

**JANAÍNA JURCA**

**CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS: VARIAÇÕES  
TEMPO-ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES NOS  
LIVROS DIDÁTICOS E COMO SUBSÍDIO AO  
ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO**

Presidente Prudente  
2005

JANAÍNA JURCA

CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS: VARIAÇÕES TEMPORO-  
ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES NOS LIVROS DIDÁTICOS E  
COMO SUBSÍDIO AO ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação  
em Geografia da FCT/UNESP,  
campus de Presidente  
Prudente, para obtenção do  
título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José  
Tadeu Garcia Tommaselli

PRESIDENTE PRUDENTE  
2005

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação  
UNESP – FCT – Campus de Presidente Prudente

J32c	<p>Jurca, Janaína. Classificações climáticas : variações temporo-espaciais e suas aplicações nos livros didáticos e como subsídios ao zoneamento agroclimático / Janaína Jurca. – Presidente Prudente : [s.n.], 2005 100 f. : il., fig.</p> <p>Dissertação (mestrado). - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia Orientador: José Tadeu Garcia Tommaselli</p> <p>1. Climatologia. 2. Classificações climáticas. 3. Köppen. 4. Thornthwaite. 5. Livros didáticos. I. Jurca, Janaína. II. Tommaselli, José Tadeu Garcia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD (18.ed.) 551.6</p>
------	---

JANAÍNA JURCA

**CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS: VARIAÇÕES TEMPORO-  
ESPACIAIS E SUAS APLICAÇÕES NOS LIVROS  
DIDÁTICOS E COMO SUBSÍDIO AO ZONEAMENTO  
AGROCLIMÁTICO**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador.....

2º Examinador .....

3º Examinador .....

Presidente Prudente, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2005

Aos meus pais por terem me tornado a pessoa que sou e ao Professor José Tadeu Garcia Tommaselli pelo incentivo, apoio, paciência e pelo excepcional profissional que é.

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta e indireta de muitas pessoas. Manifestamos nossa gratidão a todas elas e de forma particular:

ao meu querido pai por tudo que fez por mim, por ser um dos meus exemplos a seguir e que sei que sempre está ao meu lado, mesmo não estando mais presente entre nós;

a minha mãe por tudo que fez por mim, pelo apoio, incentivo, carinho, dedicação, amor e por ser a pessoa que é;

aos meus irmãos pelo companheirismo, incentivo, apoio e carinho, por sempre estarem presentes em minha vida, me ajudando no que for preciso;

a toda minha família que me apoiou nos momentos mais difíceis da minha vida e também dividiram as alegrias;

a todos meus amigos pela força e incentivo em todos os aspectos da minha vida;

a todos meus amigos de graduação, onde tudo começou, por tudo que fizeram por mim, e foram muitas coisas tanto na carreira acadêmica como na minha vida pessoal, em especial Luciene, Liz, Denise e Adriano;

aos meus colegas de Pós-graduação;

a todos os colegas do Laboratório de Climatologia e da Estação Meteorológica da FCT/UNESP;

a todos os funcionários da biblioteca, do Departamento de Geografia e a Seção de Pós-graduação pela ajuda e apoio;

ao CNPq pelo período de bolsa que me foi concedida;

a todos os meus professores desde a graduação até aqui por serem excelentes profissionais e sempre estarem a disposição;

a duas pessoas que tentaram me prejudicar de formas diferentes, mas que por causa disso consegui me erguer e consegui chegar até aqui, ao final deste grande e sonhado objetivo, confesso que quase não consegui, pensei em desistir diversas vezes, mas temos que acreditar e confiar em si mesmo e seguir em frente apesar das barreiras;

e por último porém tão importante, ao meu grande orientador José Tadeu Garcia Tommaselli, esse eu não tenho nem palavras para expressar toda a minha gratidão por tudo que fez por mim tanto na vida acadêmica como na pessoal: apoio, carinho, incentivo, dedicação, paciência (essa foi bastante principalmente nos últimos tempos), amizade, compreensão, disposição, orientação, presença. Tadeu, obrigada por tudo de coração, você foi fundamental nesta minha conquista, lembre-se que você é o meu exemplo a seguir, tenho muito orgulho em ser sua orientada em todo esse tempo que convivemos juntos numa relação de amizade verdadeira; espero continuar sendo sua orientada preferida (apesar dos desapontamentos), pelo menos uma coisa ninguém vai me tirar o título de primeira orientada da Pós-graduação, e tenho certeza que a primeira de muitos outros que virão.

*Se você quiser alguém em quem confiar  
Confie em si mesmo  
Quem acredita sempre alcança  
Nunca deixe que lhe digam  
Que não vale a pena acreditar no sonho que se tem  
Ou que seus planos nunca vão dar certo  
Ou que você nunca vai ser alguém  
Tem gente que machuca os outros  
Tem gente que não sabe amar  
Mas eu sei que um dia a gente aprende*

(Renato Russo)

## RESUMO

Este estudo relaciona a importância da climatologia e do clima nas relações diretas com as atividades humanas. Tenta-se demonstrar como se comportam as classificações climáticas dentro de uma série temporal, analisar e comparar a classificação climática de Köppen resultante deste estudo com as classificações climáticas encontradas nos livros didáticos, confrontar a classificação climática de Köppen com a classificação climática de Strahler e fornecer um primeiro subsídio para um zoneamento agroclimático.

Foram escolhidas duas classificações climáticas: Köppen, por sua ampla divulgação e Thornthwaite, por ser racional e de amplo uso na agronomia. Foram utilizados dados de médias mensais de temperatura e totais mensais de precipitação, com recorte temporal de 1950 a 1999, na área de estudo compreendendo o estado de São Paulo e a Região Sul do Brasil.

As classificações climáticas de Köppen e Thornthwaite variam ano a ano; a de Thornthwaite detecta as pequenas variações espaciais climáticas com mais eficiência do que a de Köppen; o estado de São Paulo é o que apresenta maior variação nos tipos climáticos devido sua localização geográfica em uma área de transição climática; pela classificação de Thornthwaite toda a área de estudo apresenta variação nos tipos climáticos; os tipos climáticos do período da média não são exatamente os mais frequentes; as representações de ambas as classificações em todos os períodos das médias, apresentam diferenças na apresentação dos tipos climáticos; existem divergências nos mapas de classificação climática dos livros didáticos; há necessidade de revisão e aperfeiçoamento do capítulo destinado ao clima nos livros didáticos; a classificação climática de Köppen e de Strahler apontam algumas divergências mas na essência apresentam várias similaridades e necessidade de melhorar o estudo em relação a representação do balanço hídrico para melhor contribuição ao zoneamento agroclimático.



## ABSTRACT

This work relates climate and climatology importance on the direct relationships with human activities. It is tried to demonstrate how climate classifications varies in a temporal series, to analyze and to compare the Köppen's climate classification from this study with climate classification from didactics books, to confront the Köppen's climate classification against Strahler's and to generate a first attempt of a agroclimatic zoning.

Two climate classifications were chosen: Köppen's for its wide divulgation and Thornthwaite's for its rationality and wide use on agronomy. It was used monthly averaged data of temperature and monthly totals of precipitation, in the interval 1950-1999, in a study area including the São Paulo State and southern region of Brazil.

The Köppen's and Thornthwaite's climate classifications varies from year to year; Thornthwaite's detects little climate spatial variations more efficiently than Köppen's; São Paulo state shows more variations in its climate types due to its geographical localization in a climate transition zone; using Thornthwaite's classification there are more climatic types variability; the average climatic types are not exactly the most frequents; the representation of both classifications using all average intervals shows differences on the presentation of the climatic types; there are discrepancies among the climate classification maps of the didactic books; there are needs of revision and improvement of chapter about climate into the didactic books; the climate classifications of Köppen and Strahler have many divergences but in essence are the same and there is a need to improve the study of the water balance representation in order to a better contribution to the agroclimatic zoning.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE QUADROS .....	14
LISTA DE TABELAS .....	14
1.INTRODUÇÃO .....	15
2.CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS: UMA FORMA DE ORGANIZAÇÃO ESPACIAL .....	17
2.1. As classificações climáticas.....	19
2.1.1. Classificações climáticas empíricas .....	20
2.1.2. Classificações climáticas genéticas .....	24
2.2. Classificações climáticas no Brasil .....	26
3. MATERIAL, ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	30
3.1. Material .....	30
3.2. Área de estudo.....	30
3.3. Procedimentos metodológicos .....	33
3.3.1. Tratamento dos dados .....	33
3.3.2. Estimativa da evapotranspiração potencial e a execução do balanço hídrico .....	33
3.3.3. Classificação climática de Köppen .....	36
3.3.4. Classificação climática de Thornthwaite .....	39
3.3.5. Classificação climática de Strahler .....	41
3.3.6. Elaboração e análise dos mapas .....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	43
4.1. Variações temporo-espaciais da classificação climática de Köppen .....	43
4.1.1. Representação dos tipos climáticos mais frequentes e menos frequentes da série temporal 1950-1999 .....	43
4.1.2. Representação da classificação climática em recortes temporais de 10 anos da série temporal 1950-1999 .....	45
4.1.3. Representação da classificação climática em recortes temporais de 25 anos da série temporal 1950-1999.....	49
4.1.4. Representação da classificação climática em recortes temporais de 30 anos da série temporal 1950-1999 .....	51
4.1.5. Representação da classificação climática da série temporal 1950-1999 .....	53
4.1.6. Ocorrência em algumas localidades da área do estudo .....	55
4.2. Variações temporo-espaciais da classificação climática de Thornthwaite .....	57

4.2.1. Representação dos tipos climáticos mais freqüentes e menos freqüentes da série temporal 1950-1999 .....	57
4.2.2. Representação da classificação climática em recortes temporais de 10 anos da série temporal 1950-1999 .....	59
4.2.3. Representação da classificação climática em recortes temporais de 25 anos da série temporal 1950-1999 .....	63
4.2.4. Representação da classificação climática em recortes temporais de 30 anos da série temporal 1950-1999 .....	65
4.2.5. Representação da classificação climática da série temporal 1950-1999 .....	66
4.2.6. Ocorrência em algumas localidades da área do estudo .....	69
4.3. A classificação climática de Köppen e suas representações nos livros didáticos .....	70
4.3.1. Classificação climática encontrada no livro "O espaço geográfico: Geografia Geral e do Brasil" (MOREIRA,1979) .....	71
4.3.2. Classificação climática encontrada no livro "A Geografia Geral: 2º grau" (LUCCI,1982) .....	73
4.3.3. Classificação climática encontrada no livro "Geografia do Brasil: 2º grau" (BELTRAME,1983) .....	75
4.3.4. Classificação climática encontrada no livro "Curso de Geografia do Brasil" (ANTUNES e SIMÕES, 1985) .....	77
4.3.5. Classificação climática encontrada no livro "Panorama geográfico do Brasil" (ADAS, 1985) .....	80
4.3.6. Classificação climática encontrada no livro "Geografia: ciência do espaço" (PEREIRA et al, 1988) .....	82
4.3.7. Classificação climática encontrada no livro "Brasil: Sociedade e Espaço" (VESENTINI, 1994).....	84
4.4. Comparação das classificações climáticas de Köppen e de Strahler na área de estudo .....	87
4.5. Thornthwaite e um primeiro subsídio ao zoneamento agroclimático.....	89
5. CONCLUSÃO .....	94
6. BIBLIOGRAFIA .....	96
6.1. Referências bibliográficas .....	96
6.2. Leituras complementares .....	98

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Área do estudo compreendendo os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.....	<b>31</b>
<b>Figura 02.</b> Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen, mais freqüentes no estado de São Paulo e na Região Sul.....	<b>44</b>
<b>Figura 03.</b> Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen, menos freqüentes no estado de São Paulo e na Região Sul.....	<b>45</b>
<b>Figura 04.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1959.....	<b>46</b>
<b>Figura 05.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1960-1969.....	<b>46</b>
<b>Figura 06.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1970-1979.....	<b>47</b>
<b>Figura 07.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1980-1989.....	<b>48</b>
<b>Figura 08.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1990-1999.....	<b>49</b>
<b>Figura 09.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1974 .....	<b>50</b>
<b>Figura 10.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1975-1999.....	<b>50</b>
<b>Figura 11.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1979.....	<b>52</b>
<b>Figura 12.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1970-1999.....	<b>52</b>
<b>Figura 13.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1999.....	<b>53</b>
<b>Figura 14.</b> Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Thornthwaite, mais freqüentes no estado de São Paulo e na Região Sul..	<b>58</b>
<b>Figura 15.</b> Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Thornthwaite, menos freqüentes no estado de São Paulo e na Região Sul	<b>58</b>
<b>Figura 16.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1959.....	<b>60</b>

<b>Figura 17.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1960-1969.....	<b>60</b>
<b>Figura 18.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1970-1979.....	<b>61</b>
<b>Figura 19.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1980-1989.....	<b>62</b>
<b>Figura 20.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1990-1999.....	<b>62</b>
<b>Figura 21.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1974.....	<b>64</b>
<b>Figura 22.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1975-1999.....	<b>64</b>
<b>Figura 23.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1979.....	<b>65</b>
<b>Figura 24.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1970-1999.....	<b>66</b>
<b>Figura 25.</b> Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1999.....	<b>67</b>
<b>Figura 26.</b> Comparação entre a classificação climática apresentada em “O espaço geográfico: geografia geral e do Brasil”, de Moreira (1979) e a de Köppen .....	<b>72</b>
<b>Figura 27.</b> Comparação entre a classificação climática apresentada em “Geografia Geral: 2º grau”, de Lucci (1982) e a de Köppen.....	<b>74</b>
<b>Figura 28.</b> Comparação entre a classificação climática apresentada em “Geografia do Brasil: 2º grau”, de Beltrame (1983) e a de Köppen .....	<b>76</b>
<b>Figura 29.</b> Comparação entre classificação climática apresentada em “Curso de Geografia do Brasil”, de Antunes e Simões (1985) e a de Köppen.....	<b>79</b>
<b>Figura 30.</b> Comparação entre a classificação climática apresentada em “Panorama geográfico do Brasil”, de Adas (1985) e a de Köppen.....	<b>81</b>
<b>Figura 31.</b> Comparação entre a classificação climática apresentada em “Geografia: ciência do espaço”, de Pereira, Santos e Carvalho (1988) e a de Köppen.....	<b>83</b>
<b>Figura 32.</b> Comparação entre a classificação climática apresentada em “Brasil Sociedade e Espaço”, de Vesentini (1994) e a de Köppen .....	<b>85</b>
<b>Figura 33.</b> Classificação climática segundo o método de Strahler da área do estudo retirada do livro de Strahler (1989).....	<b>87</b>

<b>Figura 34.</b> Representação da primeira chave, obtida pelo índice efetivo de umidade, da classificação climática de Thornthwaite (1950-1999).....	<b>91</b>
<b>Figura 35.</b> Representação da segunda chave, obtida pela distribuição sazonal da umidade, da classificação climática de Thornthwaite (1950-1999).....	<b>91</b>
<b>Figura 36.</b> Representação da terceira chave, determinada pela evapotranspiração potencial anual, da classificação climática de Thornthwaite (1950-1999).....	<b>93</b>
<b>Figura 37.</b> Representação da quarta chave, obtida de acordo com a concentração da evapotranspiração potencial no verão, da classificação climática de Thornthwaite (1950-1999).....	<b>93</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01.</b> Determinação da chave inicial da classificação climática de Thornthwaite.....	<b>39</b>
<b>Quadro 02.</b> Determinação da segunda chave da classificação climática de Thornthwaite.....	<b>40</b>
<b>Quadro 03.</b> Determinação da terceira chave da classificação climática de Thornthwaite.....	<b>40</b>
<b>Quadro 04.</b> Determinação da quarta chave da classificação climática de Thornthwaite.....	<b>41</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> Algumas localidades da área de estudo e sua ocorrência dos tipos climáticos na classificação climática segundo Köppen.....	<b>55</b>
<b>Tabela 02.</b> Algumas localidades da área de estudo e sua ocorrência dos tipos climáticos na classificação climática segundo Thornthwaite.....	<b>69</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cada dia tornam-se maior a importância da climatologia e do clima nas relações diretas com as atividades humanas. Assim, optou-se por analisar as classificações climáticas por possibilitarem o entendimento da organização climática do espaço.

Existem várias classificações climáticas com suas peculiaridades no tocante à abordagem (empírica ou genética), aos limites utilizados, à simbologia, ao tratamento dado aos principais elementos climáticos, à aplicabilidade e à difusão.

Segundo Pitton (1985), há uma infinidade de opiniões acerca do mérito das abordagens empírica e genética, alguns autores defendem a idéia de que tanto as classificações climáticas empíricas como as genéticas tem suas deficiências e méritos (como por exemplo, a questão dos limites, dos parâmetros usados), sendo o seu valor julgado pelo seu êxito ao atingir o objetivo para a qual foi projetada.

Vale ressaltar que os diversos sistemas de classificação climática não são obras divinas, são passíveis de críticas, subjetivas, pois dependem dos propósitos do pesquisador. Segundo Ayoade (1986), problemas surgem da inadequação dos dados climáticos disponíveis, tanto em termos de cobertura da superfície terrestre como em termos da duração e confiabilidade.

Sabe-se também que, sendo o clima dinâmico, ele flutua e varia com o decorrer do tempo cronológico. Isto explica as variações encontradas nas fronteiras climáticas no decorrer de uma série temporal quando classifica-se o clima. No entanto, algumas das variações encontradas podem estar dentro do limite do intervalo de classe.

Outro ponto a ser considerado deve-se ao fato dos controles do clima, como as massas de ar utilizados na classificação genética, serem muito mais difíceis de medir ou avaliar o grau de influência, do que os



elementos climáticos, além da escassez de dados adequados para a maioria das regiões da Terra. Desta forma, a maior parte das classificações climáticas adotam a abordagem empírica para a qual há maior disponibilidade de informações que são os dados de temperatura e precipitação os mais comuns (AYOADE, 1986).

Neste trabalho serão utilizados dois métodos de classificação climática: o de Köppen e o de Thornthwaite. O primeiro por ser amplamente divulgado em livros didáticos, por qualquer conjunto de dados de temperatura e de precipitação de uma determinada localidade poder ser *a priori* facilmente localizado dentro dessa proposta, e por ser a de mais fácil representação cartográfica no que diz respeito aos limites entre um tipo climático e outro. O segundo devido ao fato da introdução do balanço hídrico e da evapotranspiração potencial em seu método constituindo um sistema revolucionário, no sentido de novidade, no meio científico e largamente utilizado na agronomia.

Pretende-se demonstrar neste estudo, aplicar a classificação climática e ver como ela se comporta dentro de uma série temporal, de acordo com os dois métodos citados acima.

Outro objetivo será uma análise e comparação da classificação climática de Köppen obtida deste estudo com as classificações encontradas nos livros didáticos dada a importância que estes possuem como ferramentas fundamentais para os professores de Geografia no planejamento de suas aulas.

Um terceiro objetivo consiste em confrontar a classificação obtida do estudo de Köppen com a classificação de Strahler retirada do livro de Strahler e Strahler (1989).

O presente trabalho também fornecerá um primeiro subsídio ao zoneamento agroclimático por meio da classificação climática de Thornthwaite, resultante deste estudo.

A área de estudo será o extremo sul do Brasil, ou seja, o estado de São Paulo e a Região Sul - constituída pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Serão utilizados basicamente os dados de temperatura e precipitação de uma série temporal de 1950-1999, ou seja, 50 anos de análise.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: esta introdução; a revisão bibliográfica intitulada "Classificações climáticas: uma forma de organização espacial", o material, a área de estudo e os procedimentos metodológicos estão descritos na terceira parte; na quarta parte encontram-se os resultados obtidos e a discussão; a conclusão onde é retratada as principais considerações que podemos tirar deste trabalho, e a bibliografia.

## **2. CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS: UMA FORMA DE ORGANIZAÇÃO ESPACIAL**

Desde os tempos antigos reconhece-se a importância do clima como fator condicionante da configuração da paisagem e sua incidência sobre o homem, referindo-se, segundo Pinto (2002), à distribuição da população assim como suas atividades produtivas e/ou devastadoras.

Sabe-se que algumas atividades humanas, como a agricultura entre outras, sofrem certa influência e em certos casos até mesmo dependência do clima, por ser este um recurso natural.

O clima é o resultado de um processo complexo envolvendo todos os componentes terrestres (relevo, vegetação, hidrografia, tipos de solo, entre outros) em uma expressiva variabilidade temporo-espacial, sendo, portanto, um elemento definidor na organização do espaço e um fator configurador de um lugar.

Segundo Pédelaborde (1970), o clima não se mostra senão após o estudo metódico de um longo período: os 30 anos, quando se trata de clima atual, segundo uma decisão da OMM (Organização Meteorológica Mundial).

Como definição de clima temos a de Max Sorre que consiste em denominar clima à série de estados da atmosfera sobre um lugar, em sua sucessão habitual. Esta definição é a mais aceita dentro da climatologia geográfica por levar em consideração a abordagem dinâmica do clima que tem o seu paradigma na observação fundamentada do ritmo (MONTEIRO, 2001).

No entanto, o desenvolvimento da linha de abordagem dinâmica não dispensou a empírica que, embora evocando alguns aspectos da circulação atmosférica, preserva valores mensurados pontualmente. Conforme Monteiro (2001, p. 148), *“esta linha tem sua contribuição a dar. Contudo, tenho o direito de propor a favor de uma abordagem qualitativa, dinâmica que, se não substitui, certamente enriquece a linha de abordagem tradicional”*.

Na atualidade presencia-se a notoriedade e importância dos estudos do clima tanto para a população em geral, através de divulgação cada vez mais intensa em meios de comunicação, como em estudos dirigidos para gestões e políticas ambientais, urbanas, agrárias, médicas e muitos outros.

Deve-se levar em consideração também que o clima é uma variável muito importante na produção agrícola. Os parâmetros climáticos exercem influência sobre quase todos os estágios da cadeia de produção agrícola – preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenagem, transporte e comercialização.

No entanto, deve-se levar em conta que a maior parte das estações meteorológicas de onde se obtém as séries temporais analisadas

encontram-se em áreas urbanas, fortemente influenciadas pelas características de aumento do albedo e aumento da temperatura.

Sendo o clima dinâmico, com variações e flutuações locais a todo momento, conclui-se que não existem climas idênticos. Pode-se falar em comportamentos médios e habituais.

Assim, uma certa área da superfície da Terra, sobre a qual os efeitos combinados de diversos fatores resultam em um conjunto de condições climáticas aproximadamente homogêneas é denominada região climática (VIANELLO, 1991).

Para facilitar a identificação, descrição e proceder ao mapeamento destas regiões climáticas é necessário identificá-las e classificá-las em diferentes tipos.

## **2.1. As classificações climáticas**

As classificações climáticas constituem importante subsídio às atividades que, direta ou indiretamente, dependem do meio ambiente. Possibilitam o conhecimento das características climáticas básicas e gerais de uma região, auxiliando nos processos de seleção de espécies animais e vegetais e no planejamento e desenvolvimento de regiões. Permitem, ainda, segundo aponta Maluf (2000), a comparação entre condições climáticas, em nível mundial, sendo suas denominações universais e, uma vez identificadas, possuem características similares de clima, em qualquer parte do mundo.

Uma classificação climática, como já foi dito, procura sintetizar e agrupar condições climáticas similares, criando tipos climáticos relativamente homogêneos e buscando apontar as regiões de ocorrência desses tipos. Para tanto, as classificações climáticas são úteis como pontos de referência para se avançar na compreensão dos complexos padrões

climáticos do mundo e para de fato conseguir ter algum controle sobre eles.

A classificação climática efetua, assim, a organização do meio climático em diversas bases, definindo os limites geográficos dos diferentes tipos climáticos sobre a superfície terrestre (PITTON, 1985).

A preocupação de organizar o meio climático é demonstrada pela existência de uma gama variada de propostas de classificações climáticas com os mais diferentes métodos e abordagens.

A infinita variedade de climas que se encontra na superfície terrestre levou pesquisadores à proposição de classificações através da reunião dos elementos do clima, segundo certas diferenças ou semelhanças climáticas. Porém os princípios que orientaram estas classificações variam notavelmente, conforme o propósito do sistema e das variáveis escolhidas.

Pode-se distinguir duas abordagens fundamentais para as classificações climáticas. Uma, a empírica, leva em conta os elementos meteorológicos, considerando principalmente os elementos temperatura e precipitação. A outra, a genética, utiliza os fatores que determinam o clima enfatizando especialmente a circulação atmosférica (PITTON, 1985).

### *2.1.1. Classificações climáticas empíricas*

Até por volta da década de 1950, o fundamento das classificações climáticas se apoiava na abordagem empírica, com grande freqüência.

Os sistemas climáticos empíricos levam em consideração as médias dos elementos, os valores limites ou extremos separadamente, ou utilizam-se de índices que emergem destas médias, por meio de algoritmos. Assim, oferecem a possibilidade de detalhar as características climáticas até as escalas grandes sendo o detalhe pequeno.

Segundo Pitton (1985, p. 17), *"a maior parte das classificações climáticas são empíricas"*.

De Martone apud Sant'anna Neto (2001), em 1906 e anos seguintes, elaborou a proposta de um estudo regional dos climas mundiais baseado em critérios de temperatura e precipitação. Pela variação destes dois elementos, dentro das áreas intertropicais e extratropicais, o autor define os grupos e os tipos climáticos.

Köppen apud Ayoade (1986), em 1918, propôs uma classificação dos climas mundiais com o emprego de dados de temperatura média mensal e regime de precipitações. Esta, por sua vez, foi reformulada posteriormente. A análise do comportamento das diversas áreas do globo foi feita com detalhe, a fim de definir os contrastes climáticos. Esta classificação tem grande popularidade, principalmente, devido ao fato de qualquer conjunto de dados de temperatura e de precipitação de uma determinada localidade ser *a priori* facilmente localizado dentro dessa proposta.

Köppen utiliza chaves ou letras que em conjunto representam a "fórmula climática" que expressa a natureza e afinidade dos climas de maneira sucinta. A facilidade de composição de letras contribuiu para uma maior difusão dessa classificação em todos os setores interessados na Climatologia tais como: a arquitetura, agronomia, botânica, engenharia civil, hidrologia, geologia e geografia.

Na proposta de Köppen, primeiramente foram estabelecidos os grupos climáticos de acordo com limites térmicos. A seguir o autor os subdividiu tendo como critério a existência ou não de um período seco ou úmido e sua relação com as estações quentes e frias. A subdivisão resultante representa os tipos climáticos fundamentais. Por último, foram utilizados critérios para estabelecer as diferenciações dos climas, conforme as características de cada lugar e suas diferenciações espaciais.

Miller apud Pitton (1985) elaborou uma classificação dos climas mundiais em 1931 e anos seguintes, utilizando dados de temperatura média anual e mensal e o regime de precipitação. O modelo elaborado é

bastante similar ao de Köppen: há os grupos principais reconhecidos usando os critérios de temperatura, em função do crescimento da vegetação, que são subdivididos tomando-se por base as características da precipitação pluvial para fornecerem os tipos climáticos.

Thornthwaite apud Ayoade (1986) em 1931 e 1933 propôs a classificação dos climas da América do Norte e posteriormente do mundo utilizando critérios baseados na vegetação, introdução de índices de temperatura efetiva e precipitação efetiva. Idealizou uma razão de precipitação efetiva que constitui o resultado da razão entre a precipitação mensal e evaporação mensal. Propõe também um índice de efetividade sazonal e o índice de efetividade térmica. Foram também calculadas as razões de acumulação da eficiência térmica dos três meses de verão.

Em 1948, Thornthwaite apud Pitton (1985) elaborou a modificação da primeira classificação dos climas mundiais utilizando o cálculo do índice de temperatura efetiva e precipitação efetiva, além do cálculo da evapotranspiração potencial. Ao elaborá-la, o autor levou em conta que da água da chuva que penetra no solo, uma parte é evaporada e a outra é transpirada pelas plantas. Outra concepção consiste na comparação da água recebida pela chuva e a quantidade perdida por evapotranspiração, constituindo a evapotranspiração real.

O autor estabeleceu uma fórmula climática que é representada por quatro chaves ou letras e que devem ser dispostas da esquerda para a direita. A primeira chave refere-se ao índice de umidade, a segunda indica os traços dominantes da variação sazonal da umidade efetiva, a terceira aponta a eficiência térmica, e a quarta representa a concentração da eficiência térmica no verão. A seguir temos um maior detalhamento dessas etapas.

O índice de evapotranspiração potencial é calculado em função da temperatura, da duração do dia e do número de dias do mês. Além disso são propostos os índices de umidade efetiva, de variação sazonal da

umidade efetiva, de eficiência térmica e de concentração da eficiência térmica no verão.

Para determinar o índice de umidade efetiva deve ser calculado o balanço hídrico. Para isso, há a necessidade da elaboração de uma série de outros índices: de excesso ou deficiência hídrica, de umidade e de aridez. Com os índices de umidade e o índice de aridez, passa-se à delimitação do índice de umidade efetiva que irá caracterizar os tipos climáticos dessa classificação. Cada um dos tipos climáticos é designado por uma letra que é a primeira chave da fórmula climática.

A variação sazonal da umidade efetiva determinou classes considerando o índice de aridez, a importância do déficit hídrico bem como a estação onde ocorre o déficit hídrico. Assim foram estabelecidas classes para os climas úmidos e para os climas secos levando em consideração o valor do índice de umidade, a importância do excedente hídrico e a estação na qual ocorre este excedente hídrico. O autor estabeleceu letras para simbolizar estas diferenças.

O índice de eficiência térmica consiste na terceira chave da fórmula climática. Vale destacar que este índice é determinado pela evapotranspiração potencial anual.

De acordo com a porcentagem de eficiência térmica que ocorre no verão, o autor determinou os últimos subtipos climáticos.

Bagnouls-Gaussien apud Ayoade (1986) em 1957 propôs os climas biológicos baseados na duração da estação seca, índice xerotérmico, temperatura do mês mais quente e mês mais frio. Levou em conta também os períodos secos e úmidos.

Peguy apud Ayoade (1986), em 1961, elaborou a organização do meio climático baseado em um diagrama onde são representados o caráter climático de cada mês, pela combinação dos elementos temperatura e precipitação.



Terjung apud Ayoade (1986) em 1961 propôs os climas fisiológicos dos Estados Unidos através do índice de conforto e índice de efeito do vento. Investigou as reações psicológicas e fisiológicas do homem, perante o ambiente climático. O índice de conforto leva em conta a integração da temperatura do bulbo seco e umidade relativa. O índice de efeito do vento considera a combinação da radiação solar e o vento e se faz através de um nomograma. O índice de efeito do vento é complementar ao índice de conforto.

Em 1968, Terjung apud Ayoade (1986) elaborou a distribuição da energia solar na superfície da Terra, baseado na entrada de energia máxima, desvios máximos, número de meses que a entrada de energia é menor que zero, forma da curva da rede de radiação.

Malmström apud Pitton (1985), em 1969 propôs a precipitação efetiva como um esquema de ensinamento. Conserva os conceitos básicos da classificação de Thornthwaite de 1948 e introduz valores arbitrários para expressar a necessidade de água nas plantas e o índice de calor moderado. Em primeiro lugar o autor determina a água necessária para o crescimento das plantas em função da temperatura média mensal. O autor estabeleceu também o índice de umidade e de calor. Demonstra a preocupação em associar os índices de calor e de umidade às culturas características.

### *2.1.2. Classificações climáticas genéticas*

O método desta abordagem é o dinâmico que se preocupa com a combinação e explicação dos fenômenos climáticos.

As propostas de classificações climáticas são mais recentes sob a abordagem genética que consideram fundamental o estudo do ritmo climático. Flohn e Strahler, entre outros, introduziram o método dinâmico para elaborar os seus modelos.

Flohn apud Pitton (1985), em 1950 reconhece os tipos climáticos baseados nas zonas de ventos globais e nas características da precipitação. A temperatura não aparece de maneira explícita na classificação.

Em 1951, Strahler apud Sant'anna Neto (2001), propôs a classificação dos climas mundiais baseado na região de origem das massas de ar, natureza e movimento das massas de ar, ciclones e tempestades.

O autor idealizou um modelo onde se encontram as regiões de origem das massas de ar, em função do que determinou os grupos climáticos de sua classificação.

Após a definição destes grupos climáticos, o autor distingue os tipos climáticos. As características diferenciadoras destes tipos climáticos estão ligadas às massas de ar controladoras e que, inter-relacionadas às condições geográficas regionais, determinam as condições climáticas diferenciadas.

Em 1956, Budyko apud Ayoade (1986), propôs uma classificação simples do clima, porém altamente generalizada, com base no balanço de energia. A classificação está baseada nos valores do índice radiativo de aridez. Esse modelo fornece apenas um quadro generalizado dos climas mundiais devido à natureza do índice, e ao fato de que um número muito pequeno de postos no mundo tem dados confiáveis a respeito do fluxo radiativo líquido.

Critchfield apud Pitton (1985), em 1966 elaborou a classificação dos climas mundiais com base no domínio das massas de ar. Para determinar os grandes grupos climáticos, o autor concentrou seu estudo nas inter-relações dos fatores climáticos sobre as massas de ar, que alternadamente atuam nas áreas dos diferentes climas. Os tipos climáticos de cada grupo foram definidos pela diferenciação dos fatores climáticos sobre o clima, bem como pelo resultado da distribuição regional dos elementos

temperatura e precipitação. A denominação destes tipos climáticos está relacionada com a característica diferenciadora mais marcante.

Terjung e Louie apud Pitton (1985), em 1972 elaboraram uma classificação genética dos climas do mundo baseada nos fluxos de energia e de umidade. Foi usada na proposta uma equação simplificada da equação do balanço de energia.

Retomando a discussão, os vários sistemas de classificação climática descritos possuem peculiaridades no tocante aos limites utilizados, à simbologia, ao tratamento dado aos principais elementos climáticos, à aplicabilidade e difusão.

No entanto as que mais se destacam dentro da abordagem empírica são as propostas de Köppen (qualquer conjunto de dados de uma localidade pode ser facilmente localizado dentro da proposta, mais fácil representação cartográfica, é o sistema mais adotado em todo o mundo, está presente na maioria dos livros didáticos) e a de Thornthwaite (é a mais racional e é amplamente utilizada na agronomia). Já na abordagem genética o destaque é a proposta de Strahler (a mais conhecida e a de mais fácil aplicação, calcada no uso de técnicas de fácil entendimento).

A grande limitação de trabalhar com a abordagem genética se deve ao fato da disponibilidade das imagens de satélite de uma série temporal histórica de determinada localidade e também os autores não estabelecem com rigidez como delimitar o controle das massas de ar.

## **2.2. Classificações climáticas no Brasil**

Nesta etapa do trabalho encontrar-se-á alguns modelos de classificação climática feitos para o Brasil. De acordo com Sant'anna Neto (2001), a primeira proposta de classificação climática para o território brasileiro foi elaborada por Henrique Morize, em 1889.

Draenert (1986) classificou os climas do Brasil em três grandes tipos de climas. O clima tropical compreendia os estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Goiás e Mato Grosso; este clima apresenta temperatura elevada tanto na estação quente quanto na fria. O clima subtropical abrange os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo; a temperatura é menor com os meses mais quentes – dezembro e janeiro. O terceiro corresponde ao tipo temperado, compreendendo os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e o sul do estado de São Paulo; apresenta as temperaturas mais baixas sendo o mês mais quente janeiro e o mais frio, julho.

A proposta elaborada por Morize foi primeiramente divulgada em 1889 e reformulada em 1922. O autor, em 1889, realizou a divisão em zonas térmicas subdivididas em regiões segundo critério geográfico mesclado de algumas particularidades meteorológicas. Encontrou três zonas: Zona tropical, tórrida ou equatorial, Zona sub-tropical e Zona temperada branda. Na proposta de classificação climática de Morize em 1922 encontramos três grandes grupos: o clima Equatorial que se subdivide em super-úmido (Amazônia), úmido (interior do Norte brasileiro) e semi-árido (Nordeste brasileiro); o clima Tropical com os subtipos semi-árido marítimo (Litoral Oriental), semi-úmido de altitude (alti-planaltos do Centro) e semi-úmido continental (interior do Brasil); e o clima Temperado que pode ser subdividido em super-úmido marítimo (Litoral meridional), semi-úmido das latitudes médias (planícies do interior do sul) e semi-úmido das altitudes (localidades de grande altitude), (SEREBRENICK, 1942).

Em 1908, Peixoto, propôs uma nova classificação climática para o Brasil e considerava três zonas climáticas: a) zona Equatorial, que pode ser subdividida em Alto Amazonas; Interior do Pará, Maranhão, Piauí, Pernambuco e parte do Mato Grosso; Litoral do Pará, Maranhão, Piauí,

Pernambuco e estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Alagoas; b) zona Tropical, subdividida em Litoral e Recôncavo de Sergipe e Bahia; Litoral sul da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e trecho do nordeste de Minas Gerais, confinando com a Bahia e o Espírito Santo; Regiões baixas do interior, dirigindo-se para o vale do Paraguai, compreendidas especialmente no estado de Mato Grosso; Regiões elevadas no interior nos estados da Bahia, no Rio de Janeiro, em Minas Gerais e em São Paulo; c) zona Temperada, com subtipos litoral sul de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; e terras altas de declive suave na vertente ocidental da Serra do Mar, compreendendo a maior extensão dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (PEIXOTO, 1942).

A próxima proposta consiste na de Delgado de Carvalho em 1916/1917. Apesar da aparente similaridade com a proposta de Morize, foi bastante conflitante, principalmente no que se refere aos limites entre os climas tropicais, subtropicais e temperados (SANT'ANNA NETO, 2001). Esta classificação climática compreendia três grupos climáticos subdivididos em tipos característicos: clima Equatorial e Sub-Equatorial, subdividido em super-úmido (Amazônia) e semi-árido (Nordeste brasileiro); clima Tropical e Sub-Tropical com os subtipos semi-úmido marítimo (Litoral oriental), semi-úmido de altitude (Planaltos do Centro) e semi-úmido continental (interior brasileiro); e o clima Temperado que pode ter o subtipo super-úmido marítimo (Litoral meridional), semi-úmido das latitudes médias (Planície rio-grandense) e semi-úmido de altitude (Planaltos do Sul), (SEREBRENICK, 1942).

Delgado de Carvalho em 1926 publicou outra classificação climática para o Brasil. Esta foi considerada coincidente com a de Morize de 1922, no entanto, apresentava algumas diferenças como a adoção dos tipos climáticos (não aceitava o tipo úmido) e não aceitava a denominação do tipo continental para a fachada Atlântica do Sudeste, que denominava de

altitude. De qualquer forma, as semelhanças eram maiores do que as diferenças, tanto que esta classificação passou a ser conhecida como a classificação Morize-Delgado, sendo adotada oficialmente por quase duas décadas e servindo como base conceitual para todos os fins, em todo o território nacional (SANT'ANNA NETO, 2001).

Delgado de Carvalho em 1926 dividiu o Brasil em três grupos climáticos: Clima Equatorial subdividido em super-úmido (Amazônia) e semi-árido (Nordeste); Clima Tropical com os tipos semi-úmido marítimo (Litoral oriental), semi-úmido de altitude (Planalto) e semi-úmido continental (Interior brasileiro); e Clima Temperado subdividido em super-úmido marítimo (Litoral meridional), semi-úmido de altitude (Planalto do sul) e semi-úmido das latitudes médias (planície do sul), (SEREBRENICK, 1942).

Sant'anna Neto (2001) aponta que em 1945, Fábio Macedo Soares Guimarães e em 1951, Lysia Maria Cavalcanti Bernardes procuraram estabelecer uma nova classificação climática para o Brasil. Para isso, partiram das propostas anteriores de Morize-Delgado de Carvalho, utilizando como subsídio a nova divisão territorial do Brasil.

A proposta de Lysia Maria Cavalcanti Bernardes, foi modificada e aperfeiçoada depois de sua primeira elaboração (que encontra-se a seguir) e é considerada a classificação climática oficial do IBGE. Está presente em grande parte dos atlas geográficos e dos livros didáticos.

Em seu artigo publicado em 1951, a autora dividiu o Brasil em duas grandes Zonas: I – Zona quente, equatorial e tropical e II – Zona mesotérmica, subtropical. Dentro da Zona II está quase a totalidade da região Sul, além de grande parte do planalto mineiro e goiano, o sul de Mato Grosso e estreita faixa ao longo do eixo Espinhaço – Chapada Diamantina. O restante do país está na Zona I como a zona litorânea, grande parte do alto curso do Paraná e seus afluentes, alcançando assim o

extremo oeste e noroeste de São Paulo, Amazônia, Região Norte e Nordeste (BERNARDES, 1951).

### **3. MATERIAL, ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo será apresentado o recorte espacial, o material utilizado e descrita todas as etapas do procedimento metodológico.

#### **3.1. Material**

Neste trabalho foram utilizados os dados das médias mensais de temperatura e dos totais mensais de precipitação de uma grade de 0,5° de latitude por 0,5° de longitude. Esta grade consiste em dados interpolados com base num algoritmo que considera o relevo. Os dados estão disponíveis em <http://climate.geog.udel.edu>. Vale destacar que o recorte temporal da grade é de 1950 a 1999, por ser a série temporal mais longa encontrada.

Também foram utilizados alguns livros didáticos para fazer uma breve análise e a comparação com o mapa da classificação de Köppen resultante deste estudo. Os livros foram disponibilizados pelo Laboratório de Climatologia da FCT/UNESP, pela Biblioteca da FCT/UNESP e pelo Laboratório de Ensino de Geografia da FCT/UNESP.

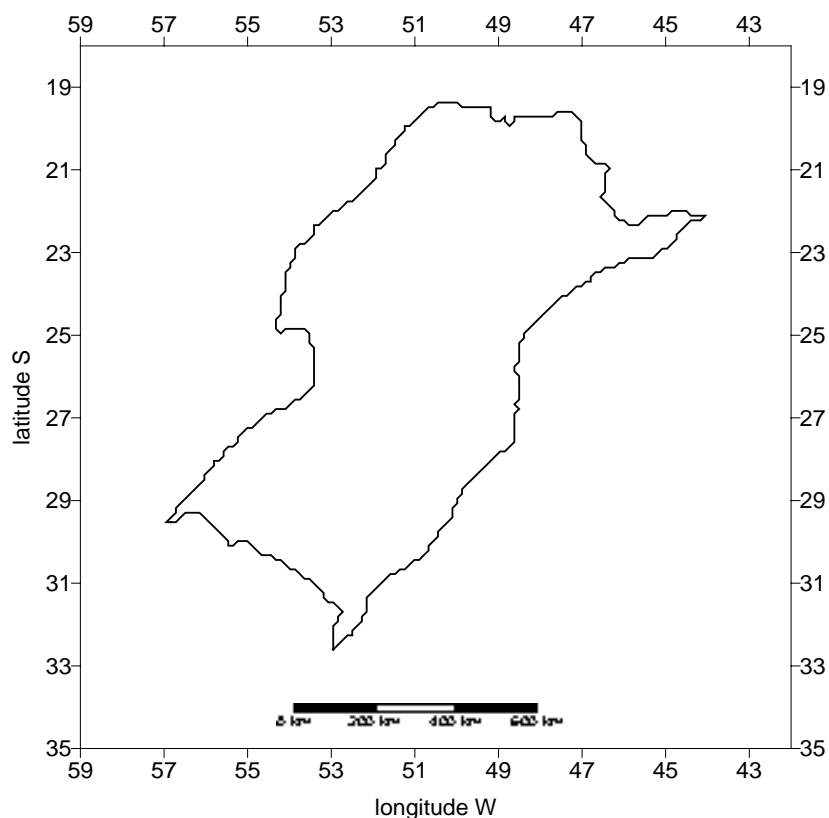
#### **3.2. Área de estudo**

A grade anterior passou por um processo de filtragem, onde foi obtido um novo recorte espacial. Ficou composta por 408 pontos e

compreende o estado de São Paulo e a Região Sul brasileira, ou seja, os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A área do presente estudo está representada na Figura 01.

O programa de filtragem foi feito em linguagem C com a idéia básica de delimitar em um arquivo as faixas latitudinais restringidas pelas longitudes da área de estudo, ou seja, o nosso recorte geográfico. O programa foi elaborado por Claudinei Guimarães, aluno regular do curso de Pós-graduação em Ciências Cartográficas (UNESP – Presidente Prudente).



**Figura 01.** Área do estudo compreendendo os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Como pode ser observado, São Paulo foi anexado à Região Sul neste estudo devido ao fato de apresentar similaridades de um modo geral (do ponto de vista climático, cultural, modernização, entre outros) com esta



região, além do fato deste agrupamento já ter sido realizado numa divisão passada do Brasil e suas regiões e está presente até hoje em alguns livros didáticos. Essa divisão foi estabelecida pelo IBGE em 1946 e as Regiões eram: Norte, Centro-Oeste, Nordeste, Leste e Sul; não existia a Região Sudeste.

A Região Sul do Brasil embora não seja das mais uniformes no que diz respeito aos valores e regimes térmicos o é no que se refere à pluviometria e ao ritmo estacional de seu regime (NIMER, 1979).

Pela sua posição, compreendida nas latitudes médias, a Região Sul do Brasil é atingida pelos principais centros de ação, quer das latitudes baixas, quer daqueles originários das latitudes elevadas. Além do anticiclone subtropical do Atlântico Sul, outras altas participam diretamente no quadro da circulação atmosférica da Região Sul: as altas tropicais representadas por pequenas dorsais que, originárias nas latitudes baixas, invadem a Região, principalmente o Estado do Paraná e a alta polar ou anticiclone polar marítimo da América do Sul. Outro centro de ação importante é o centro negativo (ou de baixa) localizado no interior do continente sul-americano que atua nos anos de verão pouco chuvoso ou seco. Além disso, a baixa do Mar de Weddell e a alta dos Açores onde suas influências são exercidas indiretamente (NIMER, 1979).

Segundo Nimer (1979), das correntes perturbadas as únicas que atuam diretamente sobre a Região Sul do Brasil são as correntes de sul, constituídas pelas frentes frias, e as correntes de oeste, representadas por linhas de instabilidades tropicais.

São Paulo, não obstante, também é afetado pelas correntes do sul. Destaca-se janeiro como a época mais quente do ano. Largas extensões registram dias de ocorrência de geada durante o ano, fato este que também ocorre na Região Sul. Só raramente a Frente Polar estaciona sobre o interior paulista (NIMER, 1979).

### **3.3. Procedimentos metodológicos**

Para a concretização dos objetivos, foram estabelecidos alguns procedimentos metodológicos que serão descritos a seguir.

#### *3.3.1. Tratamento dos dados*

Primeiramente, os dados médios de temperatura e os totais de precipitação extraídos do recorte espacial do estudo, foram gerados num arquivo texto e posteriormente tabulados no formato "xls" do aplicativo Excel<sup>1</sup>. Estes foram calculados estatisticamente, ano a ano e também segundo a média de 10 em 10 anos, de 25 em 25 anos, 30 anos e de 50 anos. Todos estes procedimentos se encontram em planilhas eletrônicas desenvolvidas por Tommaselli (2003), no entanto se torna inviável a sua apresentação devido ao grande volume de dados. Para uma melhor compreensão e didaticamente estão descritos todos os procedimentos utilizados.

#### *3.3.2. Estimativa da evapotranspiração potencial e a execução do balanço hídrico*

Na fase seguinte, foi feita a formatação dos dados para entrada na planilha eletrônica, desenvolvida por Tommaselli, de cálculo da evapotranspiração potencial segundo o método de Thornthwaite (1948) e o cálculo do balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955).

Foram realizados os seguintes cálculos a partir dos valores médios de temperatura:

---

<sup>1</sup> Excel, versão Office 2000, é marca registrada da Microsoft Corporation.

- cálculo do índice térmico mensal (i):

$$i = (0,2.T)^{1,514} \dots\dots\dots(01)$$

onde T é a temperatura média mensal, em °C;

- cálculo do índice térmico anual (I):

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \dots\dots\dots(02)$$

- cálculo da ETP<sub>p</sub> (evapotranspiração potencial média mensal padrão, mm):

$$ETP_p = 16 \left( 10 \cdot \frac{T}{I} \right)^a \dots\dots\dots(03)$$

onde o coeficiente empírico, a, é determinado por:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,791 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,4924 \dots\dots\dots(04)$$

- cálculo da ETP corrigida:

$$ETP = \frac{ETP_p \cdot ND \cdot N}{360} \dots\dots\dots(05)$$

onde: ETP = evapotranspiração potencial mensal (mm) ; ETP<sub>p</sub> = evapotranspiração potencial média mensal padrão (mm); N = fotoperíodo médio mensal ou duração astronômica do dia (horas) e ND = número de dias do mês.

A correção se faz necessária, tendo em vista que a estimativa da ETP<sub>p</sub> é feita considerando-se dias de 12 horas e meses de 30 dias (OMETTO, 1981).

O próximo passo consiste na tabulação dos totais mensais de precipitação e dos valores de evapotranspiração potencial num formato apropriado para a entrada do cálculo do balanço hídrico.

Foi adotada a Capacidade de Água Disponível (CAD) de 125 mm para a execução do balanço hídrico ano a ano e para cada ordem de anos das médias citadas.

O balanço hídrico é executado por meio de colunas. Para o preenchimento delas, prossegue-se da seguinte maneira (VIANELLO, 1991):

Coluna 1 – Meses do ano.

Coluna 2 – (T) - Temperatura: médias mensais.

Coluna 3 – (P) - Precipitação: totais mensais.

Coluna 4 – (ETP) - Evapotranspiração potencial.

Coluna 5 – (P-ETP) – obter os saldos, negativos ou positivos, entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, subtraindo os valores da coluna 4 dos da coluna 3.

Coluna 6 – (NA) – Negativo acumulado (coluna dos valores negativos acumulados, do termo P-ETP). Com o último valor da série positiva e soma 125 devido a escolha da CAD na coluna do ARM (armazenamento) e o no NA. Quando é negativo coloca no NA e vai na tabela ver o ARM. Quando é positivo coloca no ARM e vão na tabela ver o NA.

Coluna 7 – (ARM) – preenchida concomitantemente com a coluna 6.

Coluna 8 – (ALT) – é o armazenamento do mês em questão menos o armazenamento do mês anterior.

Coluna 9 – (ETR) – Se P-ETP for positivo, então a ETR = ETP; se P-ETP for negativo, então a ETR é P-ALT.

Coluna 10 – (DEF) – ETP-ETR

Coluna 11 – (EXC) – se ARM for menor ou diferente que CAD, o EXC é 0; se o ARM for igual a CAD, o EXC é (P-ETP)-ALT.

A próxima fase na mesma planilha consiste no cálculo dos índices de umidade, de aridez e do índice efetivo de umidade por ser a classificação climática de Thornthwaite baseada neles.

Os índices de umidade e o de aridez são calculados da seguinte maneira:

$$I_u = 100 \left( \frac{EXC}{ETP} \right) \dots\dots\dots(06)$$

onde:  $I_u$  = índice de umidade; EXC = excedente hídrico total (mm); ETP = evapotranspiração potencial total (mm).

$$I_a = 100 \left( \frac{DEF}{ETP} \right) \dots\dots\dots(07)$$

onde:  $I_a$  = índice de aridez; DEF = deficiência hídrica total (mm); ETP = evapotranspiração potencial total (mm).

Por meio dos dois índices acima, calcula-se o índice efetivo de umidade por:

$$I_m = I_u - 0,6.I_a \dots\dots\dots(08)$$

onde:  $I_m$  = índice efetivo de umidade;  $I_u$  = índice de umidade e  $I_a$  = índice de aridez.

### 3.3.3. Classificação climática de Köppen

Este método baseia-se na temperatura média do ar e na precipitação pluvial. Parte dos critérios térmico, estacional e pelo adicional de temperatura, ou seja, as três chaves da classificação.

O método consiste de três chaves que designaram o respectivo tipo climático obtido ano a ano e de acordo com as médias já citadas. Vale ressaltar que há, ainda, a possibilidade de uma quarta chave "i" que indica

se o ano é isotérmico; no entanto, neste trabalho esta última chave não foi levada em consideração.

A seguir, para fim de melhor didática e compreensão, encontra-se o algoritmo de Köppen utilizado no estudo segundo Köppen (1948), Grisolle et al (1973) e Vianello (1991).

---

Para a determinação da chave inicial, considere **R** = precipitação anual em cm e **T** = temperatura média anual em °C. Após, considere as seguintes condições de precipitação:

Condição (1): precipitação de inverno: 70% do total anual de precipitação, ocorre, durante os seis meses mais frios do ano;

Condição (2): precipitação de verão: 70% do total anual de precipitação, ocorre, durante os seis meses mais quentes do ano;

Condição (3): quando não se aplicam nenhuma das condições acima;

Se a condição (1) for verdadeira e se:  $R > 2T$ , então o clima é **A, C ou D**

$2T < R < T$ , então o clima é **BS** (estepe)

$R < T$ , então o clima é **BW** (deserto)

Se a condição(2)for verdadeira e se:  $R > 2(T + 14)$ , então o clima é **A, C ou D**

$(T + 14) < R < 2(T + 14)$ , então o clima é **BS**  
(estepe)

$R < (T + 14)$ , então o clima é **BW** (deserto)

Se a condição (3) for verdadeira e se:  $R > 2(T + 7)$ , então o clima é **A, C ou D**

$(T + 7) < R < 2(T + 7)$ , então o clima é **BS**  
(estepe)

$R < (T + 7)$ , então o clima é **BW** (deserto)

A partir destas considerações, tem-se a primeira letra da classificação, que pode ser:

**A** – *Climas tropicais* – temperatura do mês mais frio é superior a 18° C;

**B** – *Climas secos* – limites determinados em função da temperatura e da precipitação;

**C** – *Climas temperados* – temperatura do mês mais frio entre 18° C e –3° C;

**D** – *Climas frios* – temperatura do mês mais quente superior a 10° C e temperatura do mês mais frio interior a –3° C;

**E** – *Climas polares* – temperatura média do mês mais quente é inferior a 10° C;

**F** – O mês mais quente é inferior a 0°;

**G** – *Clima de montanha*;

**H** – *Climas próprios de grandes altitudes*.

Na determinação da segunda chave, deve-se levar em conta os seguintes critérios:

**A f:** ausência de estação seca – o mês mais seco é maior que 6 cm

**m:** o mês mais seco é maior ou igual a  $(10 - R/25)$

**w:** quando não se aplicam as condições acima e a época mais seca ocorre no inverno

**B S:** veja as condições (1), (2) e (3)

**W:** veja as condições (1), (2) e (3)

**C, D s:** quando as chuvas são de inverno e a precipitação do mês mais chuvoso do inverno é igual ou maior que 3 vezes a precipitação do mês mais seco

**w:** o mês mais chuvoso do verão é maior ou igual a 10 vezes o mês mais seco

**f:** úmido, quando **s** e **w** não se aplicam

**E F:** todos os meses com temperatura média abaixo de 0° C

**T:** o mês mais quente tem temperatura entre 0° C e 10° C

**B:** de tundra ou neve perpétua.

O critério a ser utilizado na terceira letra é a temperatura e deve-se considerar:

**a:** verão quente – o mês mais quente tem temperatura superior a 22° C

**b:** verão moderadamente quente - temperatura do mês mais quente é inferior a 22° C e pelo menos 4 meses tem temperaturas superiores a 10° C

**c:** verão breve e moderadamente frio – menos que 4 meses tem temperatura maior que 10° C

**d:** inverno muito frio – o mês mais frio tem temperatura inferior a -38° C.

Vale lembrar que nas regiões áridas (BS ou BW), usam-se os subscritos:

**BS<sub>h</sub>** ou **BW<sub>h</sub>**: muito quente. Temperatura média anual superior a 18° C e mês mais quente com temperatura superior a 18° C

**BS<sub>h</sub>** ou **BW<sub>h</sub>**: quente, com temperatura média anual superior a 18° C e mês mais quente com temperatura inferior a 18° C

**BS<sub>k</sub>** ou **BW<sub>k</sub>**: frio, com temperatura média anual inferior a 18° C e mês mais quente com temperatura superior a 18° C

**BS<sub>k'</sub>** ou **BW<sub>k'</sub>**: muito frio, com temperatura média anual inferior a 18° C e mês mais quente com temperatura inferior a 18° C.

Foi utilizado nesta fase do trabalho uma planilha eletrônica desenvolvida por Tommaselli (2003).

### 3.3.4. Classificação climática de Thornthwaite

Este método é caracterizado por quatro chaves, sendo a primeira baseada na adequação da umidade, a segunda na distribuição sazonal da umidade, a terceira na eficiência térmica, e a quarta pela concentração da ETP no verão. Ele foi aplicado ano a ano e de acordo com as médias citadas. Abaixo, encontra-se o modelo de Thornthwaite utilizado no estudo, conforme Ometto (1981), para uma melhor compreensão e fins didáticos.

A chave inicial deve obedecer o critério da adequação da umidade, representada pelos valores do índice efetivo de umidade ( $I_m$ ) descritos no quadro a seguir.

**Quadro 01.** Determinação da chave inicial da classificação climática de Thornthwaite.

Tipo climático		Índice efetivo de umidade		
<b>A</b>	Perúmido	100	e	Acima
<b>B<sub>4</sub></b>	Úmido	80	a	100
<b>B<sub>3</sub></b>	Úmido	60	a	80
<b>B<sub>2</sub></b>	Úmido	40	a	60
<b>B<sub>1</sub></b>	Úmido	20	a	40
<b>C<sub>2</sub></b>	Úmido e sub-úmido	0	a	20
<b>C<sub>1</sub></b>	Seco e sub-úmido	-20	a	0
<b>D</b>	Semi-árido	-40	a	-20
<b>E</b>	Árido	-60	a	-40

Fonte: OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981



Utilizando os critérios abaixo, de distribuição sazonal da umidade, que é representada pelos índices  $I_a$  (climas úmidos) e  $I_u$  (climas secos) obtêm-se a segunda chave da classificação.

**Quadro 02.** Determinação da segunda chave da classificação climática de Thornthwaite.

Climas úmidos (A, B <sub>4</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> )		Índice de aridez	Climas secos (C <sub>1</sub> , D e E)	
<b>r</b>	Pequena ou nenhuma deficiência de água	0 – 16,7	<b>d</b>	Pequeno ou nenhum excesso de água
<b>s</b>	Moderada deficiência no verão	16,7 – 33,3	<b>s</b>	Moderado excesso de inverno
<b>w</b>	Moderada deficiência no inverno	16,7 – 33,3	<b>w</b>	Moderado excesso de verão
<b>s<sub>2</sub></b>	Grande deficiência no verão	> 33,3	<b>s<sub>2</sub></b>	Largo excesso de inverno
<b>w<sub>2</sub></b>	Grande deficiência no inverno	> 33,3	<b>w<sub>2</sub></b>	Largo excesso de verão

Fonte: OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981

Para a terceira chave, utiliza-se a eficiência térmica, determinada pela evapotranspiração potencial anual. Os limites estão descritos a seguir.

**Quadro 03.** Determinação da terceira chave da classificação climática de Thornthwaite.

Tipo climático		Índice térmico (ETP anual)
<b>A'</b>	Megatérmico	1140 e acima
<b>B'<sub>4</sub></b>	Mesotérmico	997 – 1140
<b>B'<sub>3</sub></b>	Mesotérmico	855 – 997
<b>B'<sub>2</sub></b>	Mesotérmico	712 – 855
<b>B'<sub>1</sub></b>	Mesotérmico	570 – 712
<b>C'<sub>2</sub></b>	Microtérmico	427 – 570
<b>C'<sub>1</sub></b>	Microtérmico	285 – 427
<b>D'</b>	Tundra	142 – 285
<b>E'</b>	Gelo perpétuo	Menor que 142

Fonte: OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981

Na quarta e última chave deve-se levar em consideração a concentração da evapotranspiração potencial no verão, utilizando o critério abaixo.

**Quadro 04.** *Determinação da quarta chave da classificação climática de Thornthwaite.*

<b>Concentração da ETP no verão (em %)</b>	<b>Sub-tipo climático</b>
abaixo de 48%	<b>a'</b>
48,0 – 51,9	<b>b'<sub>4</sub></b>
51,9 – 56,3	<b>b'<sub>3</sub></b>
56,3 – 61,6	<b>b'<sub>2</sub></b>
61,6 – 68,0	<b>b'<sub>1</sub></b>
68,0 – 76,3	<b>c'<sub>2</sub></b>
76,3 – 88,0	<b>c'<sub>1</sub></b>
Acima de 88%	<b>d'</b>

Fonte: OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981

Assim como foi feito na classificação de Köppen, foi utilizada uma planilha eletrônica desenvolvida por Tommaselli (2003) para a execução da classificação de Thornthwaite.

### 3.3.5. Classificação climática de Strahler

Este item do trabalho ressalta como é realizada a classificação climática de Strahler, de base genética. Cabe ressaltar que não foi aplicado este método visto que foi utilizada a classificação já pronta, retirada de Strahler e Strahler (1989).

Segundo Strahler e Strahler (1989), o sistema de classificação climática de Strahler utiliza os conceitos de regimes térmicos e tipos pluviométricos, mas explica-os considerando a atuação das massas de ar. O modelo está baseado na localização das distintas regiões mananciais das diferentes massas de ar, assim como a natureza e movimentos destas.

Este autor dividiu o clima do mundo em três divisões principais: Grupo I – Clima de baixas latitudes, inclui as regiões mananciais das massas de ar tropicais e a zona de convergência intertropical e está subdividido em clima chuvoso equatorial, áreas sob influência dos ventos alísios do litoral, tropical seco e úmido e clima seco tropical; Grupo II –

Clima de latitudes médias, onde os climas correspondentes a este grupo se encontram em uma área de grande interação entre massas de ar: a zona da Frente Polar e está subdividido em subtropical seco, subtropical úmido, mediterrâneo, marítimo de costa oeste, seco de latitudes médias e continental úmido; e Grupo III – Clima de altas latitudes, dominados pelas massas de ar polar e árticas subdividido em áreas de bosques boreais, tundra e casquete polar.

### *3.3.6. Elaboração e análise dos mapas*

Nesta etapa do trabalho são elaborados os mapas resultantes do estudo. Foi utilizado, na sistematização, o programa Surfer<sup>2</sup>.

Ao todo foram sistematizados doze mapas para cada método de classificação.

Os mapas representam: os tipos climáticos obtidos do estudo mais freqüentes (obtidos ano a ano), os tipos climáticos menos freqüentes (obtidos ano a ano), os tipos de dez em dez anos (50-59, 60-69, 70-79, 80-89 e 90-99), de 25 em 25 anos (50-74 e 75-99), de 30 em 30 anos (50-79 e 70-99) e de 50 anos (50-99).

Após a elaboração foi feita a análise verificando como se comporta a classificação climática segundo Köppen e Thornthwaite dentro da série temporal já citada.

O próximo passo consistiu na comparação da classificação resultante de Köppen com alguns mapas que indicam a classificação climática encontrada nos livros didáticos.

Em seguida foi feita uma breve comparação da classificação obtida segundo o método de Köppen e a classificação genética retirada de Strahler e Strahler (1989).

---

<sup>2</sup> Surfer , versão 7, é marca registrada Golden Software, Inc. Colorado.

O último passo é associar o mapa resultante da classificação de Thornthwaite com um primeiro subsídio ao zoneamento agroclimático.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

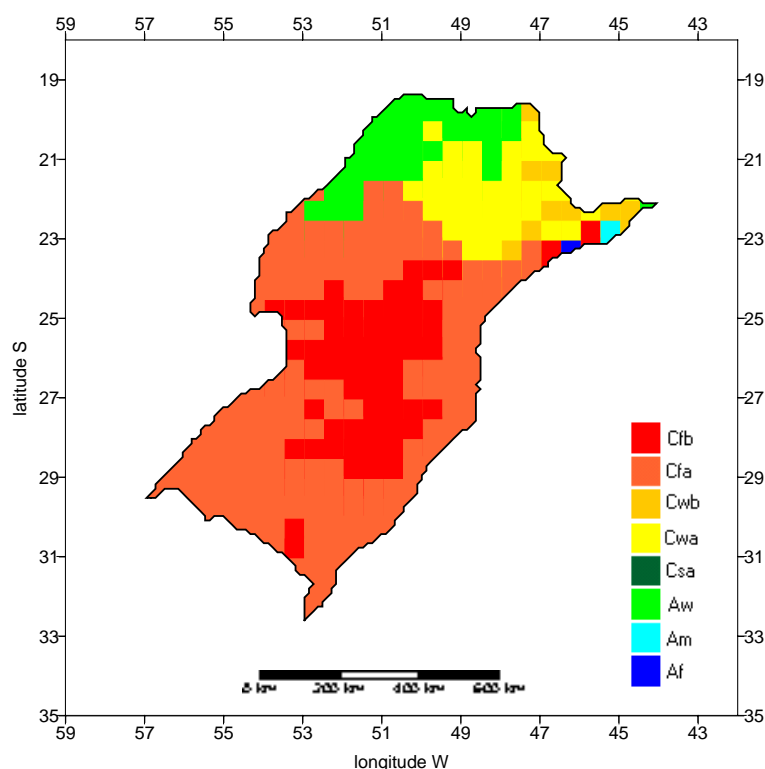
### **4.1. Variações temporo-espaciais da classificação climática de Köppen**

Nesta parte do estudo demonstrou-se a variabilidade obtida por meio da classificação de Köppen. São demonstrados, inicialmente, os tipos climáticos mais freqüentes e os menos freqüentes por serem obtidos ano a ano da série temporal do estudo (1950-1999). Depois de 10 em 10 anos, de 25 em 25 anos, de 30 em 30 anos e de 50 anos.

#### *4.1.1. Representação dos tipos climáticos mais freqüentes e menos freqüentes da série temporal 1950-1999*

Estes dados foram obtidos analisando ano a ano da série temporal. Na Figura 02 estão apresentados os tipos climáticos mais freqüentes e na Figura 03, os menos freqüentes.

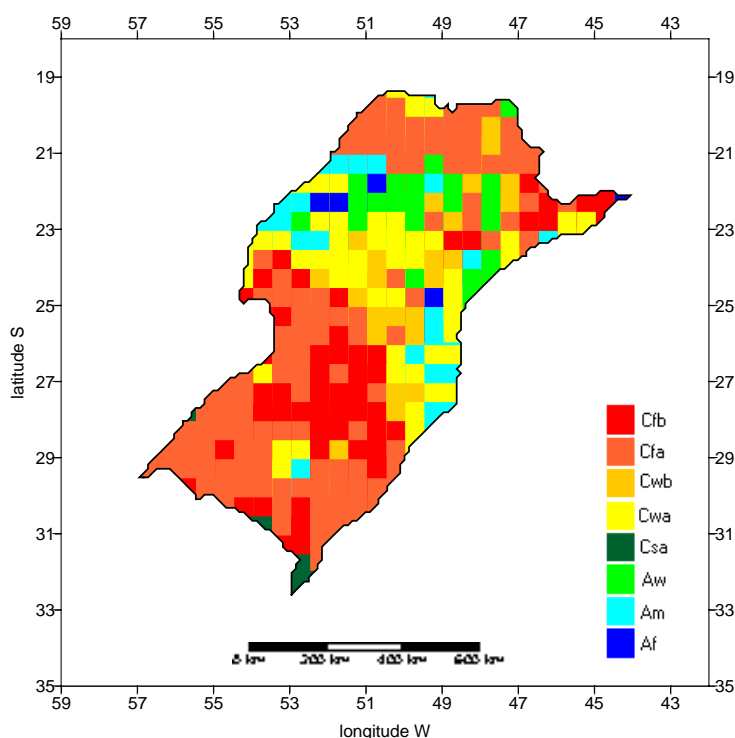
Na Figura 02 é possível observar a presença de sete tipos climáticos: o Cfb – clima quente, úmido e verão moderadamente quente; o Cfa – clima quente, úmido e verão tórrido; o Cwb – clima quente, com inverno seco e verão moderadamente quente; o Cwa – clima quente, com inverno seco e verão tórrido; o Aw – clima tropical com inverno seco; o Am – clima tropical e apesar de uma estação seca apresenta chuvas monçônicas no verão; e o Af – clima tropical e úmido.



**Figura 02.** Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen, mais frequentes no estado de São Paulo e na Região Sul.

É possível verificar que o estado de São Paulo é o que apresenta maior variação nos tipos climáticos, pois apresenta sete tipos. Isto se deve ao fato de estar situado numa área de transição de sistemas frontais e zonal, os polares e os tropicais. O tipo Aw se encontra ao norte e a oeste do estado. No centro encontra-se o tipo Cwa com pequenas variações para o tipo Cwb. Os tipos mais úmidos estão presentes no litoral. Neste estado é possível verificar as zonas de transição de um tipo climático para outro em maiores proporções que nos demais estados da área de estudo.

Na Região Sul são observados os tipos Cfb mais ao centro da Região e o Cfa em quase toda a extensão, o que caracteriza a Região com um clima quente e úmido. Cabe ressaltar que no norte do Paraná está presente o Aw.

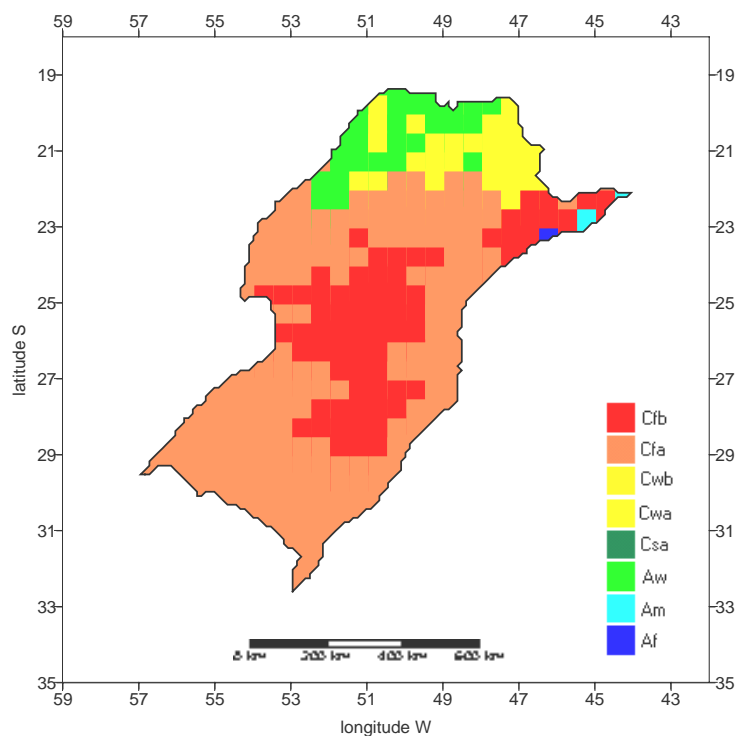


**Figura 03.** Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen, menos frequentes no estado de São Paulo e na Região Sul.

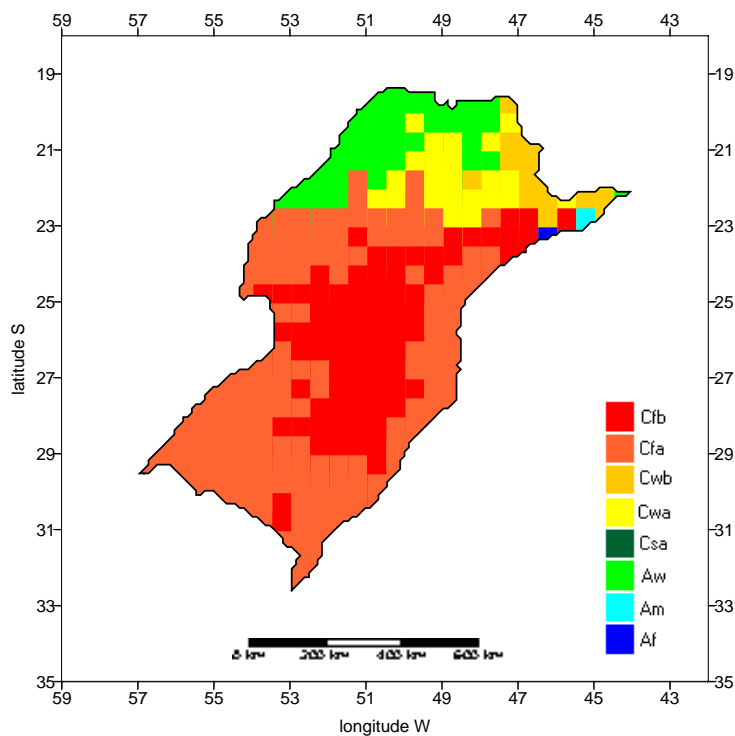
A Figura 03 revela os tipos climáticos menos frequentes. É possível notar a grande variabilidade nos tipos climáticos em toda a área do estudo. Isto ocorre devido ao fato de a classificação variar ano a ano. Podemos observar a presença de todos os tipos climáticos, resultantes da aplicação dos critérios na área de estudo, nesta figura.

#### 4.1.2. Representação da classificação climática em recortes temporais de 10 anos da série temporal 1950-1999

A Figura 04 representa a classificação climática para a área do estudo com o recorte temporal 1950-1959. É possível verificar que o estado de São Paulo é o que apresenta a maior variabilidade dos tipos climáticos, apresentando sete tipos. Os mais úmidos se encontram no



**Figura 04.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1959.



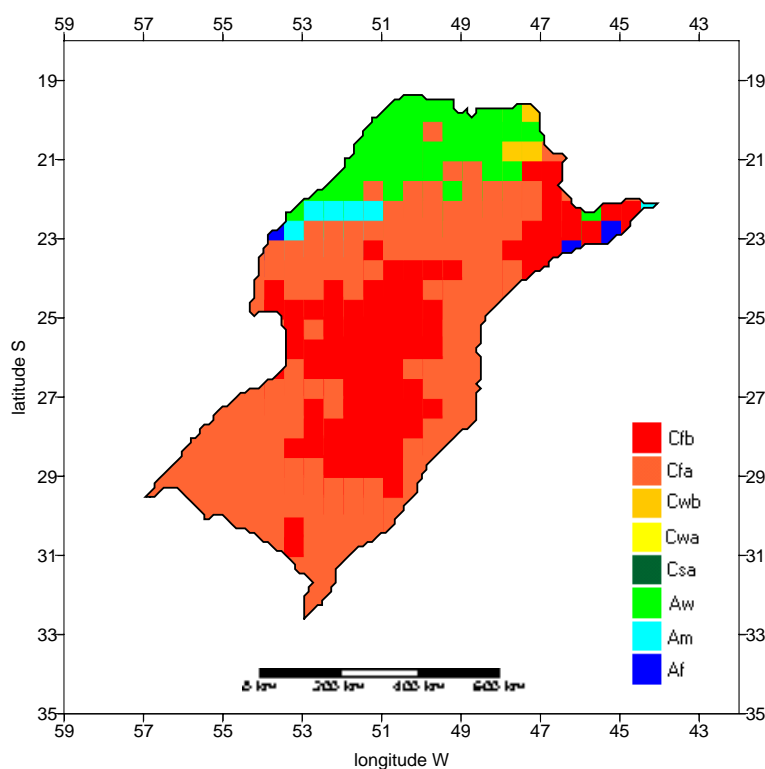
**Figura 05.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1960-1969.

litoral, e na parte interna do estado observa-se a presença do Cfa, do Cwa e do Aw.

Na Região Sul, observamos os tipos: Aw no norte do Paraná, Cfb na parte interna da Região e o Cfa no restante.

A Figura 05 apresenta a classificação com o recorte temporal 1960 a 1969. Novamente nota-se a grande variação nos tipos climáticos presente no estado de São Paulo.

Comparando com a Figura 04 nota-se que no norte e oeste de São Paulo há uma maior predominância do tipo Aw que se estende até o norte do Paraná. Na parte leste do estado de São Paulo onde era Cfb encontra-se o Cwb apontando um inverno seco. Já na Região Sul observa-se que a parte interna que representa o Cfb se expande mais, sendo encontrado até mais ao sul.

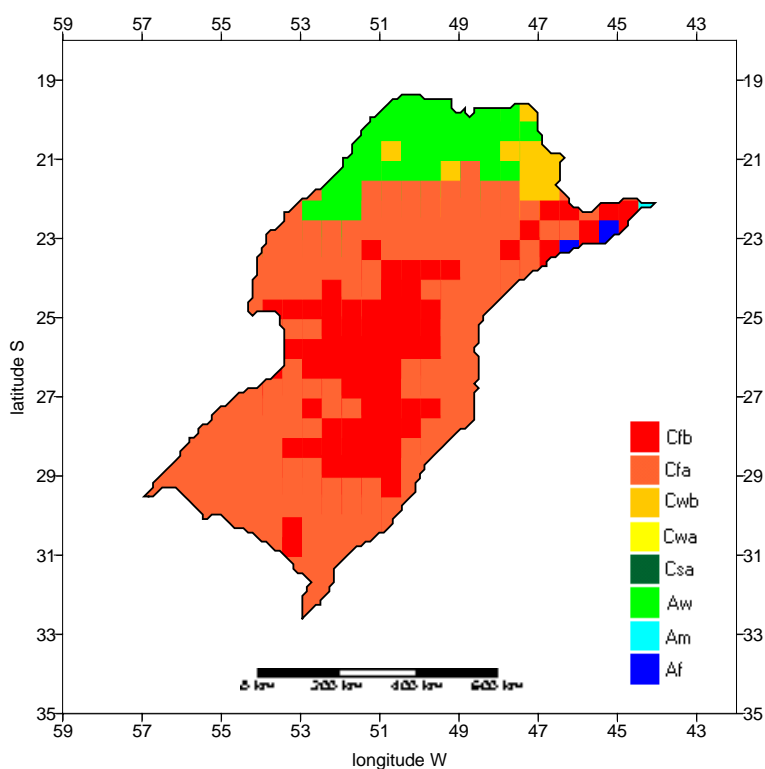


**Figura 06.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1970-1979.



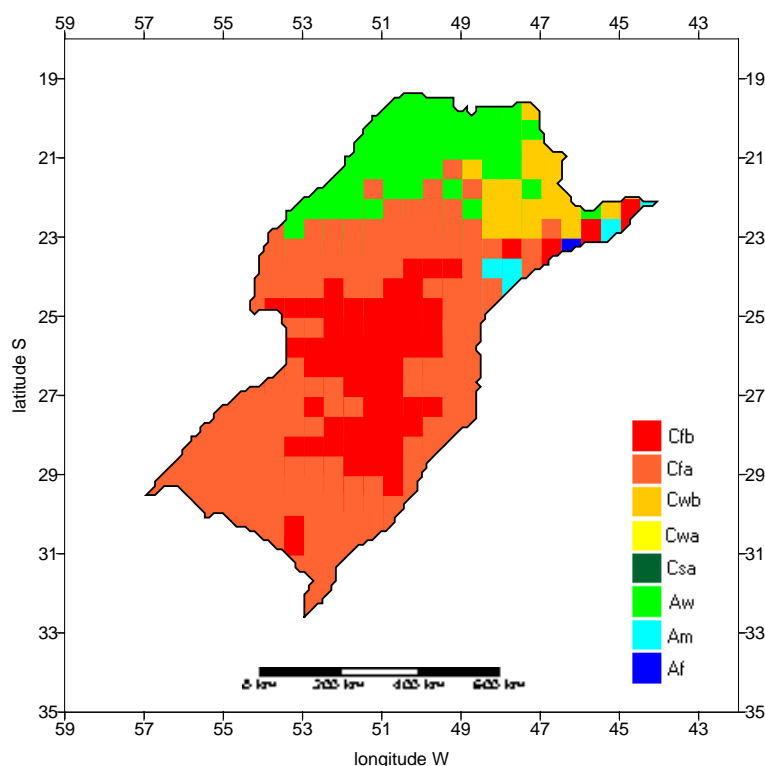
A Figura 06 apresenta a classificação do período 1970-1979. No estado de São Paulo, o de maior variação nos tipos, verifica-se a volta do tipo Cfb e o tipo Af onde era Am na Figura anterior, na parte leste. O Cwa não está presente nesta representação. Os tipos Am e Af aparecem no extremo oeste de São Paulo e no norte do Paraná. Na Região Sul não houve mudanças significativas.

A Figura 07 representa a classificação climática do período 1980-1989. Verifica-se a volta do Aw no oeste de São Paulo e norte do Paraná. O tipo Am está presente numa pequena área no extremo ao leste do litoral paulista. No interior do estado de São Paulo há a presença do Cwb. Há, ainda, pouca expressividade do Cfb em São Paulo. Na Região Sul não houve grandes mudanças significativas.



**Figura 07.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1980-1989.

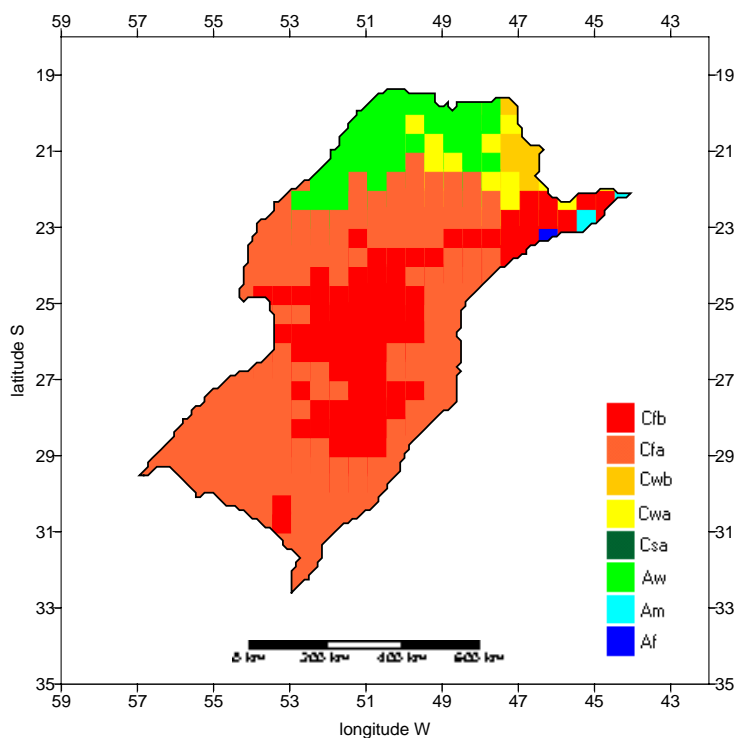
Na Figura 08 está a classificação climática do período 1990-1999. Em relação a anterior é possível notar de diferente a presença do tipo Am na divisa do litoral paulista com o paranaense. É nítida a presença da grande variabilidade nos tipos climáticos no estado de São Paulo; já a Região Sul é uma área mais homogênea, com a presença de dois tipos climáticos (Cfa e Cfb), ocorrendo pequenas variações somente no estado do Paraná.



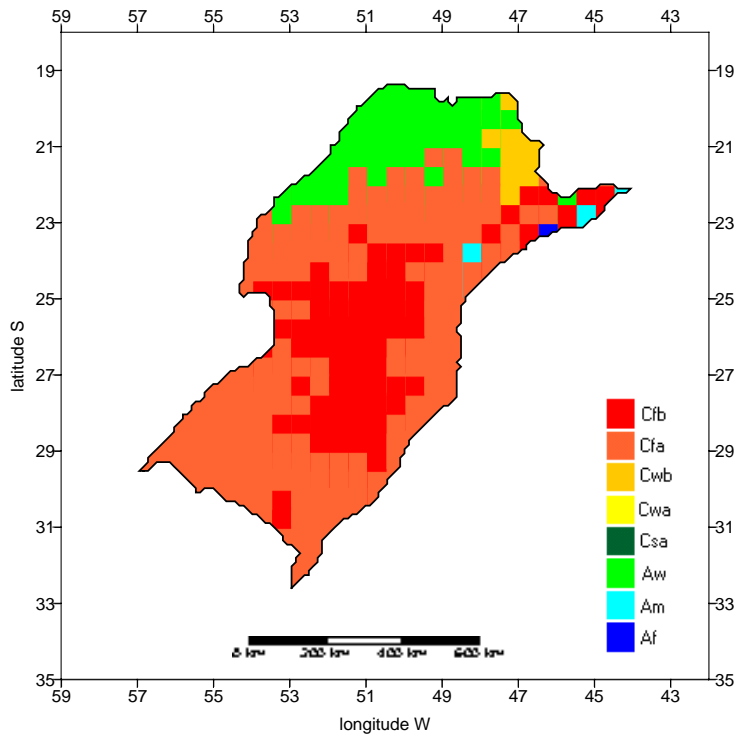
**Figura 08.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1990-1999.

#### 4.1.3. Representação da classificação climática em recortes temporais de 25 anos da série temporal 1950-1999

A Figura 09 representa a classificação climática do período 1950-1974. Observa-se a existência da variabilidade nos tipos climáticos no estado de São Paulo, apresentando sete tipos. O tipo Aw está presente no



**Figura 09.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1974.



**Figura 10.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1975-1999.

oeste e norte do estado, o Cwa e o Cfa no interior e no litoral os tipos mais úmidos.

Na Região Sul há a presença do Aw no norte do Paraná e nas demais áreas o Cfb e o Cfa, sendo que o primeiro se sobressai sobre o segundo.

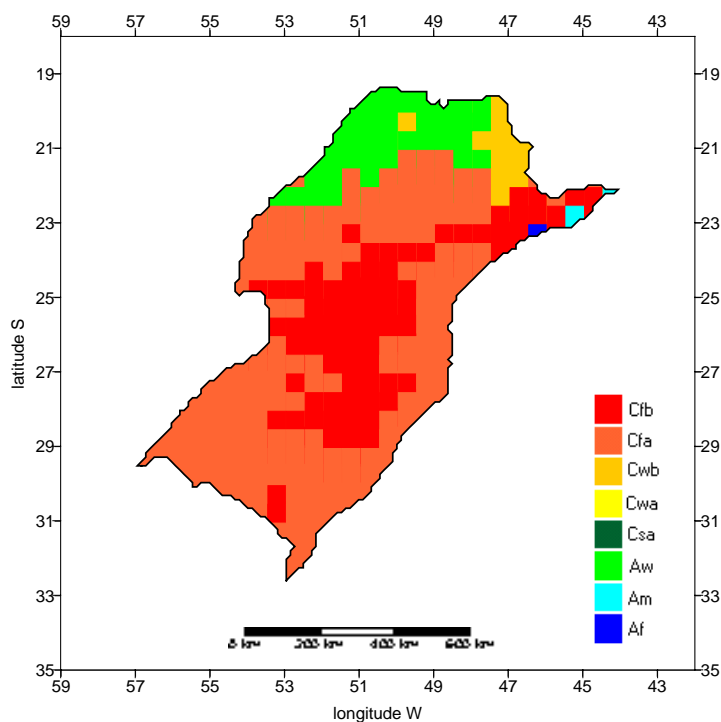
Na Figura 10 observa-se a classificação climática do período 1975-1999. Em comparação a Figura anterior, verifica-se a presença do tipo Am na divisa entre São Paulo e Paraná. O tipo Cwa não está presente, e em seu lugar temos os tipos Aw e Cfa. Na Região Sul não houve mudança reforçando sua homogeneidade.

#### *4.1.4. Representação da classificação climática em recortes temporais de 30 anos da série temporal 1950-1999*

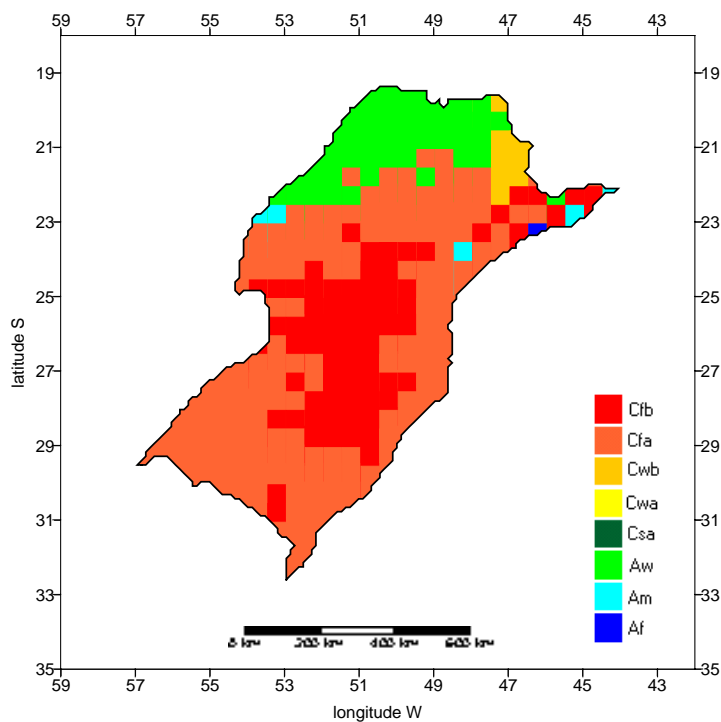
A Figura 11 apresenta a classificação climática no período 1950-1979. No estado de São Paulo verifica-se a presença de seis tipos climáticos. Observa-se uma predominância dos tipos Aw e Cfa, com o litoral mais úmido.

Na Região Sul há o tipo Aw no norte do Paraná e nas demais áreas o tipo Cfa em boa parte da área e o Cfb, mais no interior.

Na Figura 12 observa-se a classificação do período 1970-1999. Em comparação ao anterior, nota-se a presença do tipo Am no norte do Paraná e na divisa entre São Paulo e Paraná mais ao sul. O tipo Cwb que estava presente ao norte do estado de São Paulo não se encontra neste período. A área da Região Sul permanece sem mudanças.



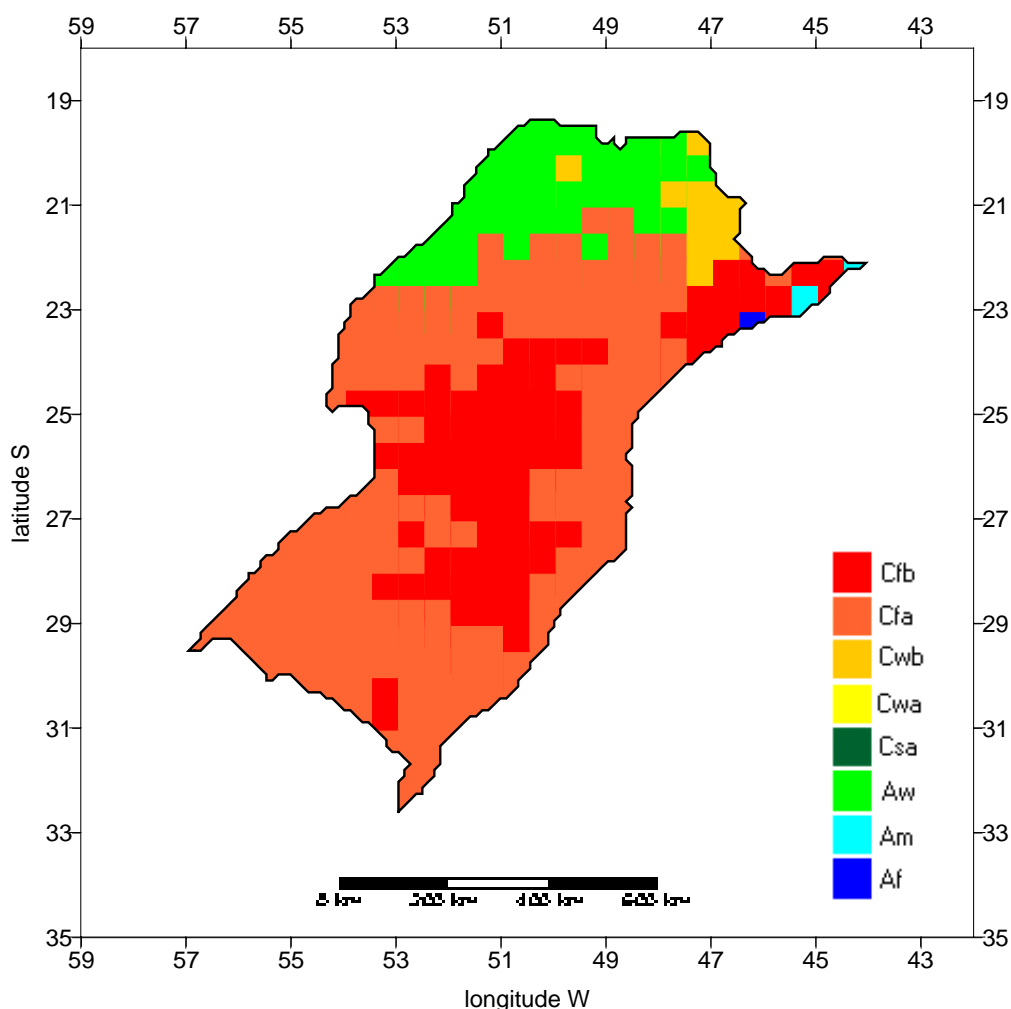
**Figura 11.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1979.



**Figura 12.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1970-1999.

#### 4.1.5. Representação da classificação climática da série temporal 1950-1999

A Figura 13 representa a classificação climática da série temporal 1950-1999, ou seja, 50 anos de dados. Esta representação é a principal, ou seja, é a que se considera como a classificação climática para a área do estudo. É a partir dela que serão feitas as comparações, mais a frente, com os livros didáticos e também com a classificação de Strahler. Esta representação foi escolhida por se tratar da série mais longa, com maior número de anos.

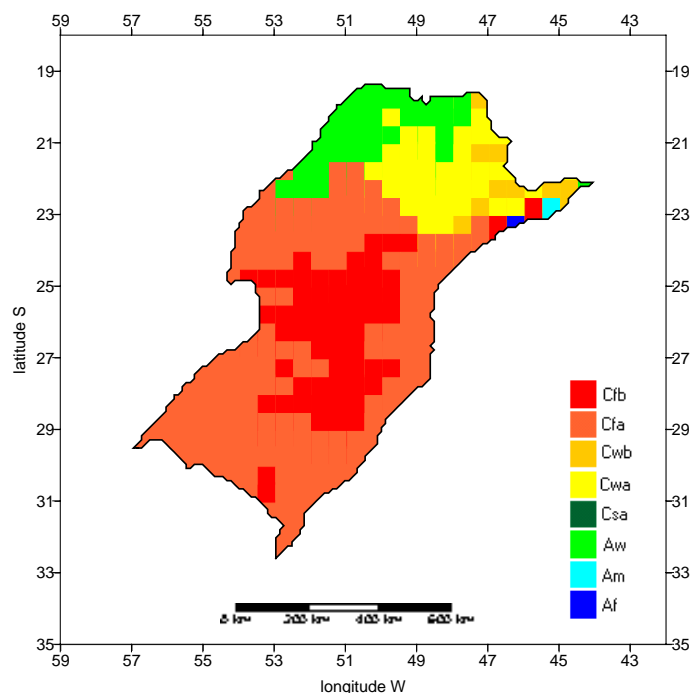


**Figura 13.** Classificação climática, segundo a classificação de Köppen, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1999.

O estado de São Paulo apresenta seis tipos climáticos. Os tipos mais úmidos encontram-se no litoral e nas demais áreas estão presentes os tipos Aw, Cwb e Cfa.

Na Região Sul tem-se o Aw, no norte do Paraná e nas demais áreas os tipos Cfa em grande parte e Cfb na parte interna e numa pequena faixa mais ao sul.

Em comparação com as demais figuras apresentadas nota-se que há algumas divergências, principalmente no estado de São Paulo. Isto ocorre devido ao fato de estar presente neste estado uma zona de transição que pode ser observada em qualquer uma das figuras apresentadas. A Região Sul permanece mais estável, com exceção do norte do Paraná.



**Figura 02.** Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen, mais frequentes no estado de São Paulo e na Região Sul.

Quando se compara a Figura 13 (série 1950-1999) com a Figura 02 (tipos mais frequentes) observa-se que na Região Sul brasileira não há variações entre as duas Figuras. Já no estado de São Paulo observa-se

diferenças bem claras entre elas, principalmente no centro e no leste do estado. No mapa da série são observados o tipo Cfa e o Aw no lugar do Cwa encontrado nos tipos mais freqüentes.

#### 4.1.6. Ocorrência em algumas localidades da área do estudo

A tabela 01 a seguir consta de algumas localidades presentes na área de estudo do trabalho. Nela está presente o tipo climático mais freqüente, o menos freqüente e a média da série 1950-1999, obtida no estudo, de acordo a classificação climática de Köppen.

**Tabela 01.** Algumas localidades da área de estudo e sua ocorrência dos tipos climáticos na classificação climática segundo Köppen.

Localidade	Latitude (S)	Longitude (W)	Mais comum	Menos comum	Média
Bauru – SP	22,34	49,37	Cwa	Aw	Cwa
Campinas – SP	22,92	46,88	Cwa	Cwb	Cwa
Campos do Jordão – SP	22,73	45,53	Cwb	Cfa	Cfb
Franca – SP	20,53	47,38	Aw	Cwb	Aw
Marília – SP	22,20	49,95	Cwa	Aw	Cfa
Pres. Prudente - SP	22,12	51,38	Aw	Cwa	Aw
Ribeirão Preto – SP	21,18	47,72	Aw	Cfa	Aw
Rio Claro – SP	22,38	47,61	Cwa	Cwb	Cfa
Santos – SP	23,95	46,30	Cfb	Cfa	Cfb
S. J. do Rio Preto – SP	20,76	49,42	Cwa	Cfa	Cwa
S. J. dos Campos - SP	23,19	45,85	Cwa	Cfb	Cfa
Cascavel – PR	24,98	53,40	Cfb	Cfa	Cfb
Guarapuava – PR	25,35	51,45	Cfb	Cfa	Cfb
Maringá – PR	23,37	51,98	Cfa	Cwa	Cfa
Paranavaí – PR	23,08	52,43	Cfa	Aw	Cfa
Ponta Grossa - PR	25,09	50,20	Cfb	Cwa	Cfb
Blumenau – SC	26,91	49,13	Cfa	Am	Cfa
Concórdia – SC	27,27	51,95	Cfa	Cfb	Cfa



Lajes – SC	27,82	50,36	Cfb	Cfa	Cfb
Bajé – RS	31,29	54,14	Cfa	Csa	Cfa
Caxias do Sul – RS	29,17	51,25	Cfb	Cwb	Cfb
Passo Fundo – RS	28,26	52,56	Cfa	Cfb	Cfa
Porto Alegre – RS	30,09	51,22	Cfa	Cfb	Cfa
Santa Maria – RS	29,68	53,87	Cfa	Cfb	Cfa

De acordo com a Tabela 01 pode-se observar que as localidades do estado de São Paulo são as que apresentam variações comparando os tipos climáticos mais freqüentes e a média do período 1950-1999. Como exemplo tem-se Campos do Jordão, que apresenta o tipo Cwb (clima quente, com inverno seco e verão moderadamente quente) no mais freqüente e o tipo Cfb (clima quente, úmido e verão moderadamente quente) na média; já Marília, Rio Claro e São José dos Campos apresentam Cwa (clima quente, com inverno seco e verão tórrido) no tipo mais freqüente e Cfa (clima quente, úmido e verão tórrido). Nota-se que a diferença está ligada à pluviosidade, em ambos os casos por meio da segunda chave.

Já na Região Sul, as localidades não apresentaram variações entre os tipos mais freqüentes e o tipo da média, o que já foi constatado anteriormente com a representação dos mapas. Nas localidades dos três estados a diferença está somente na última chave, ou é do tipo Cfa (clima quente, úmido e verão tórrido) ou Cfb (clima quente, úmido e verão moderadamente quente), portanto o diferencial é a temperatura na estação do verão.

A diferença dos tipos mais freqüentes com os da média se dá por causa do uso das médias que acabam alterando algumas informações de acordo com os dados do período trabalhado.

## **4.2. Variações temporo-espaciais da classificação climática de Thornthwaite**

Nesta parte do estudo são apresentadas as variações obtidas por meio da classificação de Thornthwaite. Serão mostrados, inicialmente, os tipos climáticos mais freqüentes e os menos freqüentes obtidos ano a ano da série temporal do estudo (1950-1999). Depois de 10 em 10 anos, de 25 em 25 anos, de 30 em 30 anos e de 50 anos.

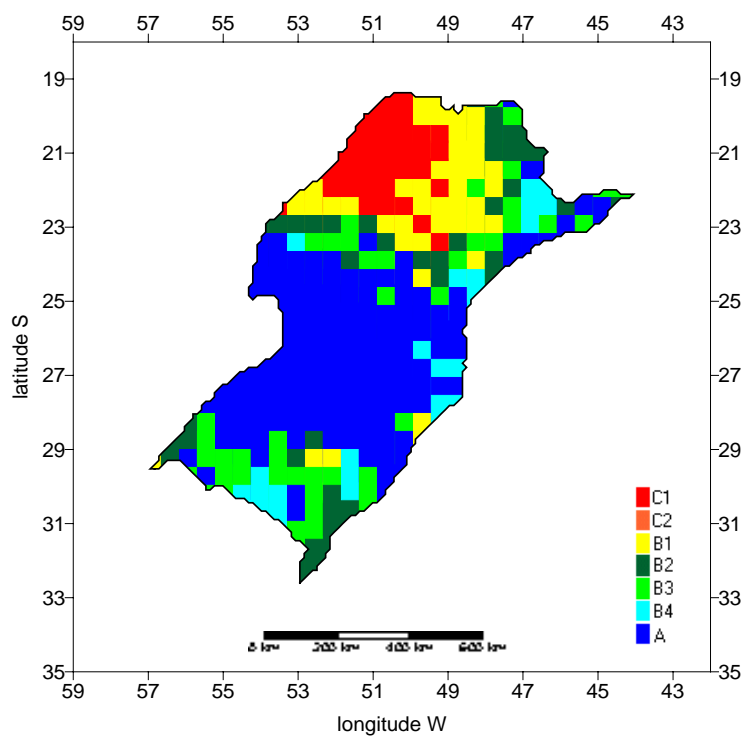
Cabe ressaltar que trabalhou-se somente com a primeira chave da classificação devido ao fato da grande variabilidade nas demais chaves, o que comprometeria a representação. Contudo, a primeira chave já apresenta a variabilidade que se pretende demonstrar, não comprometendo a representação.

### *4.2.1. Representação dos tipos climáticos mais freqüentes e menos freqüentes da série temporal 1950-1999*

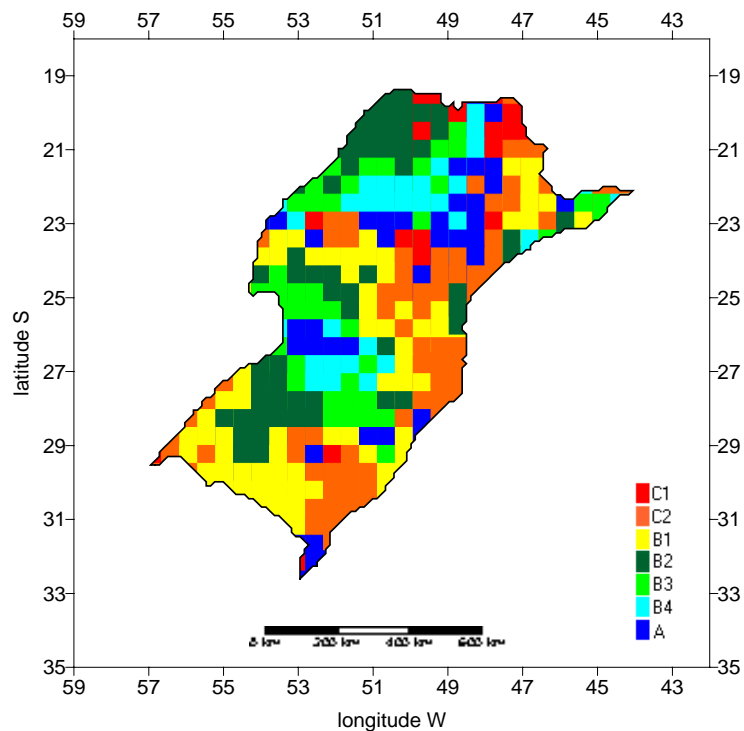
A Figura 14 apresenta os tipos climáticos mais freqüentes segundo a classificação de Thornthwaite. Verifica-se que a variação dos tipos climáticos está presente em quase toda a área do estudo.

Em São Paulo verifica-se a presença do tipo C1 (seco e sub-úmido com índice efetivo de umidade de  $-20$  a  $0$ ) na parte oeste. Há também a predominância do tipo A (perúmido com índice acima de  $100$ ) no leste do estado.

Na região Sul é possível verificar a predominância do tipo A. No entanto, é possível verificar a variação existente nos estados do Paraná, leste de Santa Catarina e sul do Rio Grande do Sul.



**Figura 14.** Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Thornthwaite, mais frequentes no estado de São Paulo e na Região Sul.



**Figura 15.** Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Thornthwaite, menos frequentes no estado de São Paulo e na Região Sul.

Em relação à representação dos tipos menos freqüentes, Figura 15, verifica-se que a classificação climática realmente apresenta variação ano a ano. Verifica-se a presença dos sete tipos climáticos encontrados neste estudo espalhados por toda a área. Os sete tipos são: C1; C2 - úmido e sub-úmido com índice efetivo de umidade de 0 a 20; B1 - úmido com índice efetivo de umidade de 20 a 40; B2 - úmido com índice de 40 a 60; B3 - úmido com índice de 60 a 80; B4 - úmido com índice de 80 a 100; e A - índice com 100 e acima. O primeiro representa o tipo climático mais seco e o último, o mais úmido.

#### *4.2.2. Representação da classificação climática em recortes temporais de 10 anos da série temporal 1950-1999*

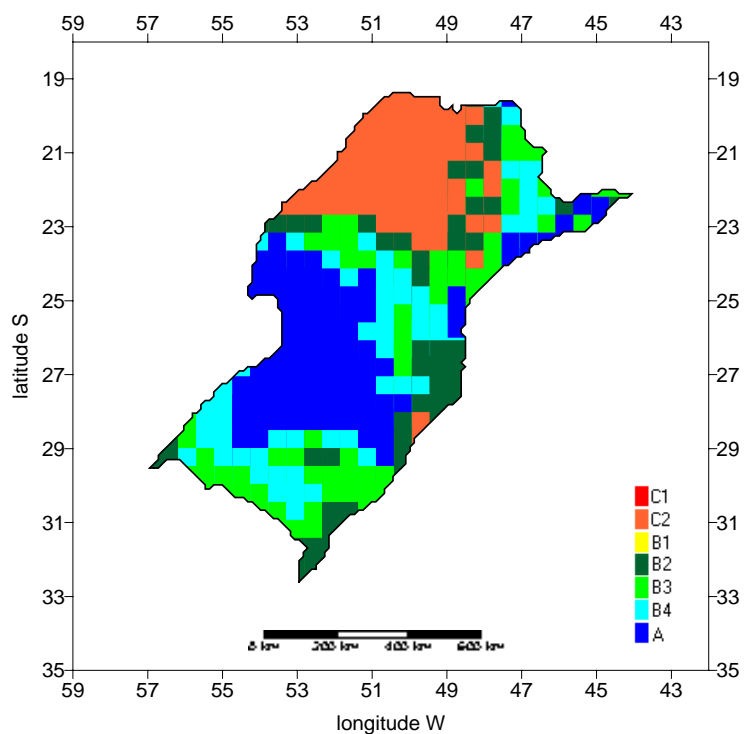
A Figura 16 apresenta a classificação climática obtida no período 1950-1959. Nota-se a presença do C2 em grande parte do estado de São Paulo. Nas demais áreas desse estado, porém, encontra-se uma variabilidade nos tipos climáticos, sendo que os mais úmidos encontram-se no litoral.

Na Região Sul verifica-se a presença do tipo A na faixa interna e grande variabilidade nas demais áreas.

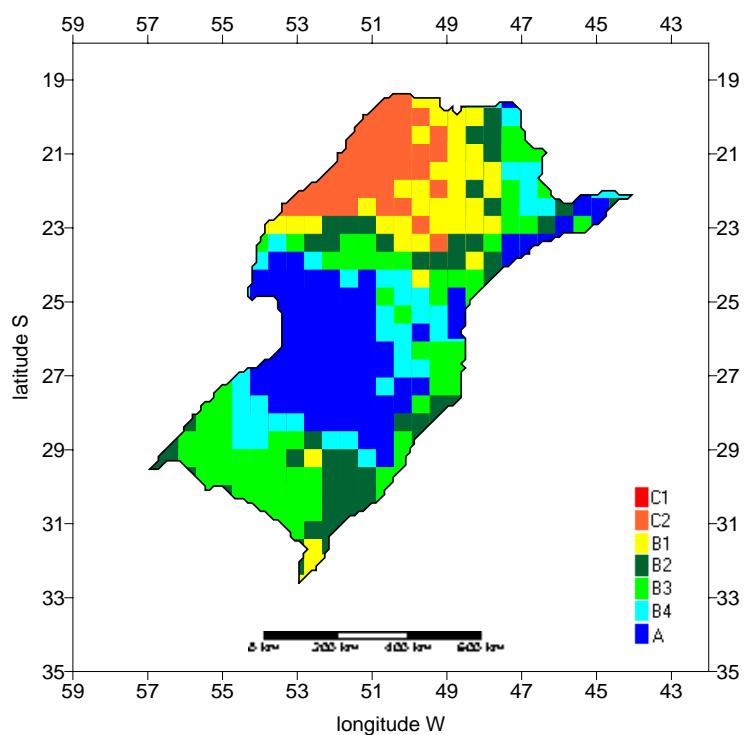
Assim, utilizando o método de Thornthwaite, verifica-se que toda a área do estudo apresenta grande variação nos tipos climáticos e não mais somente em São Paulo como apontou a classificação de Köppen.

A Figura 17 representa a classificação para o período 1960-1969. Verifica-se, em comparação com a anterior, que no estado de São Paulo, a faixa do tipo C2 fica menor e tem-se o B1 que não estava presente.

Na Região Sul não tem mais a presença do C2 que havia e o B1 também está presente. Nota-se ainda uma pequena diminuição ao sul da faixa do tipo A.

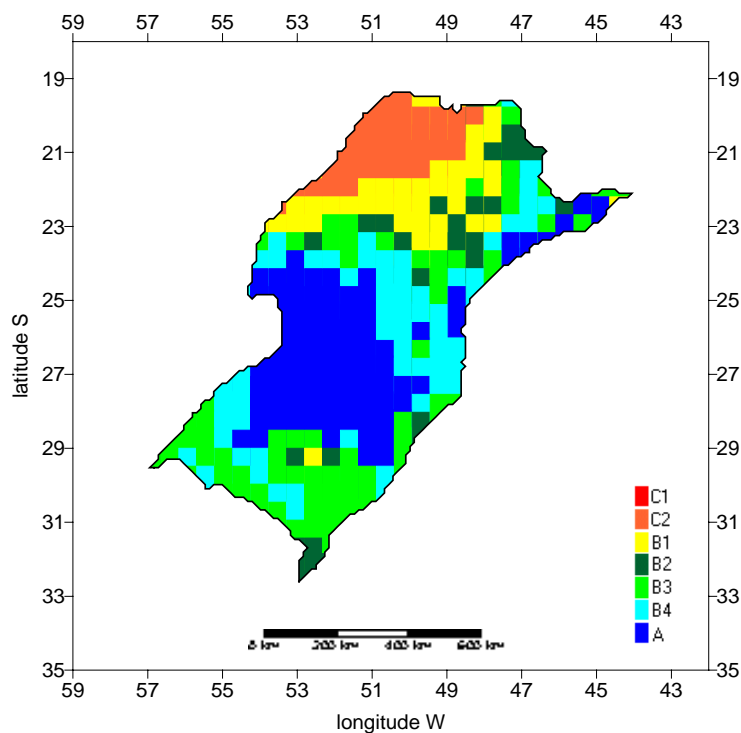


**Figura 16.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1959.



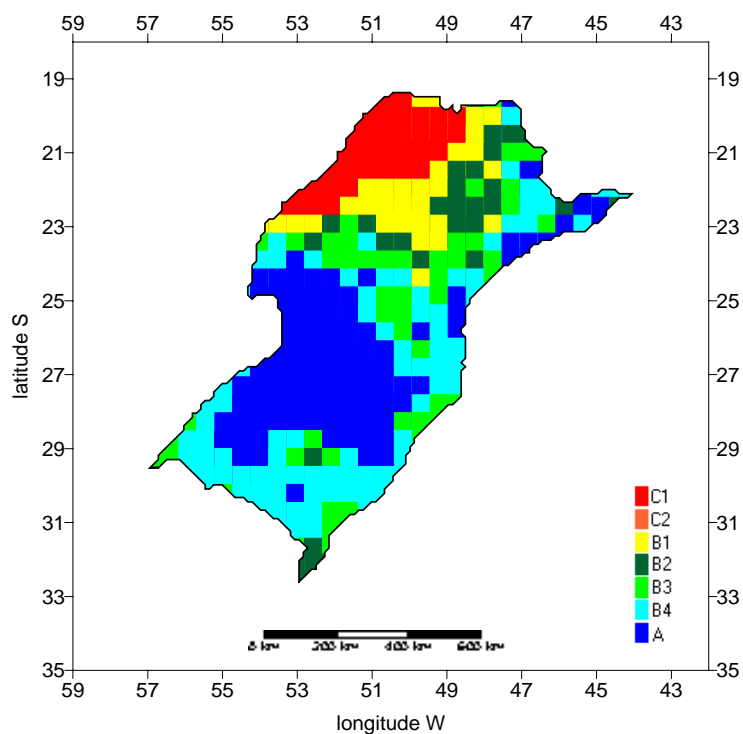
**Figura 17.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1960-1969.

A classificação do período 1970-1979 está apresentada na Figura 18. Observa-se o avanço do tipo B1 sobre o C2 em São Paulo. Na Região Sul, o B1 só se encontra no meio do Rio Grande do Sul. A faixa A se expande novamente mais ao sul.

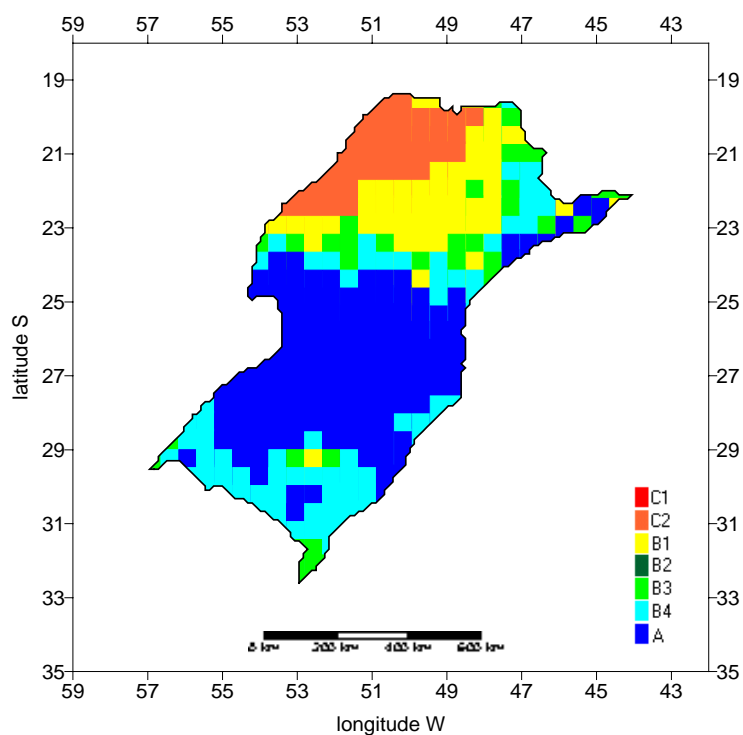


**Figura 18.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1970-1979.

Na Figura 19, que representa a classificação do período 1980-1989, é possível verificar a presença do C1 que não estava presente em nenhuma das Figuras anteriores da média de 10 anos. Este tipo se encontra no estado de São Paulo onde era o C2. Na região Sul, o B1 somente está presente no Paraná e há uma forte presença do B4 no sul da Região.



**Figura 19.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1980-1989.



**Figura 20.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1990-1999.

A Figura 20 apresenta a classificação do período 1990-1999. Verificamos a volta do C2 em São Paulo e um avanço do B1 no interior desse estado. O tipo B4 está presente em praticamente toda a divisa de São Paulo com o Paraná. Não se encontra nessa representação a presença do B2 em toda a área.

Na Região Sul nota-se a grande expansão da faixa A e o B1 está presente no Paraná e no Rio Grande do Sul.

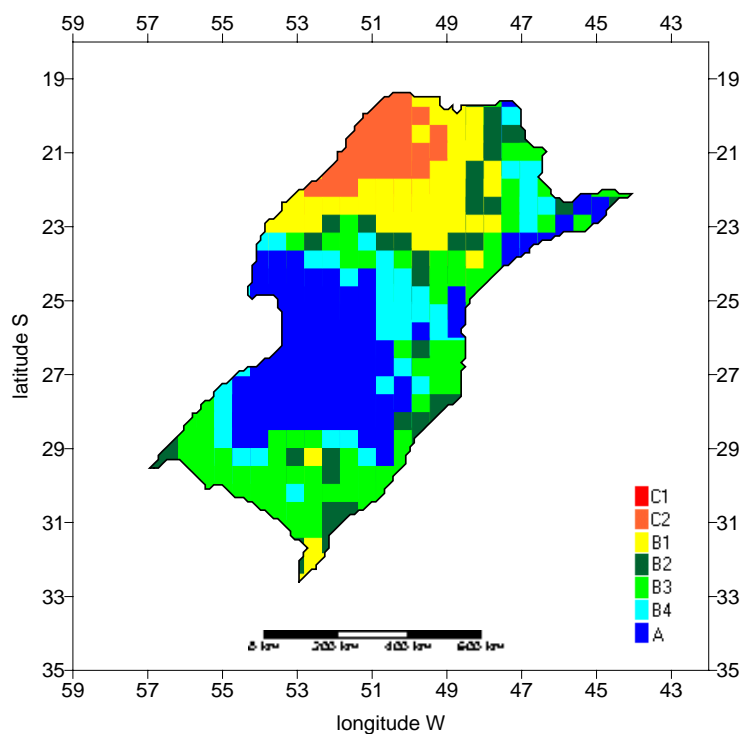
#### *4.2.3. Representação da classificação climática em recortes temporais de 25 anos da série temporal 1950-1999*

Representada na Figura 21 está a classificação do período 1950-1974. É possível verificar a forte presença do tipo B1 no estado de São Paulo, com o C2 presente a oeste. O tipo A encontra-se no litoral paulista.

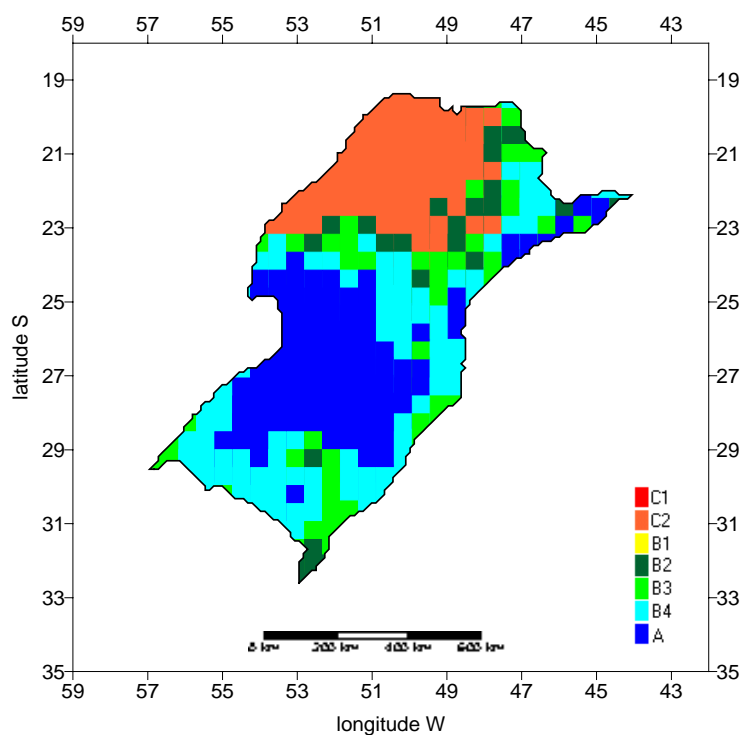
Na Região Sul verifica-se a faixa do tipo A já demonstrada nas figuras anteriores. O tipo B3 está presente em boa parte da área e o B1 encontra-se no Paraná e Rio Grande do Sul.

A Figura 22 apresenta a classificação para o período 1975-1999. Em toda a área do estudo não há a presença do tipo B1. Em São Paulo verifica-se o grande avanço do C2. Na Região Sul, existe uma maior presença do B4 e a faixa A permanece praticamente a mesma. Nota-se também, uma menor presença do tipo B2.





**Figura 21.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1974.

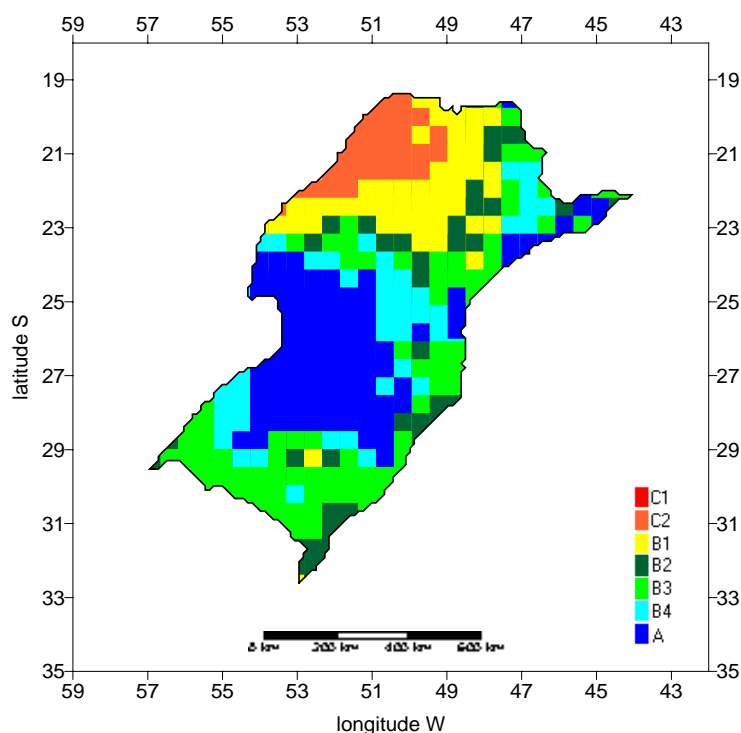


**Figura 22.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1975-1999.

#### 4.2.4. Representação da classificação climática em recortes temporais de 30 anos da série temporal 1950-1999

A Figura 23 apresenta a classificação para o período 1950-1979. É possível verificar a grande presença do tipo B1 no estado de São Paulo. Também estão presentes os tipos C2, B2, B3, B4 e A mais ao litoral.

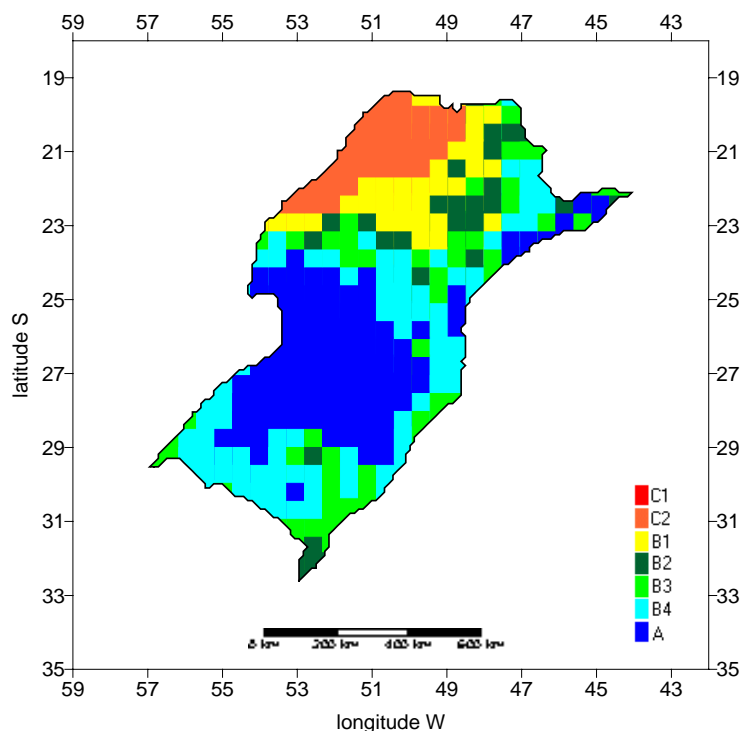
Na Região Sul, o tipo B1 encontra-se no Paraná e numa pequena área do Rio Grande do Sul. A faixa do tipo A permanece presente. Há a presença dos outros tipos encontrados nas demais áreas, indicando as transições de um tipo para o outro.



**Figura 23.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1979.

A Figura 24 apresenta a classificação para o período 1970-1999. Em comparação com a Figura anterior, notamos que está mais presente o tipo B2 e, também, a expansão do C2 em São Paulo.

Na Região Sul verifica-se uma pequena expansão da faixa A, uma maior presença do B4, o B2 está menos presente. No norte do Paraná encontra-se o C2 e o B1. No Rio Grande do Sul não tem a presença do B1.



**Figura 24.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1970-1999.

#### 4.2.5. Representação da classificação climática da série temporal 1950-1999

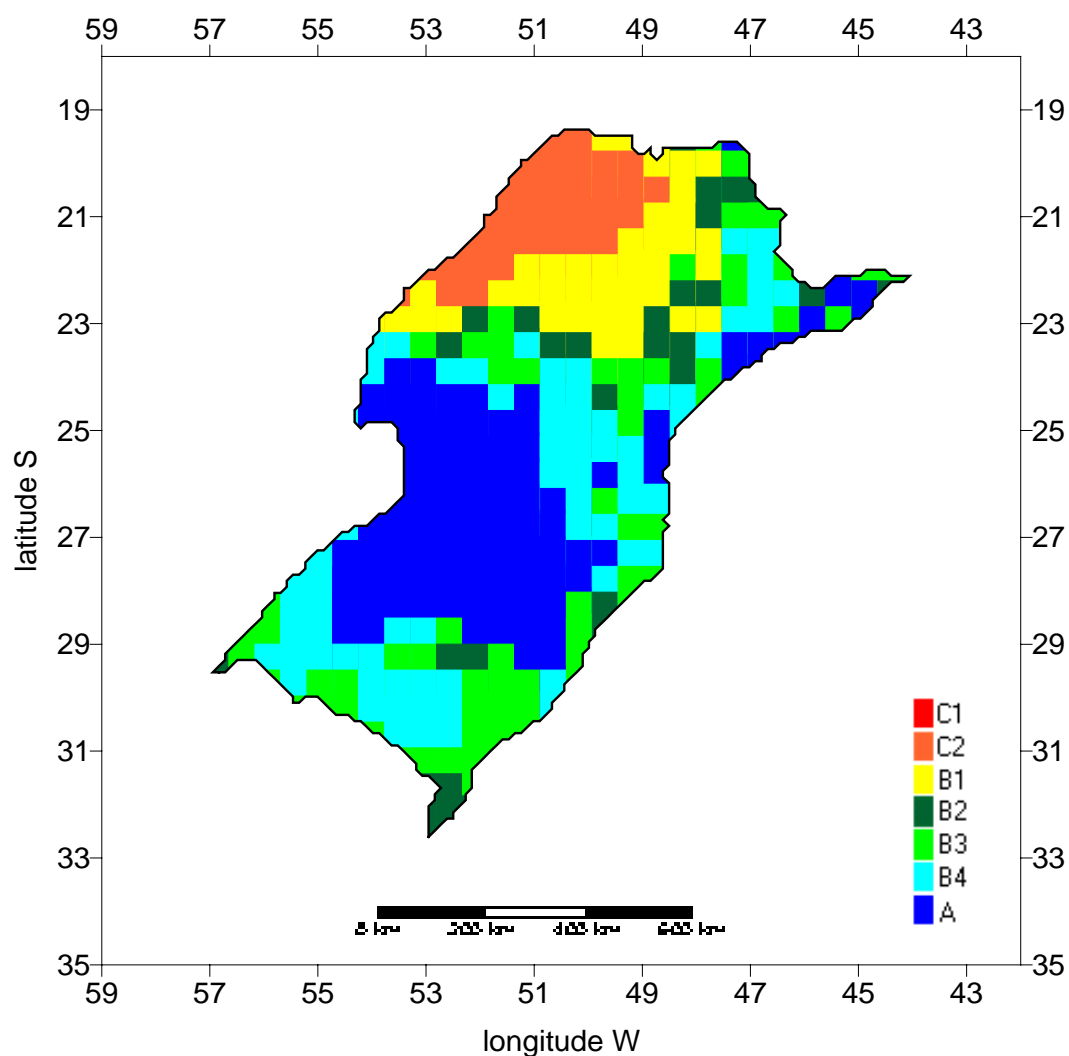
A Figura 25 apresenta a classificação climática de Thornthwaite para o período 1950-1999. Assim como na classificação de Köppen, esta é a representação mais relevante pois representa os 50 anos da análise. Será por meio desta representação que será fornecido um primeiro subsídio ao zoneamento agroclimático.

Foram encontrados em toda a área de estudo, seis tipos climáticos: C2, B1, B2, B3, B4 e A. Nesta classificação o estado de São Paulo também

é o que apresenta maior variabilidade dos tipos climáticos. No entanto, os demais estados também apresentam variabilidade.

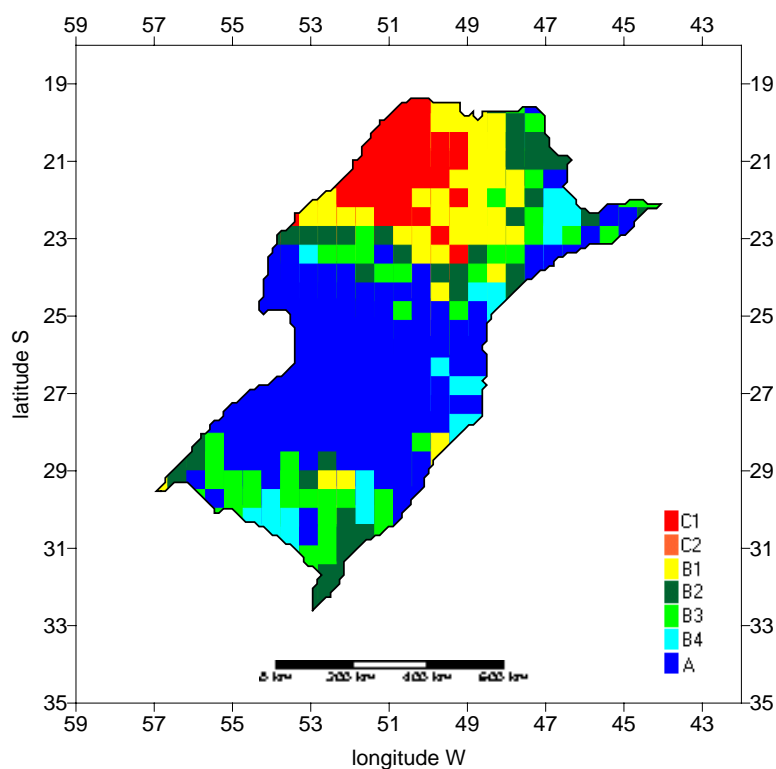
No estado de São Paulo observa-se a presença dos climas mais úmidos (B2, B3, B4 e A) no leste e no oeste, o clima sub-úmido (C2). Cabe ressaltar que este último tipo climático não se encontra segundo o método de Köppen.

Nos estados da Região Sul verifica-se a predominância do tipo A na parte central da área e mais ao sul, ao norte e a leste os tipos B2, B3 e B4.



**Figura 25.** Classificação climática, segundo a classificação de Thornthwaite, do estado de São Paulo e da Região Sul – recorte temporal 1950-1999.

Comparando a Figura 25 (série 1950-1999) com a Figura 14 (tipos mais freqüentes) pode ser observado que em todos os estados há variações. Na porção norte e oeste do estado de São Paulo enquanto nos tipos freqüentes encontra-se o tipo C1 (seco e sub-úmido) na média está o C2 (úmido e sub-úmido). Na fronteira entre São Paulo e Paraná no mapa da média não está presente o B1 (úmido) que estava nos tipos mais freqüentes. A mancha do tipo A (perúmido) na Região Sul é menor no mapa da média. Mais ao sul e centro também não existe o tipo B1. No contorno sul do Rio Grande do Sul não está presente o tipo A e o tipo B2 (úmido) aparece bem menos que no mapa dos tipos climáticos mais freqüentes.



**Figura 14.** Distribuição espacial dos tipos climáticos, segundo a classificação de Thornthwaite, mais freqüentes no estado de São Paulo e na Região Sul.

#### 4.2.6. Ocorrência em algumas localidades da área do estudo

A seguir encontra-se uma tabela constando algumas localidades presentes na área de estudo do trabalho. Nela consta o tipo climático mais freqüente, o menos freqüente e a média da série 1950-1999 obtida no estudo de acordo a classificação climática de Thornthwaite.

**Tabela 02.** Algumas localidades da área de estudo e sua ocorrência dos tipos climáticos na classificação climática segundo Thornthwaite.

Localidade	Latitude (S)	Longitude (W)	Mais comum	Menos comum	Média
Bauru – SP	22,34	49,37	B1	B4	B1
Campinas – SP	22,92	46,88	B3	C2	B3
Campos do Jordão – SP	22,73	45,53	B4	B1	B4
Franca – SP	20,53	47,38	B2	A	B1
Marília – SP	22,20	49,95	B1	B4	B1
Pres. Prudente – SP	22,12	51,38	C2	B3	C2
Ribeirão Preto – SP	21,18	47,72	B1	B4	B1
Rio Claro – SP	22,38	47,61	B3	C2	B3
Santos – SP	23,95	46,30	A	B4	A
S. J. do Rio Preto – SP	20,76	49,42	C2	C1	C2
S. J. dos Campos - SP	23,19	45,85	B3	C2	B3
Cascavel – PR	24,98	53,40	A	B3	A
Guarapuava – PR	25,35	51,45	A	B2	A
Maringá – PR	23,37	51,98	B2	C1	B1
Paranavaí – PR	23,08	52,43	B2	C2	B1
Ponta Grossa – PR	25,09	50,20	B3	C2	B4
Blumenau – SC	26,91	49,13	B4	C2	B3
Concórdia – SC	27,27	51,95	A	B4	A
Lajes – SC	27,82	50,36	A	B1	A
Bajé – RS	31,29	54,14	B2	C2	B3
Caxias do Sul – RS	29,17	51,25	A	B1	A
Passo Fundo – RS	28,26	52,56	A	B2	A
Porto Alegre – RS	30,09	51,22	B4	C2	B3

Santa Maria – RS	29,68	53,87	A	B2	B4
------------------	-------	-------	---	----	----

De acordo com a Tabela 02 pode-se observar que nas localidades nos quatro estados da área de estudo estão presentes variações, quando comparados os tipos climáticos mais freqüentes e a média do período 1950-1999.

Como exemplo tem-se Franca, no estado de São Paulo, e Maringá e Paranaíba, no estado do Paraná, que apresentam o tipo B2 nos mais freqüentes e o B1 na média. Ambos indicam clima úmido; a diferença está no índice efetivo de umidade. Vale ressaltar que o B1 é o menos úmido dos climas úmidos para Thornthwaite (B).

Ainda no Paraná, tem-se Ponta Grossa que apresenta o tipo B3 e na média o B4 (tipo mais úmido). Em Santa Catarina, Blumenau apresentou variação de B4 para B3 na média.

No estado do Rio Grande do Sul tem três exemplos: Bajé que apresentou B2 e na média B3, Porto Alegre com B4 e B3, e Santa Maria que no tipo mais freqüente era A (perúmido) e na média passou a ser considerado B4.

O fato de algumas localidades apresentarem tipos climáticos mais freqüentes diferentes dos da média, se deve aos dados utilizados segundo o período da média.

#### **4.3. A classificação climática de Köppen e suas representações nos livros didáticos**

A seguir encontram-se representados mapas de classificação climática retirados de alguns livros didáticos (acessíveis) que serão brevemente comparados com a classificação climática segundo Köppen obtida do estudo, segundo a série 1950-1999. A escolha dos 50 anos se

deu em virtude de se tratar da série mais longa, com maior número de anos e dados.

#### *4.3.1. Classificação climática encontrada no livro "O espaço geográfico: Geografia Geral e do Brasil" (MOREIRA, 1979)*

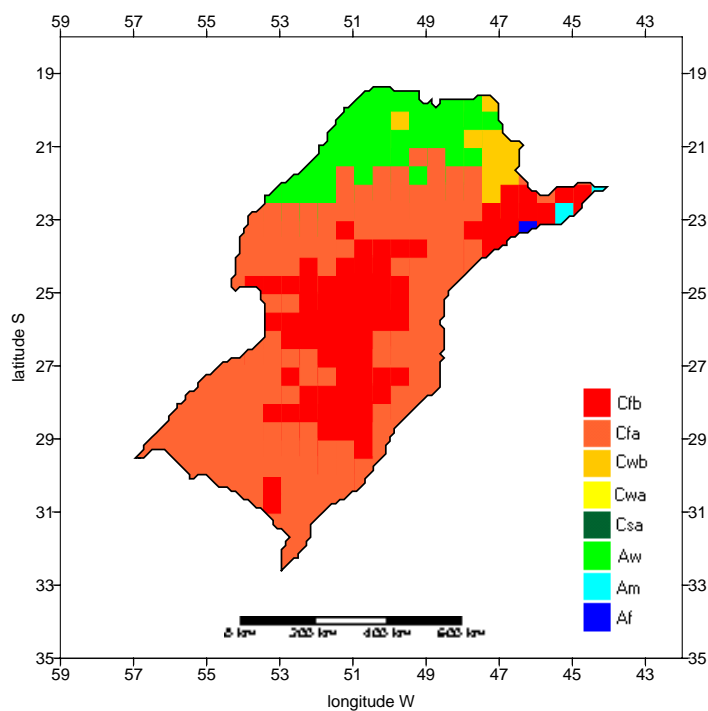
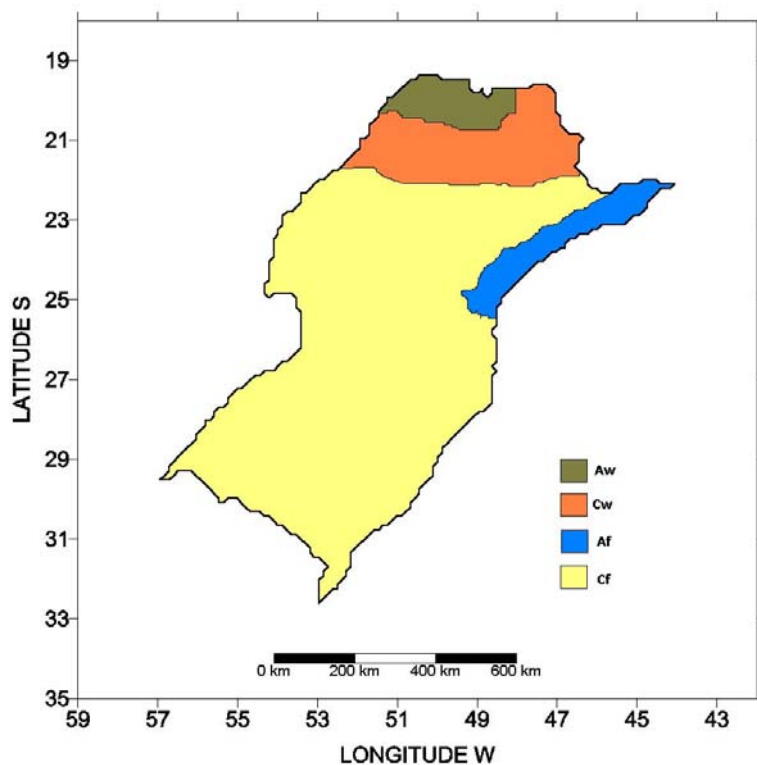
O referido autor em seu livro didático define clima como *"a forma de evolução dos elementos atmosféricos num determinado lugar da superfície terrestre; ou, em outras palavras, é a sucessão dos estados da atmosfera em dado lugar"* (MOREIRA, 1979).

Apresenta também no capítulo destinado ao clima a diferença entre tempo e clima, os principais elementos do clima, os fatores climáticos, os tipos de clima e correlaciona a classificação climática de Strahler e de Köppen. Cabe ressaltar que o autor discute alguns critérios utilizados na classificação climática.

A seguir encontra-se representado o mapa que está inserido neste livro didático e a Figura 13 que consiste na representação obtida do estudo da série temporal 1950-1999 da classificação climática de Köppen, para uma breve comparação.

Este autor apresenta certa desarticulação do que se fala e do que se mostra pois no decorrer do texto demonstra a perspectiva dinâmica (genética) e depois apresenta o mapa que é da abordagem empírica.





**Figura 26.** Comparação entre a classificação climática apresentada em “O espaço geográfico: geografia geral e do Brasil”, de Moreira (1979) e a de Köppen.

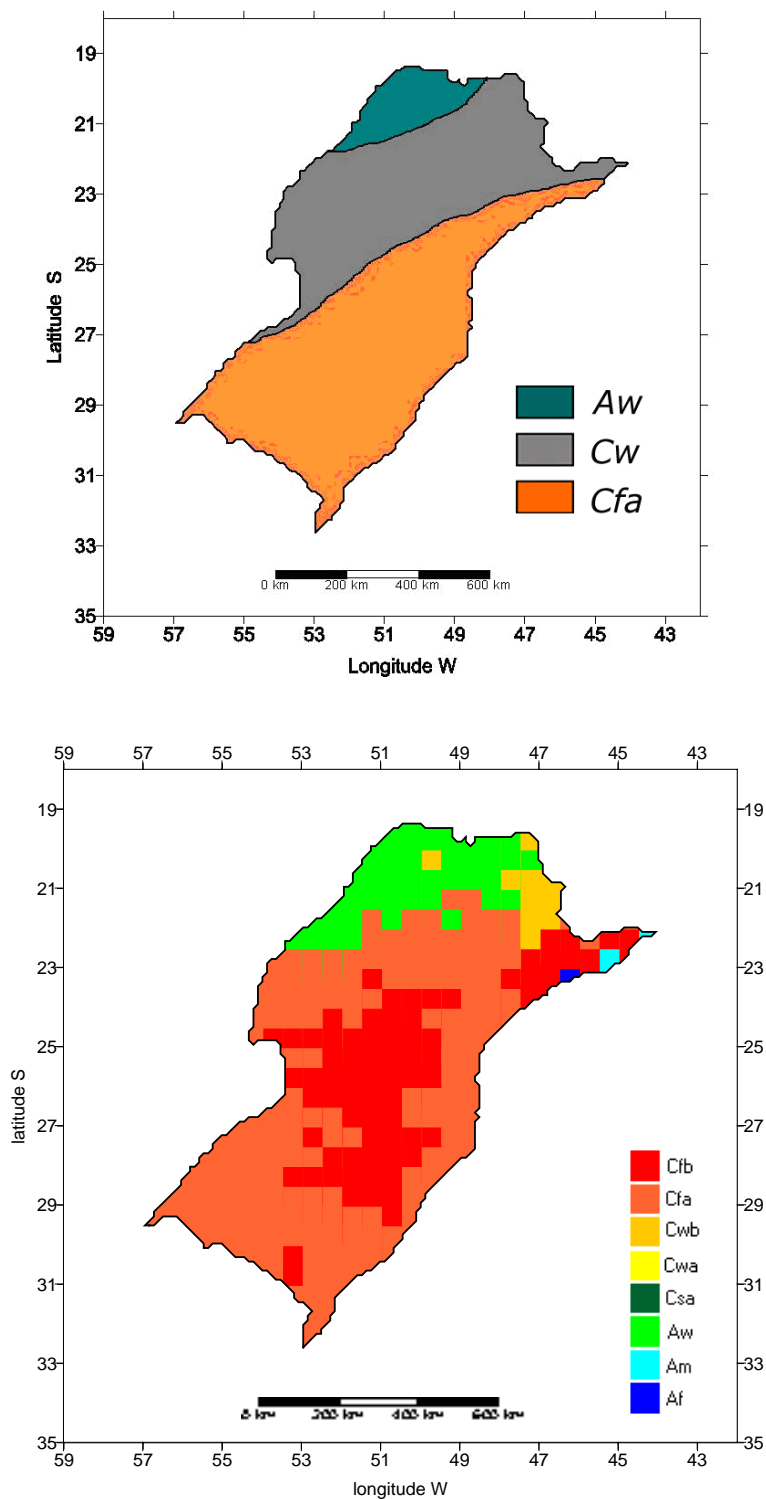
De acordo com a Figura 26 é possível verificar que no estado de São Paulo, o interior e o norte, estão caracterizados com o Cw e Aw e no mapa resultante do estudo o Cw só se apresenta mais ao norte; no litoral tem-se predominantemente o Af, sendo que este no mapa do estudo encontra-se somente numa pequena área com a presença também do Am e do Cfb; em ambos os mapas encontra-se o Cf mais ao sul do estado; o litoral do Paraná está caracterizado como um Cf enquanto no do livro didático um Af; a Região Sul em ambos os mapas se classificam como Cf.

Em linhas gerais, os dois mapas apresentados na Figura 26, estão compatíveis até a segunda chave de classificação. A classificação apresentada pelo livro falha no sentido de abandonar a terceira chave de classificação, que mostra as características térmicas das estações do ano.

#### *4.3.2. Classificação climática encontrada no livro "A Geografia Geral: 2º grau" (LUCCI, 1982)*

A autora em seu capítulo referente ao clima, comenta sobre os elementos formadores citando temperatura, pressão atmosférica, vento e chuva. Distingue tempo e clima sendo a definição de clima segundo J. Hann: *"é o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracteriza o estado médio da atmosfera num determinado ponto da superfície terrestre"*. Comenta ligeiramente sobre as massas de ar ligadas a mudança no tempo.

Somente cita a classificação de Köppen, dizendo que é a mais aceita. Explica brevemente os critérios e as letras da classificação. Traz um mapa mundi com a classificação e não cita a fonte.



**Figura 27.** Comparação entre a classificação climática apresentada em “Geografia Geral: 2º grau”, de Lucci (1982) e a de Köppen.

Na página anterior encontra-se representado o mapa que está inserido neste livro didático e a Figura 13, que consiste na representação obtida do estudo da série temporal 1950-1999 da classificação climática de Köppen, para uma breve comparação.

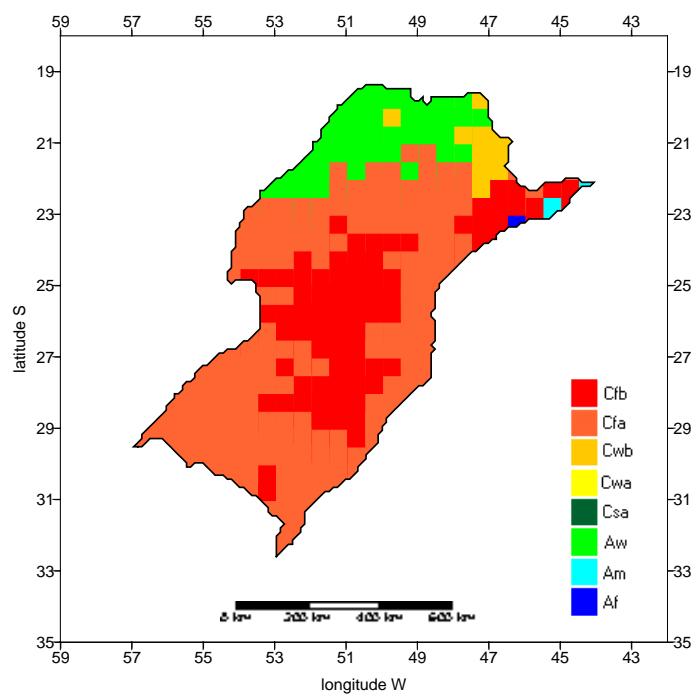
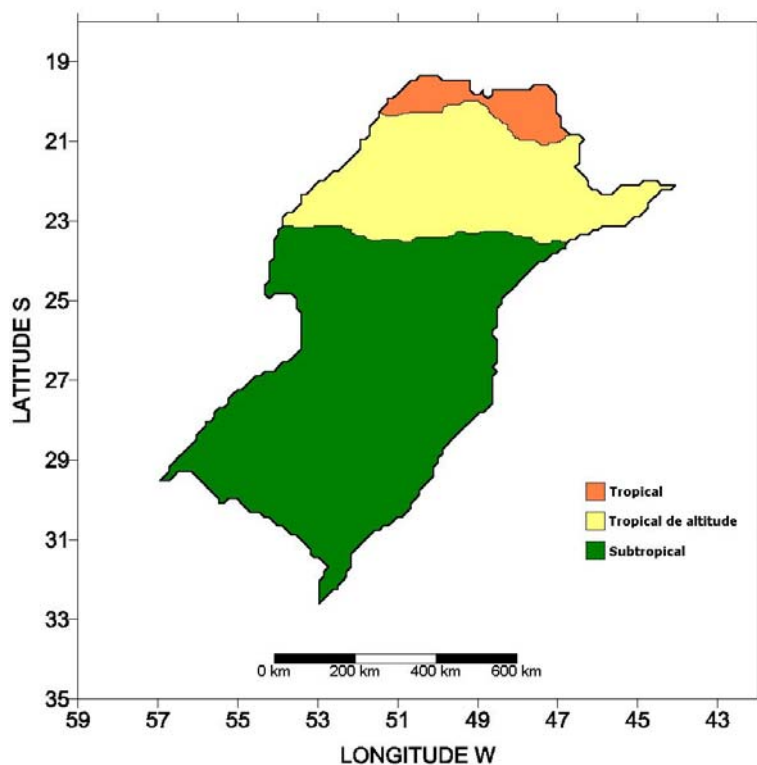
De acordo com a Figura 27 é possível verificar que no mapa do livro didático encontramos o Afw no litoral norte paulista e o Cw no restante do estado; na Região Sul forte presença do Cfa e também do Cw em menor proporção. Já no mapa resultante do estudo o litoral paulista é classificado como Af, Am e Cfb; o Cw se encontra só na porção norte do estado de São Paulo; e, na Região Sul somente encontra-se o Cf (Cfa e Cfb).

#### *4.3.3. Classificação climática encontrada no livro "Geografia do Brasil: 2º grau" (BELTRAME, 1983)*

O autor em seu livro didático traz no capítulo destinado ao clima, os elementos do clima: pressão atmosférica, temperatura, umidade, precipitações, massas de ar e ventos. Cita os fatores do clima: altitude, latitude, continentalidade, correntes marítimas, massas líquidas, vegetação e outros.

Distingue tempo e clima, sendo o clima *"a sucessão habitual dos estados do tempo num determinado local"*. Comenta que atualmente a climatologia baseia-se no mecanismo das massas de ar, sendo os deslocamentos dessas sobre a superfície do planeta que caracterizam os diferentes tipos de clima.

Destaca as classificações de Strahler e de Köppen. Diz que a primeira pertence à escola dinâmica que estuda a atmosfera através das massas de ar e a segunda pertence à escola tradicional, mas também pode ser utilizada pela escola dinâmica.



**Figura 28.** Comparação entre a classificação climática apresentada em “Geografia do Brasil: 2º grau”, de Beltrame (1983) e a de Köppen.

Diz que a classificação de Köppen foi muito bem adaptada ao espaço brasileiro pela geógrafa Lysia Maria Cavalcanti Bernardes. Traz o mapa do Brasil com essa classificação e a seguir um quadro explicativo onde se encontra a área de ocorrência e as características gerais.

Por último explica resumidamente a classificação de Köppen (as letras e o que representam) e os tipos do Brasil em outro quadro explicativo onde constam os tipos de clima, as características gerais, os símbolos (letras), características básicas e as áreas de ocorrência.

Na Figura 28 encontra-se representado o mapa que está inserido neste livro didático e a Figura 13 que consiste na representação obtida do estudo da série temporal 1950-1999 da classificação climática de Köppen, para uma breve comparação.

No mapa do livro didático observa-se a presença dos tipos tropical, tropical de altitude e subtropical no estado de São Paulo e na Região Sul subtropical. Comparando com o mapa da série nota-se que no norte do estado de São Paulo encontramos o Aw que se estende pelo centro do estado até o norte do Paraná. Ainda no estado de São Paulo encontra-se os tipos Cwb, o Cfb, o Af, o Am e o Cfa que também está presente em grande parte da Região Sul intercalado com o Cfb.

Um ponto a ser avaliado neste livro consiste no fato de o autor adotar a classificação climática de Köppen e, no entanto, adotou a nomenclatura incompatível, observado pelo fato de toda a descrição da abordagem empírica em seu livro e por citar a classificação da Lysia.

#### *4.3.4. Classificação climática encontrada no livro "Curso de Geografia do Brasil" (ANTUNES e SIMÕES, 1985)*

Os autores no capítulo sobre clima trazem os seguintes elementos climáticos: temperatura, precipitações, pressão atmosférica e regime dos

ventos. Como fatores: latitude, aspectos topográficos do relevo, correntes marítimas, distribuição de águas e terras, vegetação e outros.

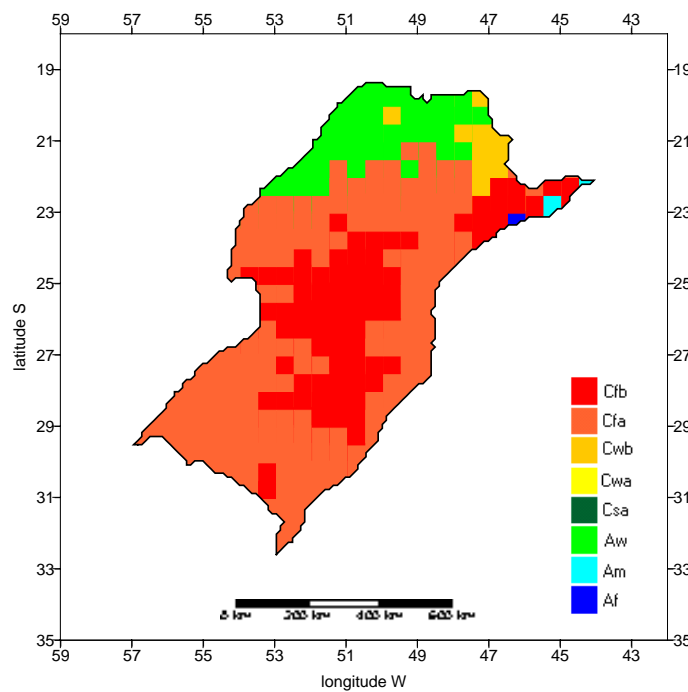
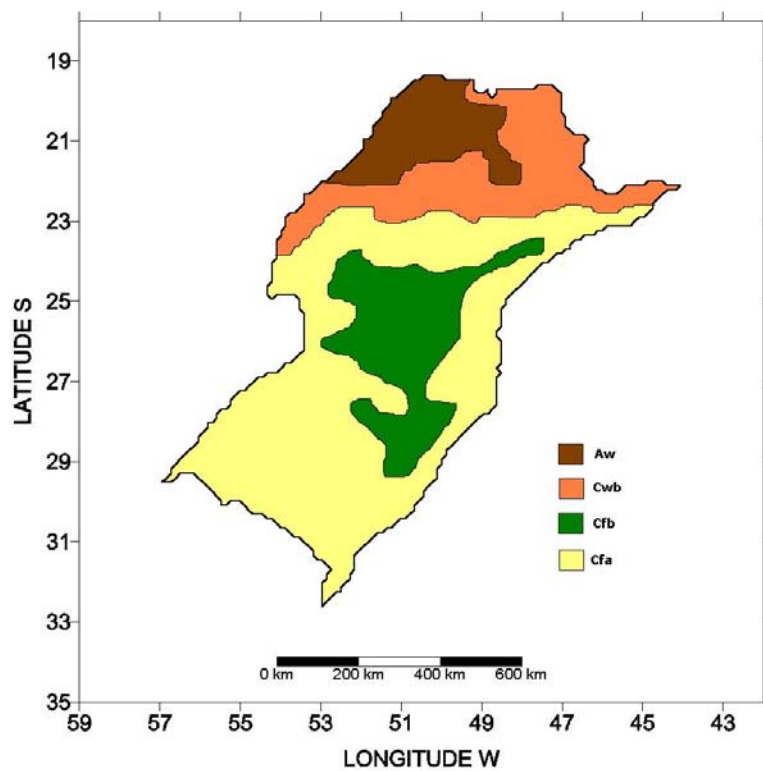
Os autores distinguem tempo e clima, sendo o clima *“o conjunto dos estados de tempo, através das médias obtidas após várias medições”*. Fala rapidamente sobre massas de ar e circulação atmosférica. Traz a classificação de Köppen e explica o significado das letras mas não os critérios. Diz que esta é a mais difundida classificação de climas. Explica os tipos nas regiões do Brasil. Traz uma tabela simplificada com as características dominantes dos principais tipos de climas do Brasil, as características gerais, as letras e área de ocorrência.

Cita a classificação de Lysia Bernardes, traz uma tabela simplificada com as características dos principais tipos de clima para essa cientista. Diz que é bastante didática e baseia-se principalmente nas condições de temperatura.

Na Figura 29 encontra-se representado o mapa que está inserido neste livro didático e a Figura 13 que consiste na representação obtida do estudo da série temporal 1950-1999 da classificação climática de Köppen para uma breve comparação.

No livro didático nota-se a presença do tipo Aw e Cwb no estado de São Paulo, o Cfa no litoral paulista e na Região Sul os tipos Cfa e Cfb. Comparando com o mapa do estudo tem-se realmente a presença do tipo Aw e Cwb, no entanto no litoral temos o Cfb e não o Cfa; e na Região Sul os tipos Cfa e Cfb estão presentes.

É importante salientar que esta classificação climática apresentada neste livro é muito mais completa e, portanto, bem mais próxima do resultado deste estudo. Também há a apresentação da terceira chave (ou letra) da classificação climática de Köppen, o que a maioria dos livros não traz.



**Figura 29.** Comparação entre a classificação climática apresentada em “Curso de Geografia do Brasil”, de Antunes e Simões (1985) e a de Köppen.



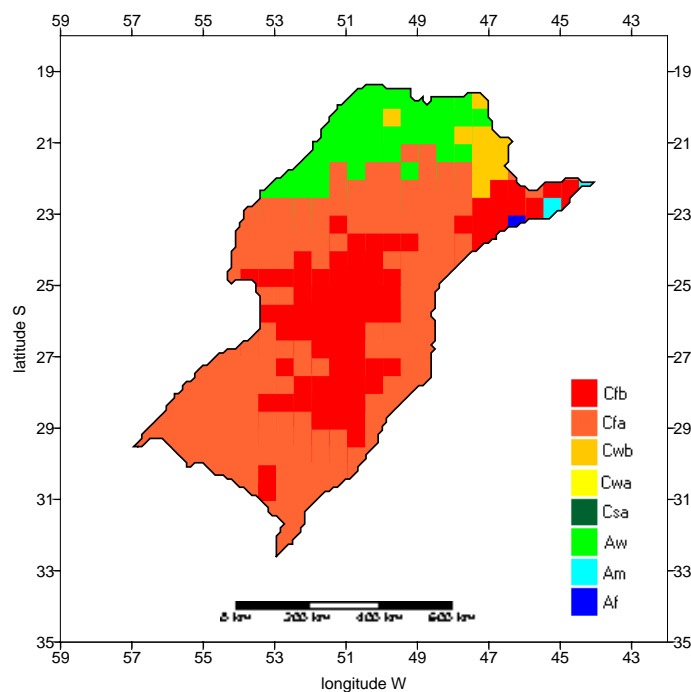
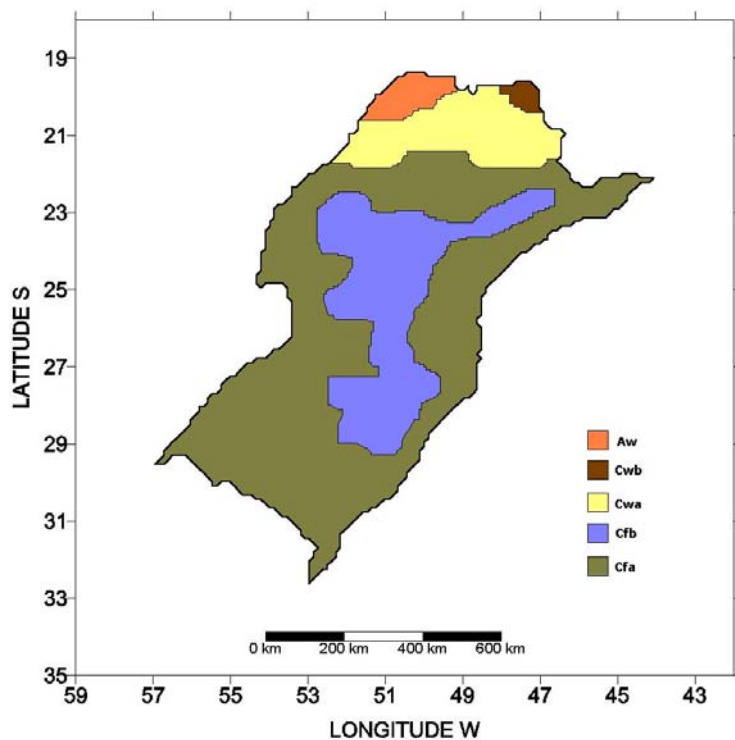
#### 4.3.5. *Classificação climática encontrada no livro "Panorama geográfico do Brasil" (ADAS, 1985)*

O referido autor no capítulo sobre clima traz os seguintes elementos climáticos: temperatura, chuva, umidade, ventos, massas de ar e pressão atmosférica. Como fatores: posição astronômica e geográfica da região ou país, configuração do território, altitudes e linhas mestras do relevo, latitude, altitude, proximidade do mar, vegetação e continentalidade.

Distingue tempo e clima, sendo o clima definido como *"a sucessão habitual dos tipos de tempo"*. Comenta que as massas de ar são responsáveis pelas mudanças de tempo e pelo clima de uma certa área ou região. Fala brevemente sobre as massas de ar que atuam no Brasil.

O autor cita ainda que baseado no estudo da dinâmica das massas de ar, dos elementos e dos fatores do clima, os especialistas propuseram várias classificações climáticas e destaca a de Strahler e a de Köppen. A primeira baseia-se nas áreas da superfície terrestre, controladas ou dominadas pelas massas de ar. Traz o mapa do Brasil com essa classificação mas não explica os critérios. A de Köppen, ainda utilizada, foi adaptada ao Brasil por Lysia Bernardes e por outros geógrafos. Cita o significado das letras, características gerais, básicas e áreas de ocorrência num quadro.

Na Figura 30 encontra-se representado o mapa que está inserido neste livro didático e a Figura 13 que consiste na representação obtida do estudo da série temporal 1950-1999 da classificação climática de Köppen para uma breve comparação.



**Figura 30.** Comparação entre a classificação climática apresentada em "Panorama geográfico do Brasil", de Adas (1985) e a de Köppen.

No livro didático é possível verificar a presença dos tipos Aw, Cwa, Cwb, Cfa e Cfb no estado de São Paulo e dos tipos Cfa e Cfb na Região Sul. Em comparação com o resultado deste estudo temos que: os tipos Aw e Cwb em São Paulo realmente estão presentes, ao invés do Cfa é Cfb no litoral paulista; não se encontra o tipo Cwa; e na Região Sul os tipos Cfa e Cfb estão presentes.

É importante salientar que esta classificação climática apresentada neste livro é também é mais completa e, portanto, bem mais próxima do resultado deste estudo. Também há a apresentação da terceira chave (ou letra) da classificação climática de Köppen, o que a maioria dos livros não traz.

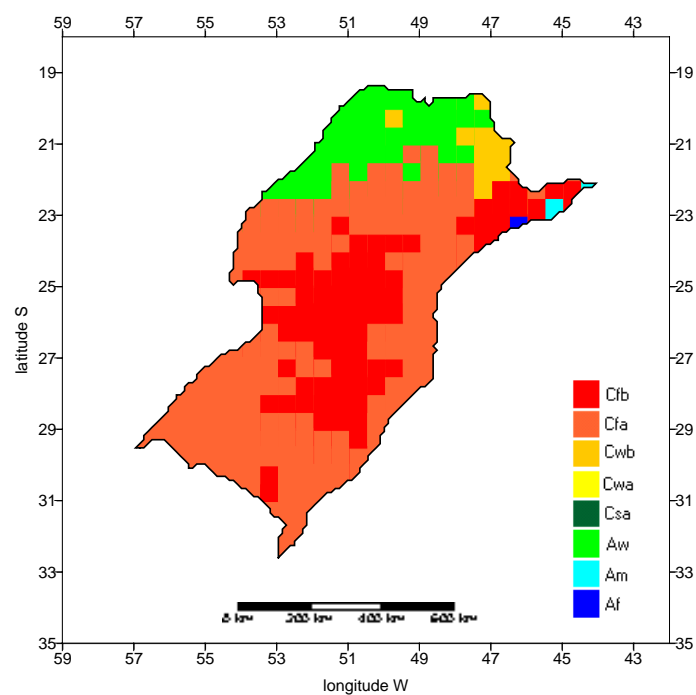
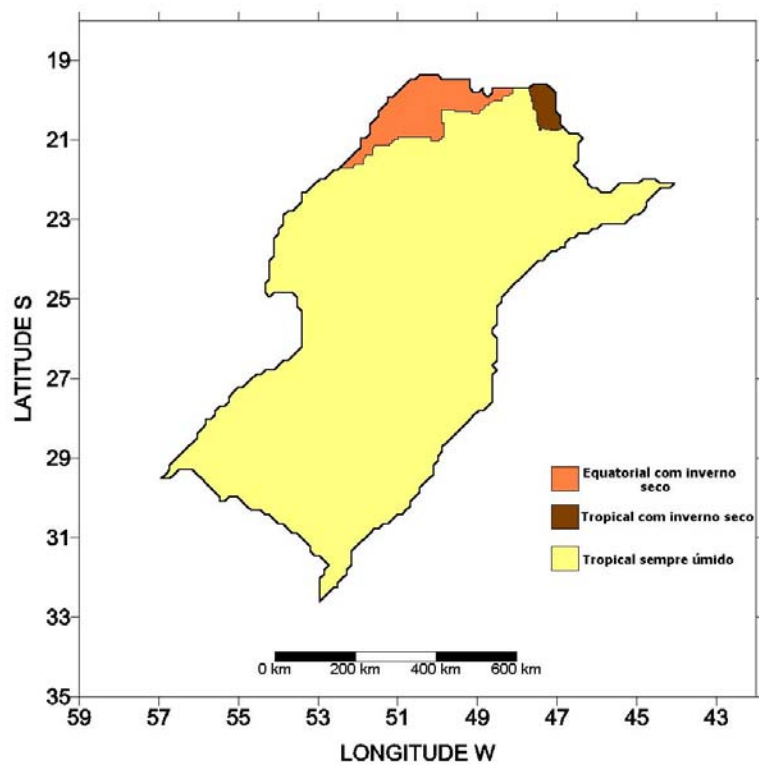
#### *4.3.6. Classificação climática encontrada no livro "Geografia: ciência do espaço" (PEREIRA et al, 1988)*

Os autores em seu livro didático fazem a distinção entre tempo e clima, sendo o clima *"a média dos estados de tempo"*. Discutem rapidamente a circulação atmosférica.

O livro traz o mapa que reproduz um tipo de classificação climática para o Brasil. Foram usados para isso vários fatores de influência simultânea, sendo a quantidade de chuvas e as médias de temperatura os fatores principais. Não cita o método, nem os critérios.

Na Figura 31 encontra-se representado o mapa que está inserido neste livro didático e a Figura 13 que consiste na representação obtida do estudo da série temporal 1950-1999 da classificação climática de Köppen para uma breve comparação.

Por meio do mapa do livro didático verifica-se a classificação de clima equatorial com inverno seco no extremo norte e oeste de São Paulo e nas demais áreas (restante de São Paulo e Região Sul) tropical sempre úmido e uma pequena área com tropical com inverno seco.



**Figura 31.** Comparação entre a classificação climática apresentada em "Geografia: ciência do espaço", de Pereira, Santos e Carvalho (1988) e a de Köppen.

Comparando com o mapa resultante deste estudo temos realmente a presença do inverno seco no norte e oeste de São Paulo, no entanto no restante das áreas não se encontra somente o tipo tropical e nem o sempre úmido.

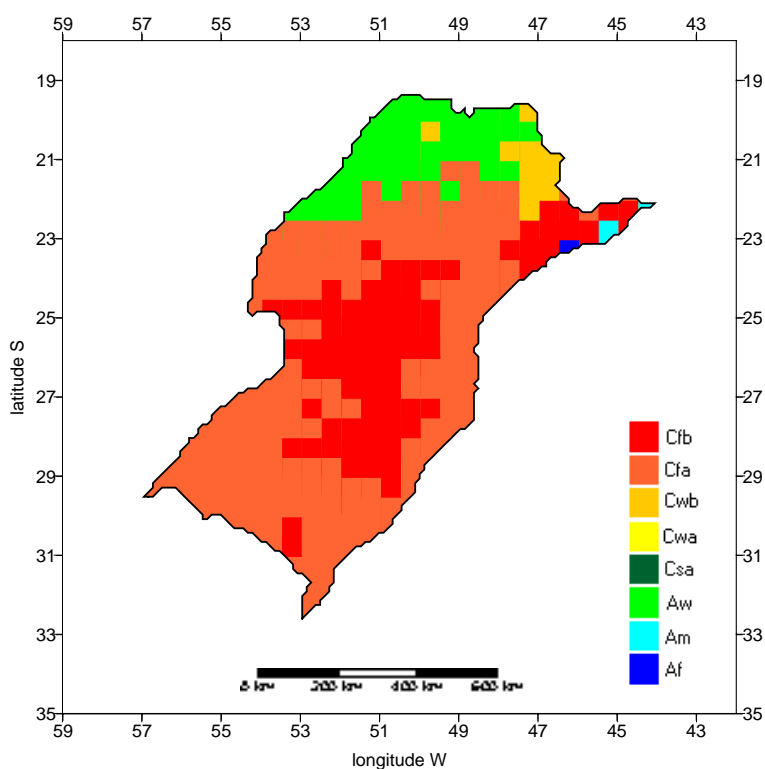
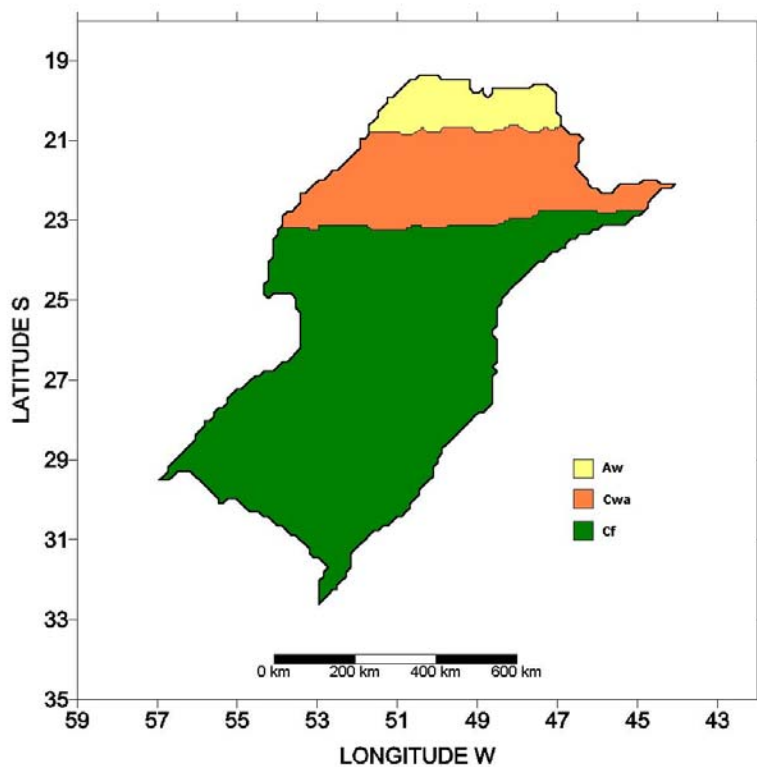
Este livro traz, como foi demonstrado, muitas inconsistências com a classificação climática obtida deste estudo. Estes autores também confundem no aspecto do que está representado e a nomenclatura utilizada.

#### *4.3.7. Classificação climática encontrada no livro "Brasil: Sociedade e Espaço" (VESENTINI, 1994)*

O autor, no capítulo destinado ao clima, cita segundo a definição mais conhecida, o clima como *"a sucessão habitual dos tipos de tempo num determinado local da superfície terrestre"*. Cabe ressaltar que faz a distinção entre tempo e clima.

Traz o mapa do Brasil com o resumo da classificação de Köppen adaptado de Lysia M. C. Bernardes. Num quadro explicativo comenta que a classificação de Köppen é problemática hoje, pois não leva em conta o movimento das massas de ar, e cita que a classificação de Strahler é a mais moderna e expõe o mapa do Brasil com esta classificação. Portanto, o autor em seu livro, traz a representação das duas perspectivas: a empírica (figura 32) e a genética.

Vesentini traz um resumo da classificação de Köppen com as letras, área de ocorrência e características. Comenta sobre as massas de ar e diz que o mapa de Strahler é só uma simplificação, pois como ela leva em conta a circulação atmosférica torna-se difícil de ser mapeada, já que o mapa dá idéia de imobilismo. Com o uso desta classificação explica os tipos para o Brasil detalhadamente.



**Figura 32.** Comparação entre a classificação climática apresentada em “Brasil Sociedade e Espaço”, de Vesentini (1994) e a de Köppen.

Na Figura 32 encontra-se representado o mapa que está inserido neste livro didático e a Figura 13 que consiste na representação obtida do estudo da série temporal 1950-1999 da classificação climática de Köppen para uma breve comparação.

Observando o mapa do livro didático verifica-se a presença dos tipos Aw (norte paulista), Cwa (no interior paulista e norte do Paraná) e Cf (no sul paulista e em quase toda a Região Sul). Em comparação com o mapa obtido do estudo nota-se a presença do Aw, o tipo Cwa não está presente e na Região Sul realmente se encontra o tipo Cf em quase toda sua extensão.

Nesta parte do trabalho foi possível observar que no ensino da Geografia, como no de qualquer outra disciplina, a importância do livro didático é muito grande. No entanto, ele não deve ser encarado de forma exclusiva, ele necessita de uma complementação tanto de material escolar (mapas, atlas, tabelas, fotografias) como de material não escolar, informações de revistas e de jornais, sobretudo.

Com este trabalho, admitimos a necessidade de melhoria do nível dos textos didáticos. Como foi visto existem muitas divergências entre os mapas de classificação climática.

Alguns autores foram incoerentes visto que citam a classificação climática de Köppen e, em alguns casos, eles usam os resultados da classificação climática de Strahler e não explicam.

Cabe ressaltar a importância de se consultar fontes fidedignas para a elaboração de um livro didático, para evitar assim, possíveis divergências e incoerências.

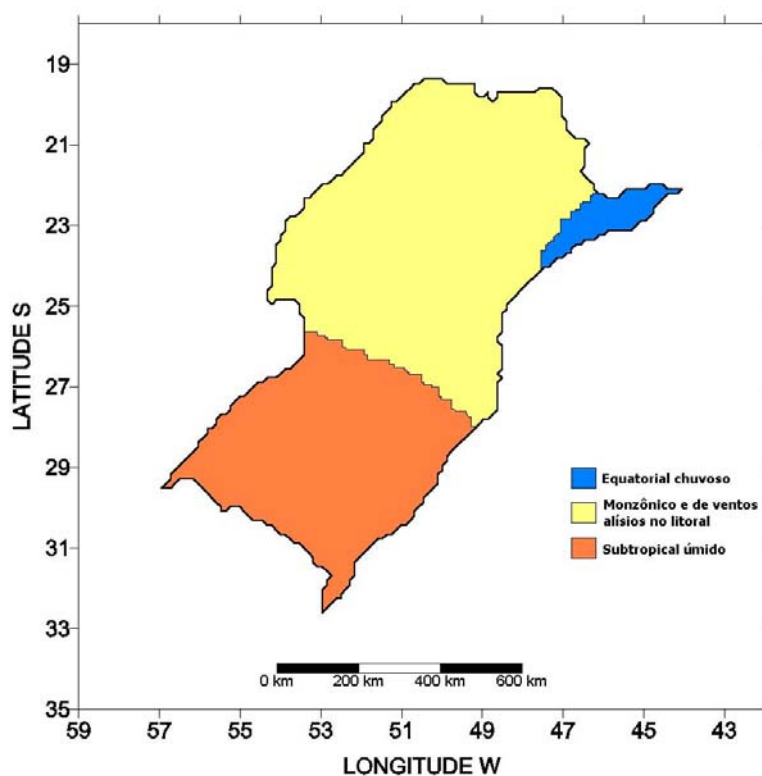
Observar, em trabalhos futuros, se os livros citados passaram pela avaliação do PNL, pois se passaram os problemas apontados aqui deverão estar contidos no guia do professor, além de apreciar as melhorias em relação ao estudo do clima nos livros didáticos.

#### 4.4. Comparação das classificações climáticas de Köppen e de Strahler na área de estudo

Nesta parte do trabalho foi feita uma breve comparação da classificação climática de Strahler retirada do livro de Strahler e Strahler (1989) com a classificação de Köppen obtida deste estudo segundo a série 1950-1999.

Arthur Strahler divulgou sua proposta de classificação climática onde pretendia dotar as concepções de clima aceitas até então, de um paradigma dinâmico, ao incorporar em sua proposta, aspectos dinâmicos de circulação atmosférica (SANT'ANNA NETO, 2001).

Cabe ressaltar que Strahler utilizou símbolos numéricos para representar seus tipos climáticos (PITTON, 1985).



**Figura 33.** Classificação climática segundo o método de Strahler da área do estudo retirada do livro de Strahler (1989).



A Figura 33 mostra a classificação de Strahler retirada do livro de Strahler e Strahler (1989) da área do nosso estudo.

De acordo com a Figura 33 observa-se que grande parte do estado de São Paulo e da Região Sul classifica-se como clima monçônico e de ventos alísios no litoral: verão normalmente mais chuvoso e o inverno menos chuvoso, médias térmicas elevadas e os índices pluviométricos também. O litoral de São Paulo e parte do Paraná como clima equatorial chuvoso: chuvas abundantes, médias térmicas não tão elevadas. O sul da Região Sul se classifica como clima subtropical úmido: chuvas abundantes principalmente no verão, inexistência de uma estação seca, mesotérmico, existe uma sensível diferença entre verão – bem quente e inverno – frio e às vezes com geadas ou neve em alguns locais.

Comparando com a classificação climática de Köppen resultante deste estudo (Figura 13), observa-se que no estado de São Paulo predomina o clima tropical com inverno seco, o clima quente com inverno seco e verão moderadamente quente, e o clima quente, úmido e verão tórrido. No litoral paulista nota-se em uma pequena área o clima tropical monçônico, o clima tropical úmido em outra pequena área e o clima quente, úmido com verão moderadamente quente no restante, que se estende até parte do litoral paranaense.

A Região Sul está classificada como clima quente e úmido com variação somente no verão, ou tórrido, ou moderadamente quente. Uma pequena exceção está no norte do Paraná que se classifica como clima tropical com inverno seco.

O sul do Brasil é dominado pelo clima Cf. Essa região está, durante o ano, sujeita à penetração da Pa (Polar Atlântica). Forma a frente com a Ta (Tropical Atlântica) ou com a Ec (Equatorial Continental) mais ao norte. Sendo uma linha de instabilidade, provoca chuvas durante todo o ano. Daí

se compreende porque o clima da Região Sul é sempre úmido (ADAS, 1985).

Vale ressaltar que o clima quente (A) para Köppen é controlado pelas massas de ar Equatorial e Tropical segundo Strahler. Já os climas mesotérmicos (C) são controlados pela massa Tropical e Polar.

O clima chuvoso equatorial para Köppen é o tipo Af, o clima monçônico e de ventos alísios no litoral é o tipo Am e Af, e, o subtropical úmido é o Cfa (STRAHLER e STRAHLER, 1989).

No entanto, observando o mapa da série 1950-1999 (Figura 13), observa-se que o Af somente está presente numa pequena área no litoral paulista; o Am aparece também em duas pequenas áreas do litoral paulista; e, o Cfa realmente aparece só que em área maior e também há a presença do tipo Cfb. Portanto, pode-se concluir que existem algumas divergências entre as classificações apresentadas.

Cabe destacar que por meio da classificação climática de Köppen é possível uma melhor representação cartográfica, além de apresentar uma melhor compreensão por parte dos leitores. A classificação climática de Strahler é mais atual, utiliza os princípios da dinâmica da atmosfera e explica as gêneses, mas sua representação é um pouco complicada devido ao fato do dinamismo e também a falta de dados. Com isso, tem-se que a classificação climática de Köppen pode ser, como tem sido, utilizada nos dias atuais e ser complementada com a de Strahler, no aspecto de fornecer a circulação atmosférica para a área a ser estudada.

#### **4.5. Thornthwaite e um primeiro subsídio ao zoneamento agroclimático**

Monteiro (1976, p. 27) aponta que,

“a ação climática, como mecanismo de regulação temporal da produção agrícola, manifesta-se em qualquer dos níveis de abordagem em que se desdobra a análise de relações entre o potencial oferecido pelo espaço ecológico e a rentabilidade da produção.”

Assim, por meio da classificação climática de Thornthwaite pode ser apresentado um primeiro subsídio para um zoneamento agroclimático.

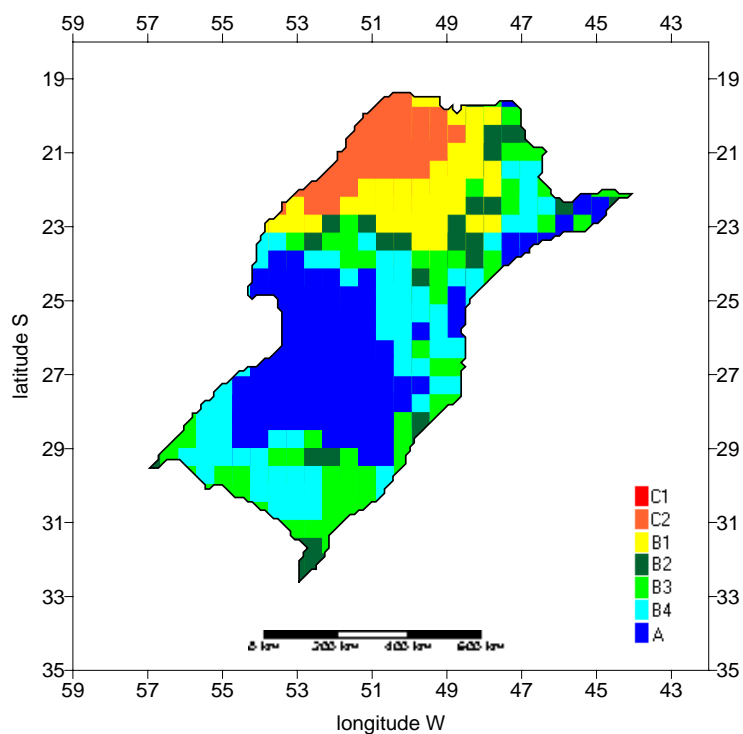
Como se sabe, a atuação do clima nas atividades agrícolas é notável, pois as plantas exigem certas quantidades de água e calor durante o seu crescimento, diferenciadas segundo as fases e as culturas. Assim, segundo Pitton (1985, p. 01), *“para compreender as diferenças existentes entre as diversas culturas nas diferentes partes do globo, é necessário ter um conhecimento, embora sumário, de como se define o clima”*.

Por meio da classificação climática de Thornthwaite, que utiliza o balanço hídrico, tem-se uma visão geral das condições hídricas sobre uma área. Pode-se, assim, adequar uma área para certos cultivos, estabelecendo uma relação entre clima e produtividade agrícola.

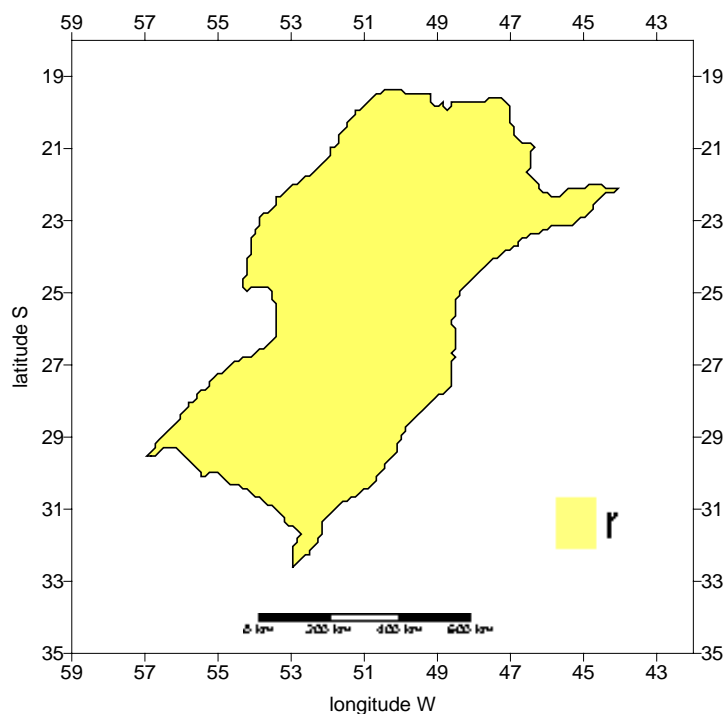
O balanço hídrico é importante, de acordo com Pinto (2002), porquanto considera a água do solo como uma grandeza contabilizável e confronta dois elementos climáticos contrários: a precipitação pluvial que representa o acréscimo de umidade no solo e a evapotranspiração, que assinala o débito potencial de umidade.

Para tanto serão apresentados quatro mapas que representam respectivamente as quatro chaves da classificação de Thornthwaite do período da série temporal, ou seja, 1950-1999.

A Figura 34 apresenta a primeira chave da classificação que é obtida através do critério da adequação da umidade, representada pelos valores do índice efetivo de umidade.



**Figura 34.** Representação da primeira chave, obtida pelo índice efetivo de umidade, da classificação climática de Thornthwaite (1950-1999).



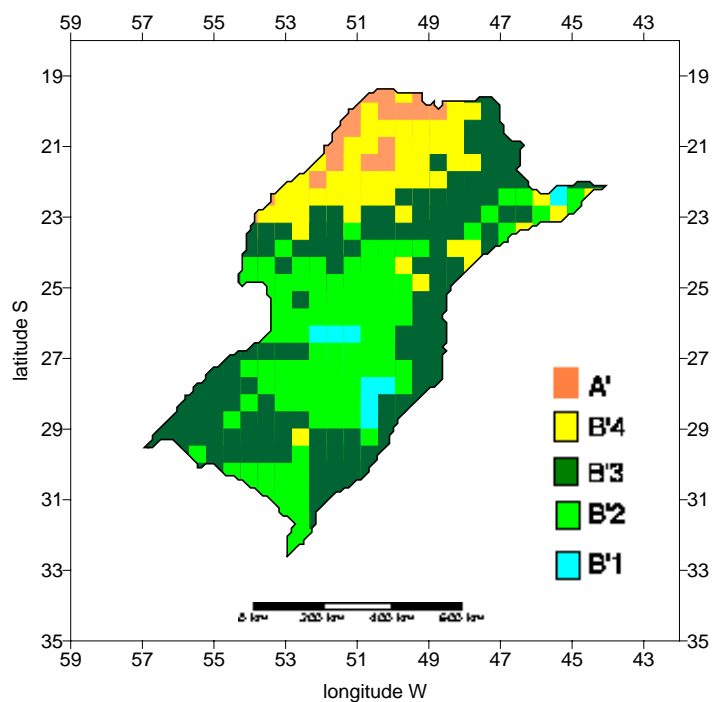
**Figura 35.** Representação da segunda chave, obtida pela distribuição sazonal da umidade, da classificação climática de Thornthwaite (1950-1999).

É possível observar que não há a presença de tipos secos em toda a área do nosso estudo; o que ocorre é uma variação de acordo com os índice citado. Tem-se a presença do tipo A, o mais úmido, no litoral paulista e em grande parte do interior da Região Sul. Já o sub-úmido – C<sub>2</sub> é encontrado no oeste e norte do estado de São Paulo.

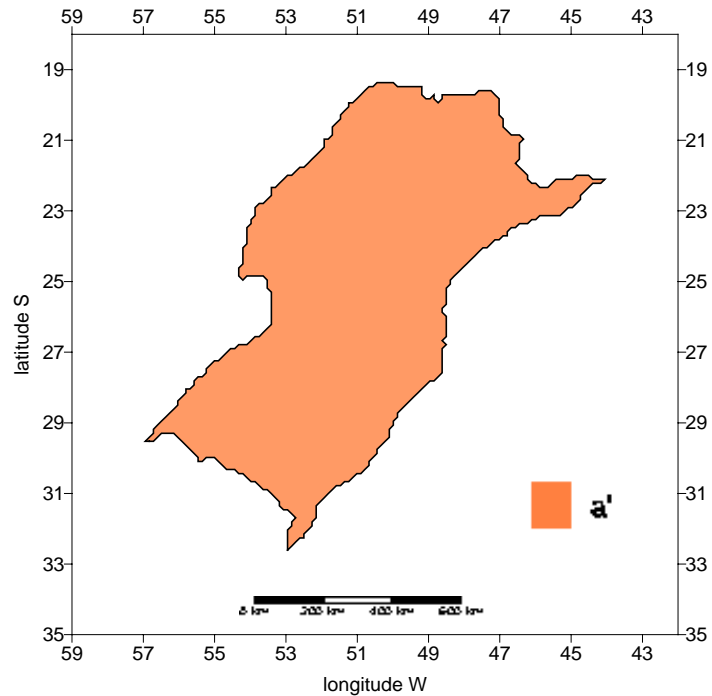
A Figura 35 ilustra a segunda chave da classificação, obtida por meio da distribuição sazonal da umidade. Em toda a extensão da área de estudo, no período 1950-1999, tem-se a presença da letra "r", que significa pequena deficiência de água no decorrer do ano todo. Esta informação, devido os dados do período da média, mascara um pouco a realidade pelo fato de no inverno, por exemplo no oeste paulista, há uma marcante diminuição da presença de água no solo. O ideal seria a apresentação do balanço hídrico, mas não foi possível a sua representação devido ao fato de existir vários pontos e a série de 50 anos. Embora não demonstrando a variabilidade da deficiência e do excesso de água, foi a melhor maneira de representar esta letra, já que seria igual na representação dos tipos mais freqüentes.

A terceira chave da classificação está representada na Figura 36. Esta chave é obtida pela eficiência térmica que é determinada pela evapotranspiração potencial anual.

É possível observar a presença de cinco tipos na área de estudo: o A' – megatérmico (ETP anual maior que 1140), o B'4 – mesotérmico (ETP anual entre 997-1140), o B'3 – mesotérmico (ETP anual entre 855-997), o B'2 – mesotérmico (ETP anual entre 712-855) e B'1- mesotérmico (ETP anual entre 570-855).



**Figura 36.** Representação da terceira chave, determinada pela evapotranspiração potencial anual, da classificação climática de Thornthwaite (1950-1999).



**Figura 37.** Representação da quarta chave, obtida de acordo com a concentração da evapotranspiração potencial no verão, da classificação climática de Thornthwaite (1950-1999).

A Figura 37 apresenta a quarta chave da classificação. É obtida por meio da concentração da evapotranspiração potencial no verão. Em toda a área do estudo e no período da média 1950-1999, é possível verificar a presença do a' que significa um índice abaixo de 48% da ETP acumulada no verão.

A baixa concentração de evapotranspiração potencial (ETP) no verão consiste no fato da rápida dispersão da ETP, ou seja, devido as altas temperaturas a ETP acontece rapidamente.

## 5. CONCLUSÃO

Por meio deste trabalho, foi possível constatar algumas considerações:

- as classificações climáticas de Köppen e de Thornthwaite variam de ano a ano, ressaltando que o clima é dinâmico;
- a classificação climática de Thornthwaite detecta as pequenas variações espaciais climáticas com mais eficiência do que a classificação de Köppen;
- o estado de São Paulo é o que apresenta maior variação nos tipos climáticos em ambas as classificações. Como se sabe, isso ocorre devido a sua localização geográfica em uma área de transição climática entre os sistemas tropicais e os polares;
- utilizando a classificação de Thornthwaite todos os estados da área do estudo apresentam variabilidade nos tipos climáticos, mesmo que sejam em diferentes níveis;
- utilizando o método de Köppen, podemos verificar que os tipos climáticos representados no mapa da série temporal do estudo (1950-1999) não são exatamente os mesmos encontrados no mapa dos tipos climáticos mais freqüentes devido ao fato de se trabalhar

com o período das médias utilizado, pois os dados se mesclam e ficam diferentes do período de ano a ano, de onde foram retirados os tipos climáticos mais freqüentes;

- utilizando o método de Thornthwaite, o mapa da representação do período também não é exatamente o mesmo do mapa que representa os tipos climáticos mais freqüentes;
- as representações de ambas as classificações e em todos os períodos das médias, apresentam diferenças na apresentação dos tipos climáticos;
- existem grandes divergências nos mapas de classificação climática encontrados nos livros didáticos;
- a maioria dos livros didáticos não trazem a fonte dos mapas utilizados para representar a classificação climática;
- há uma necessidade indiscutível de uma revisão e um aperfeiçoamento no capítulo destinado ao clima nos livros didáticos analisados, cabe observar se os livros mais recentes também apresentam os problemas apontados e ver como estão na avaliação do PNLD e do guia do professor;
- os livros de Antunes e Simões (1985) e Adas (1985) foram os livros didáticos que melhor representaram a comparação entre as classificações climáticas com a obtida deste estudo;
- a classificação climática de Köppen e de Strahler apontam algumas divergências mas na essência apresentam algumas similaridades; e
- há necessidade de melhorar o estudo em relação a representação do balanço hídrico para melhor contribuição ao zoneamento agroclimático, já que em duas das representações não foi possível demonstrar as variações existentes.

Como sugestão para futuros trabalhos fica a extrema necessidade de uma melhor revisão em um número maior de livros didáticos buscando um



tipo de homogeneidade no que diz respeito a classificação climática e suas características. Também há a necessidade de um aprofundamento no que diz respeito ao zoneamento agroclimático e a contribuição que a classificação climática pode dar.

## 6. BIBLIOGRAFIA

### 6.1. Referências bibliográficas

ADAS, M. *Panorama geográfico do Brasil*. São Paulo: Moderna, 1985.

ANTUNES, C.; SIMÕES, E. *Curso de Geografia do Brasil*. São Paulo: Harper & Row do Brasil Ltda, 1985.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1986.

BELTRAME, Z. V. *Geografia do Brasil: 2º grau*. São Paulo: Ática, 1983.

BERNARDES, L. M. C. Clima do Brasil. In: *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, vol. 9, nº 103, 1951.

DRAENERT, F. M. *O Clima do Brasil*. Rio de Janeiro: Typographia Carlos Schmidt, 1896.

GRISOLLET, H.; GUILMET, B.; ARLÉRY, R. *Climatologie: Méthodes et Pratiques*. França: Imprimerie Louis-Jean, 1973, 3ª ed.

<http://climate.geog.udel.edu>.

KOEPPEL, W. *Climatologia*. México: Fondo de Cultura Económica, 1948, 3ª ed.

LUCCI, E. A. *Geografia Geral: 2º grau*. São Paulo: Saraiva, 1982.

MALUF, J. R. T. *Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul*. In: REVISTA BRASILEIRA DE AGROMETEOROLOGIA. Universidade

Federal de Santa Maria, Departamento de Fitotecnia, v. 8, n. 1, 2000.

MONTEIRO, C. A. F. *De Tempos e Ritmos: entre o Cronológico e o Meteorológico para a Compreensão Geográfica dos Climas*. In: GEOGRAFIA editada pela Associação de Geografia Teórica. Rio Claro, SP: AGETEO, v. 26, n. 3, 2001.

MOREIRA, I. A. G. *O espaço geográfico: geografia geral e do Brasil*. São Paulo: Ática, 1979.

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

OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.

PÉDELABORDE, P. *Introduction a l'étude scientifique du clima*. SEDES, Paris, 1970.

PEIXOTO, A. Climas do Brasil. In: *Congresso Brasileiro de Geografia*, Florianópolis, Anais. Rio de Janeiro: CNG/IBGE, 1942.

PEREIRA, D. A. C., SANTOS, D., CARVALHO, M. B. de *Geografia: ciência do espaço: o espaço brasileiro*. São Paulo: Atual, 1988.

PINTO, J. E. S. de S. O clima local de Aracajú – SE. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (org.) *O clima das cidades brasileiras*. Presidente Prudente: [s.n.], 2002.

PITTON, S. E. C. *Análise de sistemas de organização climática do espaço*. Rio Claro: [s.n.], 1985.

SANT'ANNA NETO, J. L. *História da Climatologia no Brasil: gênese, paradigmas e a construção de uma geografia do clima*. Presidente Prudente: [s.n.], 2001.

SEREBRENICK, S. Classificação meteorológica dos climas do Brasil. In: *Congresso Brasileiro de Geografia*, Florianópolis, Anais. Rio de Janeiro: CNG/IBGE, 1942.

STRAHLER, A.N. & STRAHLER, A. H. *Geografia Física*. Barcelona. Libergraf,

S.L., 1989.

THORNTHWAITE, C. W. *An approach towards a rational classification of climate*. Geog. Rev., 38: 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. *The water balance*. Publications in Climatology, vol. 8, n. 1, Laboratory of Climatology, Centerton, New Jersey, 1955.

TOMMASELLI, J. T. G. *Planilha eletrônica básica para o cálculo da evapotranspiração potencial, conforme o método de Thornthwaite (1948) e do balanço hídrico seriado, segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955)*. Presidente Prudente: [sn], 2003.

TOMMASELLI, J. T. G. *Planilha eletrônica para a definição das médias*. Presidente Prudente: [sn], 2003.

TOMMASELLI, J. T. G. *Planilha eletrônica para a execução da classificação de Köppen*. Presidente Prudente: [sn], 2003.

TOMMASELLI, J. T. G. *Planilha eletrônica para a execução da classificação de Thornthwaite*. Presidente Prudente: [sn], 2003.

VESENTINI, J. W. *Brasil: Sociedade e Espaço*. São Paulo: Ática, 1994.

VIANELLO, R.L. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1991.

## **6.2. Leituras complementares**

ADAS, M. *Geografia: noções básicas*. São Paulo: Moderna, 1997, v.1.

ANDRADE, M. C. de. *Caminhos e descaminhos da geografia*. Campinas, SP: Papirus, 1989.

AZEVEDO, A. *Geografia física*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1953.

BERNARDES, N. *Geografia*. Rio de Janeiro: Linceu, 1980.

BIROT, P. *Tratado de Geografia Física General*. Barcelona: Vicens-Vives, 1962.

BOLETIM CLIMATOLÓGICO. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, 1997, ano 02, n. 03.

FINCH, V. C. & TREWARTHA, G. T. *Geografía Física*. México: Fondo de Cultura Económica, 1954.

FORSDYKE, A. G. *Previsão do Tempo e Clima*. Série Prisma, 1975.

FOUCAULT, A. *O Clima – História e devir do meio terrestre*. Instituto Piaget, 1993.

GALVÃO, M. V. *Atlas Nacional do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE - Conselho Nacional de Geografia, 1996.

GARCIA, H. C.; GARAVELLO, T. M. *Geografia do Brasil: dinâmica e contrastes*. São Paulo: Scipione, 1995.

GARCÍA, F. F. *Manual de Climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación*. Madrid: Sintesis, 1996.

GRIFFITS, J. F. *Applied Climatology: an introduction*. Oxford, 1976.

JURCA, J. *Contribuição ao zoneamento agroclimático no estado de São Paulo por meio das classificações climáticas*. 2001. Monografia – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

MARIANO, Z. F. *Variação temporal do balanço hídrico e do clima, de acordo com os critérios de Köppen (1918) e Thornthwaite (1948), na região de Piracicaba-SP*. Piracicaba, 1998. 90p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MONTEIRO, C. A. F. *A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil: contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil*. São Paulo: IGEOG/USP, 1969. (Série Teses e

Monografias, 01)

MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e clima urbano*. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. (Série Teses e Monografias, 25)

MONTEIRO, C. A. F. *O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo: problemas e perspectivas*. Série Teses e Monografias, São Paulo: USP, IGEOG, n. 28, 1976.

MOREIRA, I. *Geografia Nova: o espaço do Homem*. São Paulo: Ática, v. 1, 1993.

MORIZE, H. *Contribuição ao estudo do clima do Brasil*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1927.

*Resumos*. 2º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Presidente Prudente, 1996.

SANJAUME, María Sala & VILLA NUEVA, Ramon J. Batalla. *Teoría y Métodos en Geografía Física*. Madrid: Síntesis, 1996.

SUDO, H. *Bacia do Alto Santo Anastácio*. São Paulo, 1980. Tese de Doutorado - Departamento de Geografia da FFLCH, Universidade de São Paulo.

SUDO, H. *Metodologia de Classificações Climáticas*. In: Boletim do Departamento de Geografia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Presidente Prudente. n. 4, 1972.

TOMMASELLI, J. T. G. *Deficiências Hídricas no solo e épocas de plantio de milho (zeamays) em Cambará e Londrina – PR*. Piracicaba, 1992. Dissertação – ESALQ, Universidade de São Paulo.

TUBELIS, A. *Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras*. São Paulo: Nobel, 1980.

VESENTINI, J. W.; MARTINS, D.; PÉCORA, M. *Vivência e construção: História e Geografia*. São Paulo: Ática, 2000, v. 4.