; KOICHEMBOERGER, Matheus. Topoclimas urbanos em chapecó/sc: as interações entre a urbanização e o sítio urbano. Boletim de Geografia, v. 34, n. 1, 2016.

BÖHNER, Jürgen. General climatic controls and topoclimatic variations in Central and High Asia. Boreas, vol. 35, no. 2, 2006.

CAI, Wen H.; YANG, Yuan Z.; YANG, Jian; et al. Topographic variation in the climatic change response of a larch forest in Northeastern China. Landscape Ecology, vol. 33, 2018.

GALVANI, E., LIMA, Nádia Gilma Beserra de, e FALCÃO, R. M. A escala topoclimática nos estudos climáticos: o exemplo do perfil topográfico do Pico da Bandeira, Parque Nacional do Alto Caparaó, MG. In IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Fortaleza, 2010. Climatologia e Gestão do Território. Fortaleza : UFC, 2010. Disponível em: <http://www.ixsbcg.com.br>.

GEIGER, Rudolf; ARON, Robert H.; TODHUNTER, Paul. The climate near the ground. Rowman & Littlefield, 2003.

GOLLAN, John R.; RAMP, Daniel; ASHCROFT, Michael B. Contrasting topoclimate, long-term macroclimatic averages, and habitat variables for modelling ant biodiversity at landscape scales. Insect Conservation and Diversity, v. 8, n. 1, 2015.

KOLENDOWICZ, Leszek; BEDNORZ, Ewa. Topoclimatic differentiation of the area of the Słowiński National Park, northern Poland. 2010. Disponível em: <https://repozytorium.amu.edu.pl/handle/10593/10227>

KUBIAK, Marta. DZIESZKO, Piotr. Using Thermal Remote Sensing in Environmental Studies. Transactions in GIS, vol. 16, no. 5, 2012.

MACHADO, Lilian Aline; ASSIS, Washington Lopes. Proposta metodológica de mapeamento de unidades topoclimáticas. Revista Brasileira de Climatologia, v. 21, 2017



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

MITCHELL, Neil; ESPIE, Peter and HANKIN, Robin. Rational landscape decision-making: the use of meso-scale climatic analysis to promote sustainable land management. *Landscape and Urban Planning*, vol. 67, no. 1-4, 2004.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. *Teoria e Clima Urbano*. São Paulo: IGEO/USP, 1976.

OLIVER, John E.; FAIRBRIDGE, Rhodes Whitmore. *The encyclopedia of climatology*. 1987.

PASZYNSKI Janusz., 1980, *Metody sporządzania map topoklimatycznych (Methods of the construction of topoclimatic maps) (in Polish)*. *Dokum.Geogr.*, 3.

PRATA, Eduardo Magalhães Borges; TEIXEIRA, Aloysio De Pádua; JOLY, Carlos Alfredo; *et al.* The role of climate on floristic composition in a latitudinal gradient in the Brazilian Atlantic Forest. ***Plant Ecology and Evolution***, vol. 151, no. 3, 2018.

RIBEIRO, Antonio Giacomini *As Escalas do Clima*. *Boletim de Geografia Teorética*. Rio Claro, n.23, 1993. pp. 288 – 294.

ROMERO ARAVENA, Hugo; ROMERO-TOLEDO, Hugo; OPAZO, Dustyn. Topoclimatología cultural y ciclos hidrosociales de comunidades andinas chilenas: híbridos geográficos para la ordenación de los territorios. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, v. 27, n. 2, p. 242-261, 2018.

SANTOS, Denise Dias dos; MORAES, Sara Lopes de; GALVANI, Emerson. Variação da temperatura do ar média, mínima e máxima no perfil topoclimático da Trilha Caminhos do Mar (SP). ***Revista Equador***, Teresina, v. 5, n. 5, p. 1-19, 2016.



XIV ENCONTRO NACIONAL DE  
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM

**GEOGRAFIA**

XIV ENANPEGE  
Espaço Digital

TARIFA, J. R. & ARMANI, G. (2000) As Unidades Climáticas Urbanas da Cidade de São Paulo. In: Atlas Ambiental do Município de São Paulo. Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA/PMSP) e Secretaria de Planejamento (SEMPLA/PMSP). Site: [http://www.prodiam.sp.gov.br/svma/atlas\\_amb](http://www.prodiam.sp.gov.br/svma/atlas_amb) . Prefeitura do Município de São Paulo.

WOOLMAN, Cássio Arthur; SIMIONI, João Paulo Delapasse Caracterização e variabilidade interanual da precipitação pluviométrica na Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, no período de 1996 a 2009. Revista Eletrônica Geoaraguaia. Barra do Garças - MT. V 6, n.1, p 1 a 18.