

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS – CFH  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ESTUDOS PRELIMINARES SOBRE O CAMPO TÉRMICO DE JOINVILLE, SC

Autor : Alessandro Barbosa

Orientadora: Dr. Magaly Mendonça

Joinville

2009

ALESSANDRO BARBOSA

Dissertação apresentada a  
Universidade Federal de  
Santa Catarina como  
requisito para obtenção do  
título de Mestre em  
Geografia.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma ajudaram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

- À minha orientadora, Magaly Mendonça, pela paciência e persistência;
- Ao meu amigo Celso Vãos Vieira, companheiro das viagens, aulas e dias de surf;
- Ao amigo Rogério dos Passos, pela ajuda na flexibilidade dos horários e apoio incondicional;
- A UNIVILLE, pelo apoio financeiro e logístico;
- Ao amigo Ayres José Lima Mendes, pela ajuda na concepção dos aparatus de campo;
- Aos companheiros da Área de Laboratórios da UNIVILLE, Darlei Pandini, Mauri Federizzi, Luís Romão, Kleber, enfim, do melhor setor de se trabalhar na instituição;
- Ao Departamento de Geografia da UNIVILLE, e todos os seus professores;
- Ao Departamento de Engenharia Ambiental da UNIVILLE, e todos os seus professores;
- Aos colegas da turma de mestrado e companheiros de IEGA;
- As pessoas que ajudaram nos trabalhos de campo;
- Ao amigo Reginaldo Carvalho pelas aulas de Idrisi nas horas de desespero, e
- As duas pessoas mais importantes da minha vida, minha mãe Mardelor Kanzler Barbosa, e meu pai, Marcio Norberto Barbosa.

## RESUMO

Neste trabalho procurou-se analisar por meio de imagens de satélite e dados de campo, a ocorrência do fenômeno de ilhas de calor na cidade de Joinville. As imagens analisadas correspondem a períodos distintos a fim de demonstrar a ocorrência do fenômeno em diferentes épocas do ano.

Apresentou-se uma caracterização climática da área de estudo, considerando-se para tal os sistemas atuantes na região, a época do ano de ocorrência e os tipos de tempo dominantes.

As regiões onde constatou-se a ocorrência do fenômeno de ilhas de calor foram interligadas com o mapeamento do uso do solo e com modelo de produção na região, com isso demonstrou-se que a ocorrência do fenômeno está ligada principalmente a atividades de indústrias termotécnicas localizadas em Joinville.

O levantamento da ocorrência de ilhas de calor visa subsidiar projetos que tenham como objetivo a minimização deste efeito, melhorando assim a qualidade de vida nas cidades.

# SUMARIO

INTRODUÇÃO .....	10
Objetivo Geral.....	14
Objetivos Específicos .....	14
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
1.1 A Gênese dos Estudos de Clima Urbano .....	15
1.2 Estudos de Ilhas de Calor Através de Imagens de Satélite .....	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	25
4.1 Escolha e Montagem do banco de dados e Mapa de Uso da Terra .....	25
4.2 Tratamento e Classificação das Imagens Landsat .....	27
4.3 Classificação das Bandas Termiais .....	31
4.4 Tratamento dos dados meteorológicos .....	32
2-CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	36
2.1-ASPECTOS HISTÓRICOS DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE .....	38
2.2 A EVOLUÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE .....	40
2.3 ASPECTOS FÍSICOS DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE .....	48
3 DINÂMICA DO CLIMA REGIONAL .....	52
3.1 Caracterização do Clima Regional .....	55
3.2 Insolação .....	56
3.3 Umidade Relativa .....	57
3.4 Temperaturas.....	59
3.5 Pluviometria .....	61
3.6 Ventos .....	68
5. Resultados e Discussões.....	70

5.1 Análise dos Dados de Campo.....	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Atuação do clima urbano na atmosfera segundo OKE (1973).....	17
Figura 2 – Sistema clima urbano .....	19
Figura 3 – Abrigos de coleta em campo.....	34
Figura 4 – Localização dos pontos de coleta em campo.....	35
Figura 5 – Localização da área de estudo.....	37
Figura 6 – Expansão urbana do município de Joinville.....	40
Figura 7 – Mapa de uso do solo da cidade de Joinville.....	42
Figura 8 – Mapa dos bairros de Joinville.....	47
Figura 9 – Distribuição da densidade da População de Joinville.....	47
Figura 10 – seqüência de imagens 3D feitas com a fusão das bandas 3(R)4(G)5(B) da imagem Landsat 5 de julho de 2000.....	50
Figura 11 – Mapa hipsométrico da região de Joinville.....	51
Figura 12 - Frente fria atuando sobre o Estado.....	52
Figura 13 - Atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).....	53
Figura 14 – Atuação do complexo convectivo de mesoescala.....	55
Figura 15 – Classificação de Köppen.....	56
Figura 16 – Distribuição da insolação no Estado.....	57
Figura 17 – Distribuição da Umidade no Estado.....	58
Figura 18 – Distribuição das temperaturas no Estado.....	61
Figura 19 – Distribuição da precipitação no Estado.....	62
Figura 20 – Localização das áreas maior temperatura nos anos de 2002 e 2005.....	73
Figura 21 – Ocorrência de sistemas atmosféricos setembro de 2002 (acima) e setembro de 2005 (abaixo).....	75
Figura 22 – Identificação de ilhas de calor no ano de 2007.....	76
Figura 23 – Ocorrência de Sistemas meteorológicos em julho de 2007.....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferenças entre áreas urbanizadas e naturais.....	16
Tabela 2 – Modelos de dado e planos de informação do projeto.....	26
Tabela 3 – Dados das imagens utilizadas.....	31
Tabela 4 – População do Município de Joinville.....	43
Tabela 5 – Taxa de Crescimento Populacional.....	45
Tabela 6 – Anos de ocorrência do fenômeno Enso.....	65
Tabela 7 – Dados de temperatura dos dias de passagem do satélite.....	78



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias de umidade relativa.....	59
Gráfico 2 – Médias de temperatura.....	60
Gráfico 3 – Totais de precipitação e dias de chuva em Joinville.....	63
Gráfico 4 – Distribuição da precipitação entre os anos de 1962 e 1968 (acima) e entre os anos de 1953 e 1968 (abaixo).....	64
Gráfico 5 – Distribuição da precipitação entre os anos de 1979 e 1998 (esquerda) e entre os anos de 1962 e 1999 (abaixo).....	67
Gráfico 6 – Distribuição da precipitação entre os anos de 1946 e 1999.....	68
Gráfico 7 – Média anual de velocidade dos ventos, estação São Francisco do Sul.....	69
Gráfico 8 – Temperaturas coletadas em campo no dia 15 /11/2008.....	79
Gráfico 9 – Temperatura na estação meteorológica UNIVILLE.....	81

## INTRODUÇÃO

As cidades representam o novo habitat do homem. A tendência do homem de viver em grandes centros que concentram as relações econômicas e sociais tem criado durante o desenvolvimento da humanidade a formação de aglomerados urbanos, densamente edificadas e impermeabilizadas, e uma modificação drástica das características naturais do espaço. A energia oriunda das relações no interior dos centros urbanos (chamada de energia antropogênica) atua diretamente sobre a atmosfera da cidade e indiretamente sobre o ambiente circundante.

Cabe a Geografia, ciência que tem como o objetivo o entendimento do espaço e das relações sócio-espaciais, a análise dos processos antropogênicos e suas relações com as anomalias geradas nos padrões climáticos da cidade. O geógrafo trata a cidade como um fato geográfico modificador das relações entre homem e natureza, em função da atribuição de valor ao espaço, estipulado pelo modo de produção.

A urbanização altera a ecologia das cidades, desenvolvendo assim uma sobrecarga do ambiente natural devido a modificação nos padrões de produção de energia, causado pelas relações sócio-econômicas. Este processo é maior nas cidades de crescimento rápido. Com a aceleração da urbanização, e por consequência o aumento das construções e diminuição das áreas preservadas, ocorre uma diferença significativa nos padrões climáticos entre às áreas circunvizinhas.

Forma-se então o que se conhece como clima urbano, um dos fenômenos resultantes da transformação do espaço natural. Um meio onde a energia recebida não é mais apenas da radiação solar, mas que soma-se a energia resultante dos processos dinâmicos que ocorrem no interior dos centros urbanos, seja o calor expelido pelas atividades industriais, tráfego de

carros ou mesmo a energia da concentração de grande número de pessoas, enfim, fala-se aqui sobre o resultado energético das relações antrópicas, a energia antropogênica.

Landsberg (1965) demonstra diferenças significativas entre o clima da cidade e áreas rurais, mostrando de forma bastante clara a ação do homem sobre o clima urbano.

Se analisarmos a relação entre a energia antropogênica e a atmosfera de um ponto de vista geográfico e não apenas técnico, que visa à explicação do fenômeno físico sem considerar a intervenção humana, como enfatiza Oke (1973), podemos demonstrar uma relação sistêmica. Portanto, para o geógrafo a análise geossistêmica deve ser utilizada para o entendimento das trocas de energia dentro da cidade e de sua atmosfera.

Com base nisso, no ano de 1976 foi proposta a teoria Sistema Clima Urbano, formulada pelo Professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, tema abordado em sua tese de livre docência. Nesta obra, considera que a urbanização de um determinado espaço terrestre em conjunto com o clima desta região formam um sistema peculiar. Este ambiente demonstra-se um sistema aberto, de interações geológicas e da topografia urbana que em suas relações, pode apresentar harmonia ou conflito, idealizando um novo ritmo climático ao outrora ambiente primitivo.

O clima urbano é um mesoclima inserido em um macroclima com influências microclimáticas perto do solo. Portanto é resultado da ação da urbanização sobre um dado espaço terrestre, é a interação entre a ação ecológica natural e os fenômenos urbanos. Sendo assim, as cidades tem o poder de apresentarem uma característica climática que pode diferir da classificação da região do globo onde está localizada (Lombardo, 1985).

As ilhas de calor formam-se pela ação da radiação solar que aumenta a temperatura do solo desnudo. A ausência da vegetação resulta em menor proteção do solo e o aumento de áreas cimentadas e construções verticais atuam sobre a retenção de umidade, diminuindo o efeito de esfriamento por evaporação (Lombardo, p. 77, 1985).

As ilhas de calor devem ser objetos de estudos do clima urbano, sendo a fiel representação da ação da urbanização sobre a superfície e a atmosfera. Pois a ação da energia antropogênica ou seja, o calor emitido pela ação humana, altera os padrões de temperatura (Lombardo 1985).

Mudanças significativas nos padrões de temperatura e concentração de poluentes na atmosfera estão ligados ao processo de urbanização. Tais processos podem ser relacionados também a formação de ilhas de calor urbanas, que se caracterizam por áreas onde a temperatura da superfície é mais elevada do que as áreas circunvizinhas (Sabins, 2000).

Em alguns casos a cidade produz efeitos térmicos de irradiação mais intensos do que os produzidos nos desertos, as superfícies cimentadas e asfaltadas da cidade possuem uma capacidade de retenção e condução de calor maior que a areia.

A cidade de Joinville destaca-se por ocupar a posição de município mais populoso do Estado de Santa Catarina, e também por possuir um considerável pólo industrial, principalmente nos setores de fundição e têxtil. A junção destes dois fatores indica uma probabilidade de formação de ilhas de calor em seu centro urbano, pois além da energia antropogênica gerada pelo cotidiano de trocas de calor entre os corpos e as emissões de automóveis, também tem a energia do setor industrial, gerada através da emissão de calor produzido pelos processos industriais.

Por este motivo entende-se que o mapeamento de tais áreas é relevante para futuros estudos e planejamentos necessários para a melhoria da qualidade de vida do cidadão.

Realizou-se portanto este trabalho com o objetivo de conhecer como caracteriza-se o campo térmico da cidade de Joinville, a fim de poder mapear as áreas de possível ocorrência de fenômenos de ilhas de calor.

No primeiro capítulo abordou-se a gênese dos estudos sobre clima urbano, as teorias e estudos já realizados, as pesquisas em campo e a utilização de imagens de satélite para o reconhecimento da ocorrência de tal fenômeno.

No segundo capítulo foi caracterizada a área de estudo, sua localização, história, evolução urbana e aspectos físicos.

No terceiro capítulo abordou-se uma caracterização do clima da área de estudo, relacionando os principais sistemas atuantes no Estado com o comportamento climático da área de estudo

No quarto capítulo explica-se a forma com que foi realizada a pesquisa, demonstrando os métodos e os materiais utilizados tanto nas pesquisas de campo quanto nas análises de imagens de satélite.

E por fim, no quinto capítulo são demonstrados e discutidos os resultados encontrados.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram estabelecidos os seguintes objetivos

## **OBJETIVO**

- Analisar o campo térmico do município de Joinville

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar a ocorrência do clima urbano na cidade de Joinville
- Identificar padrões de uso da terra que favorecem a caracterização do clima urbano
- Analisar a distribuição das ilhas ou arquipélagos de calor em função da situação sinótica
- Correlacionar o clima regional com o clima urbano
- Analisar as condicionantes geoecológicas e urbanas na configuração do clima urbano de Joinville, visando subsidiar o planejamento do crescimento da cidade com base na qualidade de vida de seus habitantes.

# 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 A Gênese dos Estudos de Clima Urbano

Conceitua-se a atmosfera como um envoltório gasoso preso a Terra pela ação da gravidade e formada por uma mistura de diferentes gases e distribuída em três camadas básicas, a troposfera, a estratosfera e a ionosfera.

Na troposfera é onde se sucedem os eventos que configuram os diferentes climas encontrados no planeta. Esta dinâmica climática é influenciada por fatores astronômicos (radiação solar ou movimentos de rotação), geográficos (latitude, longitude e altitude) e biogeográficos.

Na sistematização do estudo do clima, o conceito que parece ter demonstrado uma maior importância é a teoria rítmica que introduz o conceito de ritmo e sucessão dos eventos climáticos. Tal teoria relata que os eventos ocorrem de uma forma ritmada pelos fluxos atmosféricos, conceito este que pode ser derivado de estudos que demonstram um ritmo nos eventos naturais, mesmo em outras áreas de estudo (SORRE, 1951).

A transformação dos biomas e o crescimento das aglomerações urbanas têm demonstrado uma mudança significativa nos padrões ambientais e por consequência uma mudança nos padrões climáticos principalmente nas grandes cidades.

A interação entre a troposfera e a cidade se configura como uma nova visão de estudo da climatologia geográfica, que tem como objetivo o estudo das relações entre o meio e a sociedade e as modificações causadas nesta relação. Um novo vetor, a energia produzida pelas inter-relações da sociedade organiza um novo sistema, o clima urbano.

Como clima urbano entende-se o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização, porém este não se configura como um sistema isolado, pois sofre influências do clima regional. As modificações de superfície e de materiais das cidades atuam sobre os parâmetros de absorção e de condutividade térmica, influenciando assim nas trocas de energia. A estes processos, soma-se a produção de energia antropogênica e do sistema de produção, com a emissão de poluentes através das indústrias, carros e equipamentos de exaustão. (LANDSBERG, 1970).

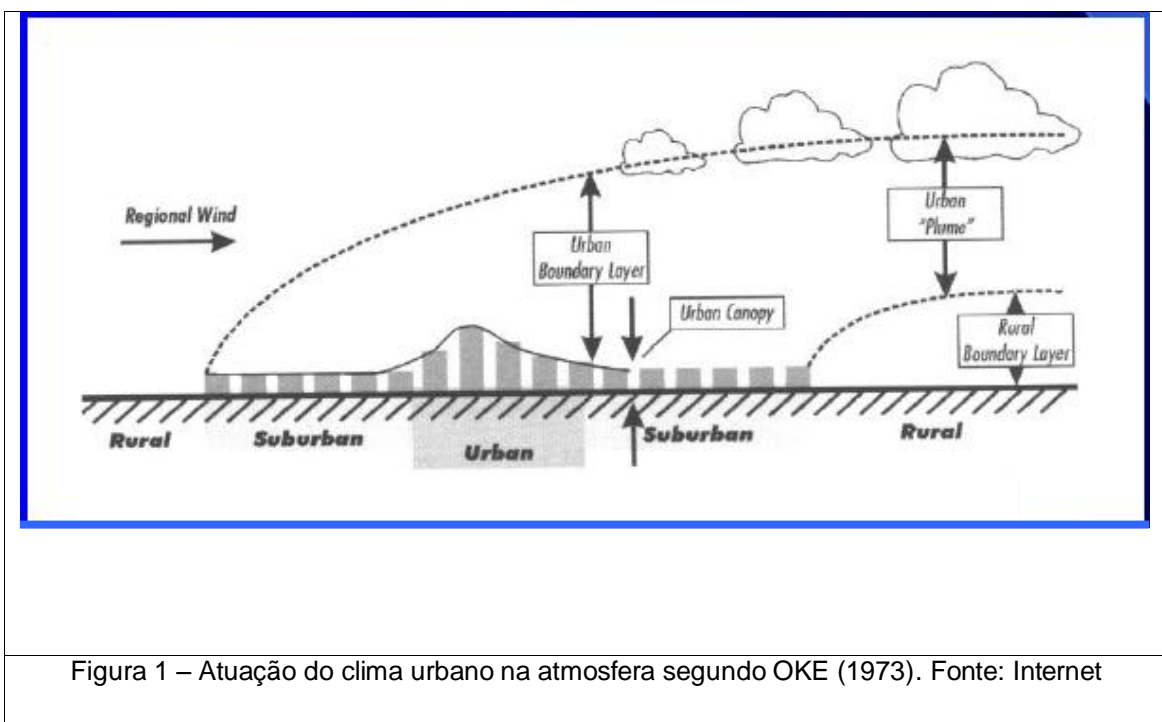
Landsberg (1970), demonstra na tabela 1 a diferença entre os parâmetros de radiação, temperatura, umidade relativa, nebulosidade, precipitação e velocidade dos ventos em áreas urbanizadas e áreas com verde preservado, salientando com os resultados as diferenças ocasionadas pela diferença de superfície.

Radiação	
Total de insolação	15-20% menor
Ultravioleta (inverno)	30% menor
Ultravioleta (verão)	5% menor
Horas de insolação	5 a 10% menor
Temperatura	
Média anual	0,5 a 1,0°C superior
Mínima de inverno	1,0 a 2,0°C superior
Umidade Relativa	2 a 3% menor
Nebulosidade	
Cobertura de nuvens	5 a 10 maior
Nieblas invernales	100% maior
Nieblas estivales	30% maior
Precipitação	
Quantidade total	5 a 10% maior
Nevadas	5% menor
Material particulado	10 vezes maior
Contaminantes gasosos	5 a 25 vezes maior
Velocidade do vento	
Média anual	20 a 30% inferior
Rajadas violentas	10 a 20% inferior
calmarias	5 a 20 inferior
Tabela 1 – Diferenças em áreas urbanizadas. Fonte: Strahler & Strahker(2000)	

Oke (1973) desenvolveu um modelo de estudos do clima urbano onde considera as diferenças topoclimáticas, envolvendo em sua concepção a Urban Canopy Layer e a Boundary Layer (figura 1), demonstrando a camada limítrofe da atmosfera sobre a cidade diretamente influenciada pela malha urbana.



Porém, suas pesquisas tinham como objetivo um caráter mais físico dos fenômenos atmosféricos ocorrentes na cidade e sua modelagem. Conclui que o clima da cidade é produto de um fenômeno de transformação de energia, a partir da interação entre o ar atmosférico e o ambiente urbano construído. A diferença principal entre os fenômenos térmicos rural e urbano está na repartição entre fluxos turbulentos de calor sensível e latente no balanço energético, o que evidenciou o papel da geometria urbana e dos materiais das superfícies urbanas. Além disto, determinou que as variáveis da forma urbana estão diretamente relacionadas ao processo de alterações climáticas, apontando as possibilidades de modelos preditivos do comportamento térmico das áreas urbanas.



Os parâmetros demonstrados na tabela 1 atuam em consonância com a teoria formulada por Monteiro (1976) em sua tese de livre docência, que toma como base os canais de percepção humana sobre conforto térmico, qualidade do ar e efeitos meteóricos. Para Monteiro (1976), tais condições são dependentes uma da outra e a alteração de alguns desses parâmetros resultará na mudança de outro e assim por diante. Tal fator atuará sobre a qualidade ambiental de vivência dos centros urbanos e estará relacionado

diretamente com a capacidade produtiva de calor da cidade ou de áreas dentro da cidade, as ilhas de calor.

Monteiro (1976), discute uma teoria do SCU (Sistema Clima Urbano), segundo ele o clima da cidade admite uma visão sistêmica, com vários graus de hierarquia funcional, e diferentes níveis de resolução (figura 2). Trata-se de um modelo descritivo, a partir de canais de percepção humana: conforto térmico (resolução termodinâmica), qualidade do ar (resolução físico-química) e impacto meteórico (precipitações).

O modelo proposto por Monteiro (1976) destaca as mudanças que ocorrem no sistema atmosfera-cidade, demonstrando as interações entre os três canais de percepção. Qualquer maior emissão de energia dentro do sistema irá desencadear uma resposta do meio natural, através dos efeitos hidrometeóricos, concentração de poluição ou então em mudanças significativas do conforto térmico.

Subsistemas Canais  Caracterização	I Termodinâmico	II Físico-Químico	III Hidrometeorológico
	Conforto térmico	Qualidade do ar	Impacto meteorológico
Fonte	Atmosfera Radiação Circulação horizontal	Atividade urbana Veículos auto- motores Indústrias Obras-Limpeza	Atmosfera Estados especiais (desvios rítmicos)
Trânsito no sistema	Intercâmbio de operador e operando	De operando ao operador	Do operador ao operando
Mecanismo de ação	Transformação no sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema
Projeção	Interação Núcleo ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódico (eventual)
Observação	Meteorológica especial (T. de campo)	Sanitária e Meteorológica especial	Meteorológica Hidroológica (T. de campo)
Correlações disciplinares e tecnológicas	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia sanitária	Engenharia sanitária e Infra estrutura urbana
Produtos	"Ilha de Calor" Ventilação Aumento de precipitação	Polluição do ar	Ataques à Integridade Urbana
Efeitos diretos	Desconforto e redução do desempenho humano	Problemas sanitários Doenças respiratórias, oftalmológicas etc.	Problemas de circulação e comunicação urbana
Reciclagem adaptativa	Controle do uso do solo Tecnologia de conforto habitacional	Vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infra estrutura urbana e regularização fluvial, uso do solo
Responsabilidade	Natureza e Homem	Homem	Natureza

Figura 2 – Sistema clima urbano – característica de interação entre subsistemas e canais de percepção humana segundo Monteiro (1976). Fonte: Internet

Para Monteiro (1976) a pesquisa do clima da cidade implica obrigatoriamente em observação fixa permanente, bem como em trabalho de campo com observações móveis episódicas. O modelo relaciona as características da forma urbana que condicionam o clima local às configurações do campo térmico urbano, nas suas dimensões temporais e espaciais. A análise rítmica das sucessões dos elementos climáticos diários torna-se imprescindível para a caracterização climática, baseando-se em conceitos dinâmicos/sistêmicos, demonstrando de uma forma mais próxima da real, a interação entre os diversos fatores e sua ocorrência histórica. Cria então subsídios para uma possível atuação futura deste fenômeno.

A análise rítmica foi adotada por Carlos Augusto Figueiredo Monteiro como demonstrado em seu trabalho *Clima e Excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico* (1991). Nesta obra, contesta teorias como a de Curry (1963) que coloca o clima como algo teórico, não um fato, sendo resultado dos objetivos, critérios e dados utilizados pelo pesquisador. Desta forma critica as diferentes classificações estipuladas dentro de uma mesma região.

O estudo fragmentado do clima, ou seja a tentativa de caracterizar regiões climaticamente homogêneas apenas gera diferentes classificações. A utilização de médias nas análises climáticas escondem as oscilações de elementos do clima como máximas e mínimas e generalizam os resultados padronizando-os em médias que normalmente expressam apenas uma oscilação normal entre as estações do ano. O resultado de tal metodologia leva a uma análise generalizadora de climas, que apresentam a mesma classificação climática independente da escala de abordagem (MONTEIRO, 1991).

Com base nestas idéias, Monteiro se aprofundou nos estudos da análise rítmica dos tipos de tempo, um estudo de clima utilizando seus elementos integrados na unidade “tempo”, demonstrando as variações rítmicas diárias pela da sucessão de centros de pressão atmosférica. Nesta nova concepção a “ilha de calor” surge como um fenômeno tridimensional, isto é, vertical, horizontal e temporalmente variável.

Os dados referentes à temperatura demonstram que quanto mais próximas das grandes concentrações populacionais, maior será a temperatura e por conseqüência, quanto mais afastado de centros urbanos menor a temperatura. O tipo de superfície que em grandes aglomerados urbanos reflete mais intensamente a radiação solar ocasiona maior diferença de temperatura. Assim pode-se relacionar ambientes mais economicamente ativos com a formação de ilhas de calor (STRAHLER e STRAHLER, 2000).

Além de aumentar a insolação direta ao solo urbano, a ausência de vegetação também provoca ausência de transpiração (evaporação a partir das folhas), não eliminado assim o calor das camadas inferiores de ar (STRAHLER e STRAHLER, 2000).

Bias el all (2003), atenta para o aumento da temperatura em áreas de grande adensamento populacional no Distrito Federal e compara os parâmetros de temperaturas entre áreas urbanizadas e rurais que mantém a preservação de reservas verdes. Neste comprova que áreas urbanizadas concentram maior energia em forma de calor, apresentando temperaturas mais altas que áreas rurais, com diferenças de até 5°C.

A ilha de calor é uma expressão da associação de aspectos naturais e sociais que ocorrem no espaço ocupado pela cidade. Os maiores valores de temperatura encontram-se, de certa forma, associados as maiores pressões produzidas economicamente sobre o meio ambiente (SOUZA et all, 2005).

Tais pressões atuam de uma forma prejudicial porque não são contabilizados os custos ambientais e sociais no valor final dos empreendimentos nas cidades. Para realizar o desenvolvimento econômico nas bases do atual sistema, desconsiderando-se a susceptibilidade dos meios físico e biótico, provocando um desequilíbrio ambiental.

Elementos como vidro, cimento, asfalto e outros além de aumentar o poder de irradiação de uma área também atuam diretamente na diminuição da

absorção de água pelo solo e por conseqüência no aumento do escoamento superficial.

As ilhas de calor podem ser atribuídas basicamente a três fatores:

- Efeitos de transformação de energia no interior da cidade, com formas específicas (estruturas verticais artificialmente criadas), cores e materiais de construção (condutibilidade);
- Redução do resfriamento causado pela diminuição da evaporação (poucas áreas verdes, transporte de água da chuva através de canalização), e
- Produção de energia antropogênica, por meio da emissão de calor pelas indústrias, trânsito e habitações (LOMBARDO, 2005).

Tal transformação do espaço natural e agora urbano, não apenas modifica a cidade em relação aos canais de percepção humana, mas também na relação hidrológica. A mudança de superfícies outrora permeáveis por revestimentos impermeáveis atua diretamente sobre o escoamento superficial das áreas urbanas. Se considerarmos que uma das conseqüências da alteração do clima da cidade é o aumento de precipitação através dos efeitos meteorológicos, a impermeabilização do solo resultará em catástrofes para a cidade e seus habitantes.

## ***1.2 Estudos de Ilhas de Calor Através de Imagens de Satélite***

Os primeiros estudos com a utilização de imagens de satélite para a diferenciação da temperatura de superfícies compreendiam basicamente o diagnóstico da temperatura superficial do mar (TSM). Para estes estudos foram utilizadas imagens do satélite NOAA com uma resolução considerada baixa (1km de resolução espacial).

Estas imagens foram utilizadas por Lombardo (1985) em seus estudos de ilhas de calor na cidade de São Paulo, porém só puderam ser utilizadas devido às dimensões metropolitanas da cidade, sendo praticamente inviáveis em cidades de médio e pequeno porte.

A ação de grandes conglomerados humanos muda o ambiente natural, não só nos padrões de uso e ocupação do solo, mas também no microclima e nos fenômenos meteorológicos das regiões do entorno. (LOMBARDO, 1985)

As ilhas de calor associam derivados da ação antrópica, pelo uso do solo e condicionantes do meio físico, os atributos geoecológicos. Para a autora o clima urbano é modificado pelo processo de urbanização que por sua vez modifica drasticamente as superfícies alterando os padrões de absorção térmica, impermeabilização do solo, cobertura vegetal e parâmetros meteorológicos (LOMBARDO, 1985).

Em uma cidade, a transformação do ambiente natural resulta em um desequilíbrio no input-output (entrada e saída) de energia, seja pelas superfícies que absorvem ou refletem taxas absurdas de radiação eletromagnética, como também o calor gerado pelas relações sociais entre os homens. Esta entrada de energia exacerbada influencia os padrões e a dinâmica atmosférica sobre a cidade.

Conforme Lombardo (1985), “uma metrópole sem planejamento adequado do uso do solo, com ausência de parâmetros adequados de verticalização e ocupação, sobretudo onde ela cresce a uma velocidade rápida e com poucos recursos técnicos, pode colocar em risco a qualidade de vida dos seus habitantes”.

Com o progresso tecnológico e, o aumento da resolução dos sensores dos satélites ambientais possibilitou-se uma maior fidedignidade dos resultados obtidos, e também possibilitou a análise de cidades com menores áreas.

A capacidade dos sensores, em conjunto com o desenvolvimento de programas com grande capacidade ferramental de análise ambiental propiciou a inter-relação entre dados de emissividade de calor e classificações de uso do solo.

Com o advento da tecnologia de análise espacial através de imagens de satélite, mais precisamente a utilização da banda termal que possibilita a diferenciação de temperatura das superfícies, pode-se diagnosticar áreas das cidades onde fenômenos de ilhas de calor são mais atuantes. Sensores de

satélites Landsat, Modis e Áster mostram-se muito eficazes em tais levantamentos (SABINS, 2000).

Segundo Moreira (2001), a resolução espacial em um sensor orbital refere-se a menor área imageada pelo sensor, consideram-se de resolução baixa sensores que imageiam uma área de no mínimo 250 metros. Isto significa que cada pixel da imagem, ou seja, cada pequeno quadrado formador da imagem terá uma resolução em campo de 250m x 250m.

Bias (2003) realizou um comparativo entre imagens classificadas na banda termal do satélite Landsat 5 e classificações de uso do solo feitas com imagens do sensor Ikonos (resolução espacial de 1m) ele demonstrou através de um sensor de alta resolução mais precisamente o tipo de superfície que responde com mais emissividade à radiação eletromagnética.

Souza et all (2005), compara as imagens Modis e Áster a fim de reconhecer qual melhor demonstra os fenômenos de ilhas de calor na cidade de São Paulo. Neste trabalho as rugosidades urbanas demonstram-se uma problemática na confecção de isothermas.



## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***2.1 Escolha e Montagem do banco de dados e Mapa de Uso da Terra***

A análise de aumento de superfícies irradiantes pode ser interligada com um diagnóstico de uso e ocupação do solo. Em vista disto, torna-se necessário à classificação do uso do solo da área de estudo. Através da diferenciação das superfícies pode-se realizar uma comparação entre o dado coletado em campo e a emissividade da superfície.

Para a realização do processo de classificação de imagens foi utilizado o software Spring versão 4.1.1 para Windows, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Trata-se de uma ferramenta de gerenciamento de dados georreferenciados, tratamento de imagens orbitais e análise espacial.

A aquisição da base de imagens para a classificação foi feita junto ao INPE. Os dados orbitais gerados pelo satélite Landsat-Tm7 do ano de 2005 com pixel de 30 metros foram escolhidos por apresentarem a melhor resolução para o resultado pretendido. As imagens adquiridas já apresentavam georreferenciamento orbital.

De posse das imagens, iniciou-se a concepção do banco de dados no Spring, utilizando-se para isto o gerenciador Access do Windows. Tal gerenciador segundo INPE (2002) é o mais aconselhável para a montagem de banco de dados com uma quantidade média de atributos.

Na segunda etapa foi criado o projeto intitulado “ilhas de calor”, atribuindo-se o Datum de referência South American Datum 69 (SAD/69), utilizando as coordenadas no formato planas na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM). Com a projeção definida, estipularam-se então coordenadas do retângulo envolvente que contém a área de estudo.

Segundo o INPE (2002) o retângulo envolvente é formado por pares de coordenadas que delimitam a região de estudo, todos os dados cartográficos, atributos e análises serão referentes a esta área estipulada.

Com a delimitação do retângulo envolvente, a próxima etapa consistiu em definir categorias e os planos de informação. Foram definidas as seguintes categorias:

- Categoria imagem, com as bandas da cena Landsat-TM, ano 2005;
- Categoria cadastral, com a delimitação do município;
- Categoria modelo numérico do terreno, com as curvas de nível, e
- Categoria temático, contendo as imagens classificadas.

Com as categorias criadas, foram então definidos os planos de informação, ou seja, os layers de trabalho, conforme tabela 2.

CATEGORIA	PLANO DE INFORMAÇÃO
Imagem	Banda 1, Banda 2, Banda 3, Banda 4, Banda 5, Banda 7 e Banda 8.
Cadastral	Município
MNT	Amostras

Tabela 2 – Modelos de dado e planos de informação do projeto. Fonte: Autor

Uma vez criadas as categorias e os planos iniciou-se a etapa de importação de dados. O primeiro processo de importação foi das bandas das imagens Landsat dos diferentes anos. Através da janela importar TIFF/GEOTIFF. Este processo é utilizado para a aquisição de dados orbitais no formato de arquivo exclusivo para imagens gerreferenciadas.

O próprio programa assume a escala da imagem, que está estipulada no banco de dados que acompanha a cena do satélite. Foi atribuído o mesmo Datum de referência do projeto (UTM/SAD69) e as mesmas coordenadas do retângulo envolvente. Deve-se destacar que a cena da imagem Landsat Tm abrange uma área de 185km por 185km, bem maior que a área do município

de Joinville, porém quando importada ela é automaticamente recortada para a área estipulada no retângulo envolvente. Este processo foi repetido para todas as bandas dos anos utilizados.

Para a operação de importação dos dados vetoriais foram utilizados arquivos na extensão shapefile. Este tipo de arquivo compreende elementos arco-nó, atrelados a uma topologia (INPE, 2002). Para esta etapa utilizou-se a função importar shapefile. O Datum de referência e o retângulo envolvente continuam os mesmos do projeto (UTM/SAD69). A resolução de importação, denominada pelo próprio programa é de 1:10.000, porém esta resolução pode ser aumentada ou diminuída por se tratar de dados vetoriais. Nesta etapa o objetivo foi o de delimitar a área do município de Joinville.

Para a importação dos dados da categoria modelo numérico do terreno foi novamente utilizada a extensão shapefile através da função importar shapefile com mesmo Datum de referência do projeto (UTM/SAD69) e a mesma resolução de 1:10.000. No processo de importação de MNT deve-se estipular o tipo de dado a ser trabalhado, que neste caso foi de amostras MNT, contendo os atributos de coordenadas planas e cotas de altitude.

## ***2.2 Tratamento e Classificação das Imagens Landsat***

Define-se como tratamento de imagens as operações de melhoria da qualidade da imagem bruta para melhor identificação das superfícies espaciais. Podem ser executadas sobre as imagens brutas (tons de cinza) ou mesmo sobre a fusão de imagens coloridas. Entende-se por fusão de imagens a combinação de três bandas diferentes com a atribuição das cores primárias (red, green, blue), gerando desta forma o que chamamos de composição colorida, que pode ser de cor verdadeira ou falsa cor. As composições coloridas auxiliam na identificação de superfícies que não aparecem claramente nas imagens brutas.

Utilizou-se a combinação banda 5 no canal vermelho (red), banda 4 no canal verde (green) e banda 3 no canal azul (blue). Tal fusão demonstrou uma

melhor detecção das superfícies e classificação da imagem. Não foi necessário utilizar operações no histograma das imagens em virtude da ótima nitidez que a mesma apresentava.

Para não realizar a classificação em toda a área do retângulo envolvente, decidiu-se efetuar um recorte na imagem antes de classificá-la. Para a execução deste recorte, foi utilizado como limites o polígono formado pela área do município de Joinville. Através da função ferramentas/recortar plano de informação foi realizado o recorte das imagens, através da seleção de uma máscara formada pelo plano de informação município da categoria cadastral. Este recorte foi aplicado em todas as bandas da imagem landsat-tm.

Definido então o recorte da imagem e a fusão de bandas que apresentaram melhor resolução e diferenciação das superfícies do espaço pode-se proceder a classificação do uso do solo.

Segundo Moreira (2001) a classificação de imagens é resultado de um processo de indentificação das diferentes superfícies do espaço por meio de resposta espectral, ou seja, a devolução da energia eletromagnética emanada pelo sol. Os tipos de classificação existentes são:

- Classificação por Pixel – resultado de operações matemáticas realizadas com amostras de diferentes tipos de colorações na imagem que agrupam pixels de mesmo valor de irradiação;
- Segmentação – Como o nome já diz, segmenta as imagens em polígonos que possuem pixels com mesmo valor de irradiação;
- Classificação On Screen – chamada de classificação manual é realizada diretamente pelo operador, digitalizando polígonos em áreas de mesma irradiação. É mais utilizada em imagens de alta resolução (Satélites IKONOS e QUICK BIRD), e
- Classificação Híbrida – utiliza-se dos recursos de todas as outras classificações.

Pode-se considerar que para a realização do processo de classificação, o tipo mais utilizado é a classificação híbrida por apresentar o melhor resultado final. Este processo foi utilizado neste trabalho.

Para dar início a classificação das imagens, é necessário que se crie uma nova categoria de dados que possa ser dividida em classes temáticas que serão as diferentes superfícies do espaço. Criou-se então um modelo de dados temático com as classes de vegetação, capoeira, solo exposto, corpos d' água, urbano e mangue.

Conforme o INPE (2002) a classificação estatística é o procedimento convencional mais utilizado para a análise digital de imagens. Constitui um processo de análise de pixels de forma isolada. Esta abordagem apresenta a limitação da análise pontual ser baseada unicamente em atributos espectrais. Para superar estas limitações, propõe-se o uso de segmentação de imagem, anterior à fase de classificação, onde são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada. Neste processo, divide-se a imagem em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por regiões, um conjunto de pixels contíguos, que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade.

Através da função imagem-segmentação são escolhidas as bandas que formam a fusão escolhida para o processo. O método escolhido foi crescimento de regiões. É uma técnica de agrupamento de dados, na qual somente as regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas.

Inicialmente este processo de segmentação rotula cada pixel como uma região distinta. Calcula-se um critério de similaridade para cada par de regiões adjacente espacialmente. O critério de similaridade baseia-se em um teste de hipótese estatístico que testa a média entre as regiões. A seguir, dividi-se a imagem em um conjunto de sub-imagens e então realiza-se a união entre elas, segundo um limiar de agregação definido.

Para a união de duas regiões A e B vizinhas, deve-se adotar o seguinte critério:

- A e B são similares (teste das médias);

- A similaridade satisfaz o limiar estabelecido;
- A e B são mutuamente próximas (dentre os vizinhos de A, B é a mais próxima, e dentre os vizinhos de B, A é a mais próxima).

Se A e B satisfazem os critérios acima, estas regiões são agregadas, caso contrário, o sistema reinicia o processo de teste de agregação.

O grau de similaridade escolhido foi 10 (dez), este apresentou o melhor resultado final. No próximo passo pode-se excluir alguma banda do processo. A exclusão para este trabalho foi nenhuma. Criou-se então um novo plano de informação chamado seg1. A numeração no plano de informação é necessária, pois é comum a este processo a realização de várias segmentações até se chegar no resultado satisfatório. Após todos estes passos realiza-se a segmentação através do comando executar.

Com a segmentação realizada, passa-se ao processo de classificação dos polígonos criados. Com a imagem segmentada selecionada faz-se o processo de extração de atributos de regiões. Neste procedimento o algoritmo extrai as informações estatísticas de média e variável de cada região, considerando as bandas indicadas no contexto. Logo após, executa-se o treinamento. Nesta etapa são separadas as diferentes superfícies relevantes ao estudo.

Foram destacadas as seguintes superfícies consideradas relevantes ao estudo:

- Vegetação, assumindo a cor verde;
- Áreas úmidas, assumindo a cor azul claro;
- Solo exposto, assumindo a cor amarela;
- Urbano, assumindo a cor magenta, e
- Corpos d' água, assumindo a cor azul.

Como resultado da classificação apresenta-se uma carta temática com os polígonos diferenciando as superfícies através de diferentes colorações. Foi necessário o processo de pós-classificação por algumas áreas terem sido confundidas no processo de classificação. Após este processo chegou-se então ao produto final que consistia em uma imagem temática classificada.

### **2.3 Classificação das Bandas Termiais**

Através da classificação de imagens são gerados polígonos e atribuídas diferentes cores, separando os tipos de usos do solo.

Com o auxílio de softwares de geoprocessamento, e trabalhando com imagens da banda termal do sensor Landsat pode-se atribuir aos diferentes tons de cinza dos pixels um gradiente de temperatura, identificando o calor emitido através da superfície, princípio baseado na Lei de Plank que diz que todo corpo irradia energia em forma de calor.

As imagens utilizadas na pesquisa estão relacionadas na tabela 3.

<b>Satélite</b>	<b>Sensor</b>	<b>Resolução</b>	<b>Data</b>	<b>Horário</b>	<b>Fonte</b>
LANDSAT 7	ETM+	60m	02/09/2002	12:59:19	NASA
LANDSAT 5	TM	90m	02/09/2005	12:59:27	INPE
LANDSAT 5	TM	90m	06/07/2007	12:59:25	INPE

Tabela 3 – Dados das imagens utilizadas. Fonte: INPE

Através de comparativos entre os tons da imagem consegue-se estipular áreas de menor e maior temperatura. Quando possível, serão analisados os dados de estações meteorológicas localizadas próximas à área de estudo comparando assim com os dados obtidos pelo sensor.

## **2.4 Tratamento dos dados meteorológicos**

Utilizou-se para a classificação climática deste trabalho dados obtidos na estações meteorológica de São Francisco do Sul, levantados junto ao Atlas Ambiental da Baía da Babitonga. Também foram utilizados dados levantados junto ao Atlas de Desastres Ambientais de Santa Catarina e dados de precipitação de municípios vizinhos à área de estudo conseguidos via download no site da ANA (Agencia Nacional de Águas) disponíveis através do site Hidroweb.

Os dados foram tabulados e transformados em gráficos no programa surfer 8. Os dados de precipitação foram separados por ano de ocorrência e apresentados na forma de isolinhas. Em alguns casos, como o dos dados da estação de São Francisco do Sul, os gráficos já se apresentavam prontos e apenas foram citados.

Quanto à caracterização climática tomou-se como base o Atlas Climatológico de Santa Catarina e O Atlas de Desastres Ambientais, este último, apresenta a caracterização dos sistemas atuantes no Estado de Santa Catarina e sua época de atuação.

Os levantamentos de dados meteorológicos em campo foram realizados com o objetivo de validar os dados obtidos através das imagens de satélite.

Os dados de campo foram coletados através de cinco abrigos desenvolvidos no campus da Univille, demonstrados na figura 3, idealizados pelo autor do trabalho em parceria com o técnico responsável pelo Laboratório de Modelos da universidade Sr. Aires José Lima Mendes. Estes foram baseados nos abrigos utilizados nas coletas realizadas por Monteiro (1976).

Os pontos de coleta de dados (figura 4) foram escolhidos levando-se em conta os resultados obtidos nas imagens de satélite. Os aparatos foram colocados nas áreas que apresentaram maior temperatura, afim de relacionar as duas informações.



Quanto aos dados de campo, houveram sérias dificuldades de realizar as coletas. A falta de mão-de-obra para a realização das leituras em 5 pontos da cidade, a confiabilidade dos dados e a ocorrência de mau tempo fizeram com que apenas a terceira campanha de campo pudesse ser utilizada ao fim do processo. Outras duas campanhas foram descartadas por uma mudança brusca do tempo na região de Joinville.

Conforme Monteiro (1976), os melhores resultados conseguidos em campo no diagnóstico de ilhas de calor apresentam-se com a ocorrência de anticiclones que inibem a formação de nuvens.

Em duas ocasiões o dia apresentava-se sem ocorrência de nebulosidade, porém no decorrer da manhã esta situação alterou-se totalmente, ficando o céu nublado e interferindo na coleta de dados. E estes não caracterizavam o fenômeno de ilhas de calor. Esta condição de nebulosidade é comum na região em virtude da localização e do relevo. Os dados utilizados foram coletados no dia 15 de novembro de 2008.

Os dados registrados que puderam ser validados foram tabulados e transformados em gráficos de isotermas no software surfer 8. A intenção da coleta em campo era de confrontar os dados capturados pelo satélite Landsat, Banda 6 (termal).



O material utilizado foi madeira e dois tubos de PVC de bitolas diferentes a fim de que fossem formadas duas paredes para que o sol não tivesse contato direto com o sensor, mascarando os dados coletados, Para a direção do vento utilizou-se uma fita pendurada e a intensidade foi baseada na escala de Beaufort.

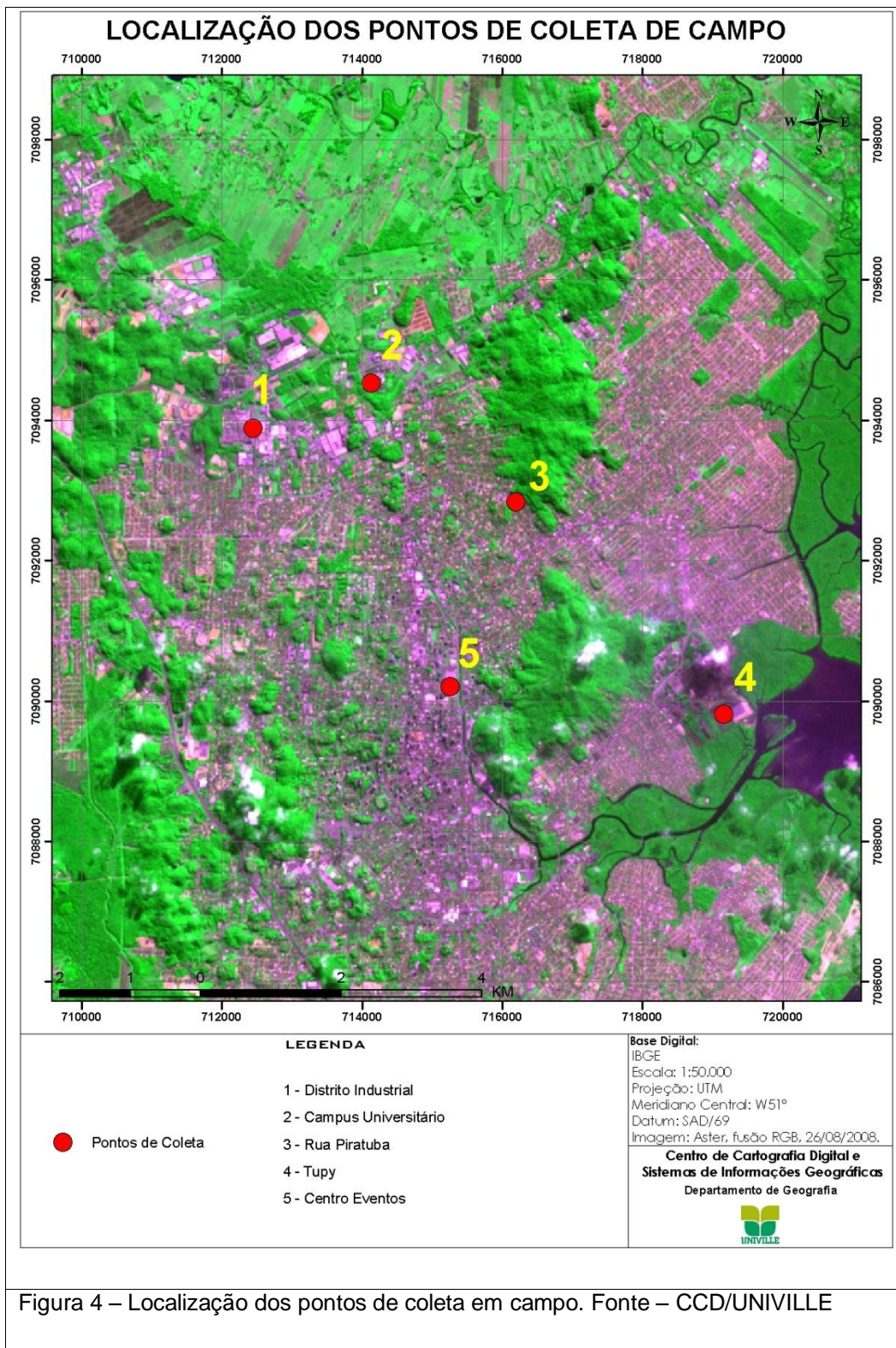


Figura 4 – Localização dos pontos de coleta em campo. Fonte – CCD/UNIVILLE

### **3-CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Joinville está localizado entre as lat. 26°10' E long. 48°56' na região nordeste do estado de Santa Catarina (figura 5). Tem como limites os municípios de Garuva, Itapoá, Guaramirim, Jaraguá do Sul e Campo Alegre.

A área territorial total do município é de 1.131 km<sup>2</sup>. Uma considerável área deste total abrange a Serra do Mar, terreno altamente escarpado e com presença de Mata Atlântica, reserva de proteção ambiental permanente. Possui também em sua área territorial parte do complexo hídrico Baía da Babitonga, estuário de grande importância ambiental e que outrora serviu como entrada aos navegantes colonizadores da região. Neste complexo encontra-se o Porto de São Francisco do Sul, considerado um dos melhores portos naturais do Brasil, responsável por grande parte do escoamento da produção industrial de Santa Catarina (IBGE, 2006).

O município de Joinville possuía em 2006 uma população estimada de 496.051. Destaca-se por apresentar a maior população de todos os municípios do Estado de Santa Catarina. Seu desenvolvimento econômico e humano tornou a cidade um pólo da microrregião nordeste do Estado. Caracteriza-se por ser o terceiro pólo industrial do sul do Brasil. A região nordeste do Estado de Santa Catarina é responsável por 13,6% do PIB de todo o Estado (IBGE, 2006).



### LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

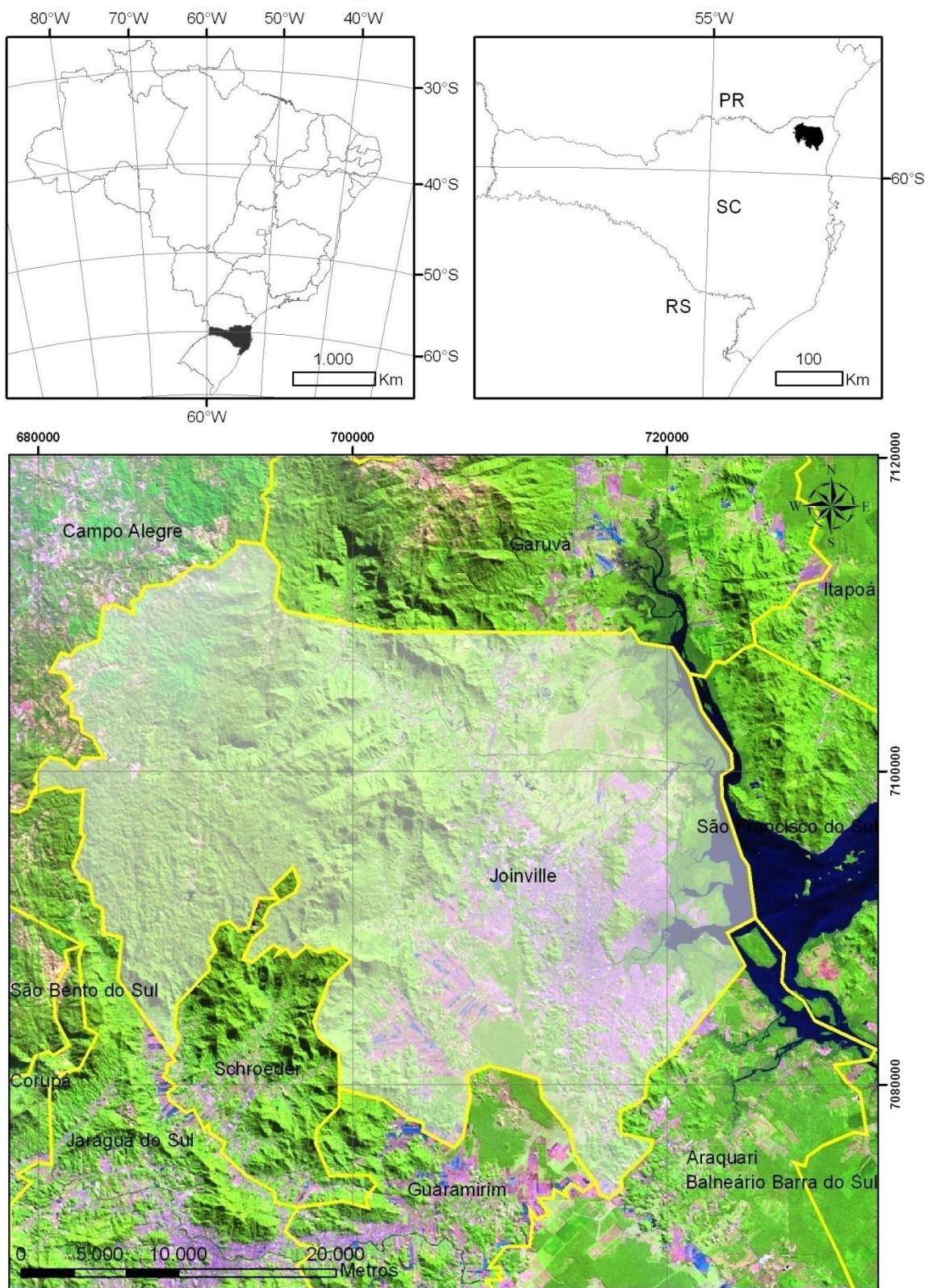


Figura 5 – localização da área de estudo. Fonte – CCD-UNIVILLE

### **3.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE**

A fundação do município de Joinville remonta ao ano de 1849, quando em contrato assinado com a sociedade colonizadora de Hamburgo, o príncipe e a princesa de Joinville (ele, filho do rei da França e ela, irmã do imperador D. Pedro II) cederiam oito léguas quadradas de suas posses para a colonização. Oficialmente no dia 9 de março de 1851, com a chegada dos primeiros imigrantes europeus é criada a colônia Dona Francisca, que mais tarde receberia o nome de Joinville (HACKENBERG, 1992).

Destaca-se que a região já apresentava ocupação de povos primitivos há no mínimo cinco mil anos. A existência deles está documentada nos Sambaquis. Tratava-se de um povo essencialmente coletor e caçador que ocupava principalmente as áreas próximas a Baía da Babitonga.

No fim do século XVIII, a região recebeu famílias de origem lusa, com seus escravos. Estas famílias, provavelmente originárias da capitania de São Vicente (atual Estado de São Paulo) ou da Ilha de São Francisco do Sul (uma das cidades mais antigas do Brasil), adquiriram grandes lotes de terra (sesmarias) nas regiões do Cubatão, Bucarein, Boa Vista, Itaum, e aí passaram a cultivar mandioca, cana-de-açúcar, arroz, milho e outros (HACKENBERG, 1992).

Na década de 1840, uma enorme crise econômica na Europa instigou o movimento de imigração para os países do novo mundo. Estima-se que 17.000 pessoas chegaram na Colônia Dona Francisca entre os anos de 1850 e 1888. Destes, a grande maioria agricultores sem recursos, que fugiam da miséria no velho mundo com promessas de um verdadeiro paraíso nas terras da Colônia (TERNES, 1986).

Porém não foi bem isso que encontraram. Acostumados com um tipo de clima totalmente diferente, sentiram na pele a excessiva umidade da região, a precipitação abundante e temperaturas altas. Os imigrantes europeus, não acostumados ao clima da região sofreram de diversas epidemias. A má escolha da região para a fundação da Colônia se fez presente nos comentários

do Coronel João Antônio Vieira, no Jornal do Comércio, de 17 de fevereiro de 1852. Neste artigo o coronel enfatiza a baixa altitude e a umidade excessiva do solo.

. Conforme Ternes (1986) appud Hackenberg (1992, 37), "...os imigrantes foram seriamente atingidos por doenças tropicais, erupções na pele e desarranjos intestinais".

As características da Colônia Dona Francisca não se assemelhavam em nada com o clima europeu. Oriundos principalmente da Alemanha ou Áustria, os imigrantes estavam acostumados a um clima temperado, com temperaturas baixas e principalmente a inexistência das moléstias tropicais. Ficker (1965) destaca publicações feitas no *Deutsche Auswandererzeitung* (Jornal da Emigração) a cerca do clima e das moléstias sofridas pelos imigrantes. Tais doenças seriam a ancilostomíase, malária, feridas de aclimação nas pernas e nos braços (HACKENBERG, 1992).

A localização da Colônia, em uma região subtropical, com abundância de vegetação e proximidade de corpos d'água, que a princípio mostrava-se o lugar ideal para a fundação de um novo e próspero povoado, aos poucos mostrou-se uma área de difícil realidade. Além das doenças e do clima, a presença de numerosos charcos e terras alagáveis dificultaram o plantio das lavouras, principal meio de sobrevivência dos colonos (HACKENBERG, 1992).

Porém, mesmo com todos os problemas existentes, a colônia prosperou e transformou-se na Cidade de Joinville, maior cidade do Estado e grande pólo industrial.

Não por acaso que a colônia Dona Francisca desenvolveu-se nesta região. Apesar das condições difíceis para os colonos a localização da colônia já fazia parte de um contrato assinado pelo Príncipe de Joinville e a Companhia Colonizadora de Hamburgo. Situada ao fundo da Baía da Babitonga e tendo ligação navegável através do Rio Cachoeira, tudo o que era extraído ou produzido na colônia e no planalto era facilmente transportado por barcos para o porto de São Francisco do Sul, para posteriormente ser escoado para a Europa ou para a Bacia do Prata. (SANTANNA, 1996)



### 3.2 A EVOLUÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE

A urbanização de Joinville demonstrou, no início da colonização, um padrão difuso, altamente expandido em pequenos núcleos, com um centro em comum, de onde partiam as principais ruas. Configurou-se na expansão um intercalamento entre grandes lotes rurais, minifúndios e áreas industriais. (SANTANNA, 1996).

A partir da década de 90, a cidade configurou um padrão de sentido linear norte-sul (figura 6), acompanhando a BR-101 e a baía da Babitonga. Estes podem ser considerados obstáculos limitantes da expansão urbana. A presença de áreas de mangue, à leste do município, e da Serra do Mar, à oeste, também dificultaram a expansão no sentido leste-oeste (SANTANNA, 1996).

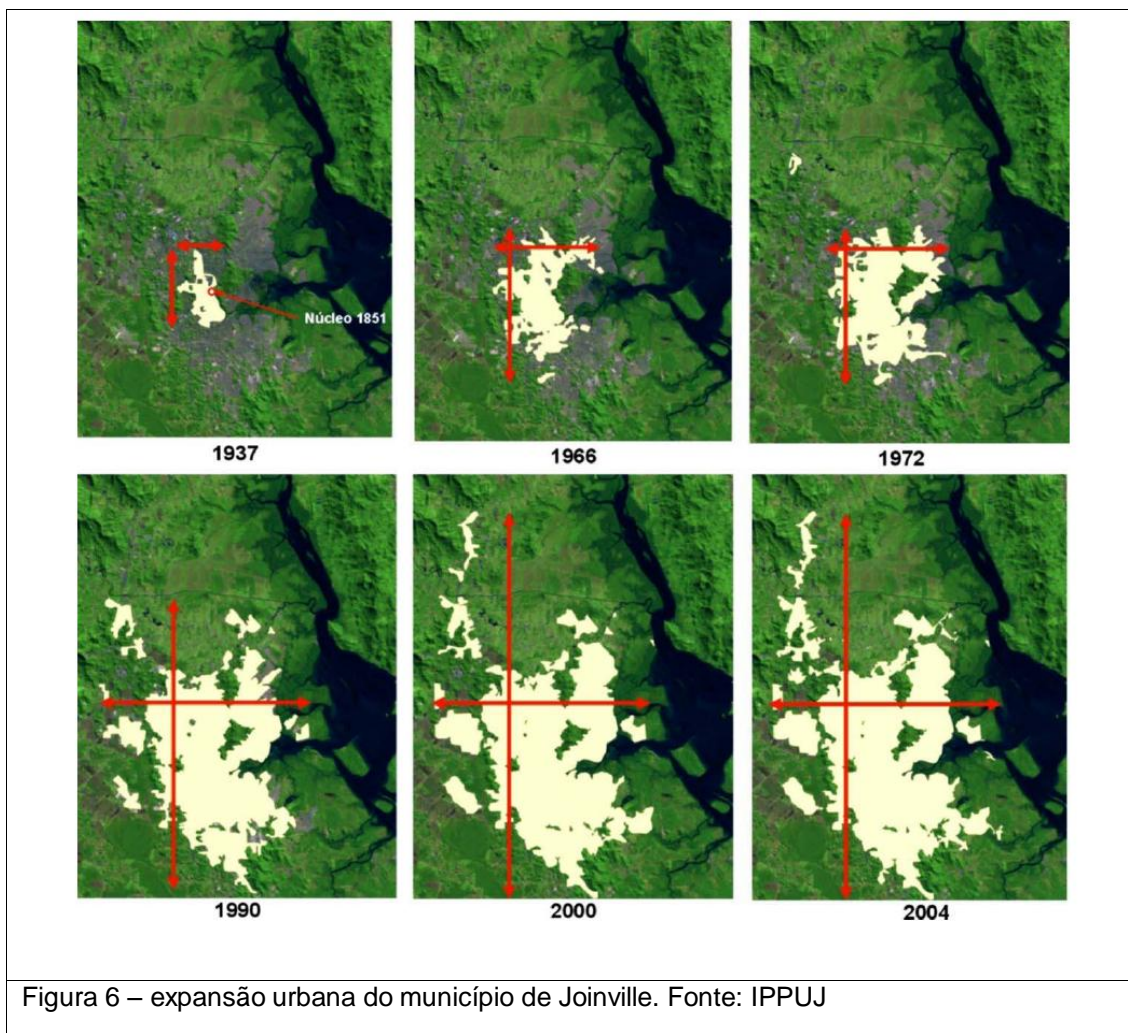


Figura 6 – expansão urbana do município de Joinville. Fonte: IPPUJ



A configuração do município de Joinville demonstra uma grande área urbanizada, porém com inserções de consideráveis áreas verdes nas proximidades do centro. Esta é uma característica marcante da cidade de Joinville, que ainda mantém áreas verdes como pastos na zona urbana. A figura 7 demonstra o atual uso do solo na região de Joinville.

## MAPA DE USO DO SOLO DA CIDADE DE JOINVILLE

Mapa de uso do solo da Joinville gerado a partir da imagem do satélite Landsat 5 de 06 de setembro de 2007, bandas 345

- Água
- Solo exposto
- Vegetação
- Áreas úmidas
- Urbano

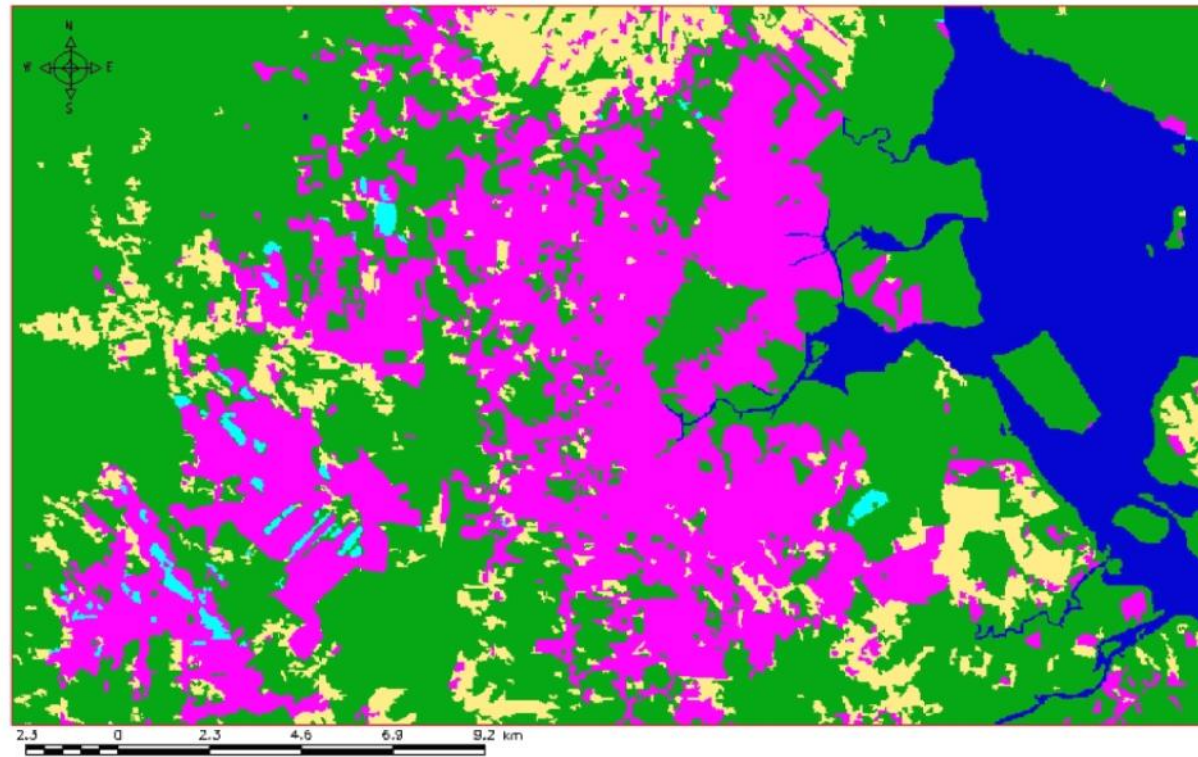


Figura 7 – Mapa de uso do solo da cidade de Joinville. Elaborado por Alessandro Barbosa

O município de Joinville, por seu destaque como pólo industrial do Estado de Santa Catarina atraiu, principalmente a partir da década de 60, uma população considerável. Na tabela 4 são demonstrados os totais de população registrados neste período nos dois principais distritos e em todo o município. Conforme dados obtidos no IPPUJ (2006), o município apresentava um total de 235.612 hab no ano de 1980. No ano de 2006 (tabela 5) este total era de 487.045 hab. Portanto em 26 anos ocorreu um crescimento de aproximadamente 48,4%, ou seja, quase dobrou a população. Isto pode ser explicado pela instalação de diversas indústrias na região principalmente a partir da década de 60.

População						
Município	Área	1980	1991	2000	2004	2006
Total distrito sede	710,47	228.740	331.996	421.749	469.502	475.547
Total de Pirabeiraba	441,22	9.365	13.366	22.487	24.245	20.503
Total Geral	1.151,69	235.512	337.607	429.604	477.971	496.051

Tabela 4 – População do Município de Joinville. Fonte: IPPUJ

A instalação na região de grandes indústrias como a TUPY TERMOTÉCNICA, por exemplo, atraíram a vinda de mão-de-obra, oriunda em sua maioria do Estado do Paraná. Novamente Joinville passa por um intenso processo de migração, como no período da colonização da região, só que desta vez interestadual, impulsionada pelo crescimento da indústria e pelo chamado milagre econômico da década de 60. Estes imigrantes se alocaram próximos as indústrias, não necessitando desta forma de se deslocarem por muitos quilômetros no percurso casa-trabalho. Em vista disto, tem-se como bairros mais populosos da cidade justamente aqueles localizados próximos às áreas industriais, a exemplo dos bairros Boa Vista e Aventureiro, junto ao

complexo da Baía da Babitonga, o que facilitou o transporte para o porto de São Francisco do Sul.

Uma interessante relação está também fundamentada na história do crescimento industrial da cidade. Para se deslocar entre casa e trabalho e devido ao relevo da cidade apresentar-se em sua maioria plano, o principal meio de locomoção é a bicicleta, de tal modo importante que o município ficou conhecido como “A Cidade das Bicicletas”. Mesmo com a falta de investimento em infraestrutura, como ciclovias e passeios públicos, este ainda é um meio de locomoção bastante utilizado na cidade. Este tipo de transporte deveria ser estimulado pois em muito pode contribuir para a redução do tráfego de automóveis e outros veículos de motor a combustão, contribuindo para minimizar a formação de ilhas de calor pelas atividades urbanas.

Apesar de possuir no bairro centro a grande concentração de estabelecimentos comerciais, a cidade apresenta subcentros nos bairros, tornando –os independentes do centro para a realização de serviços bancários e outros.

A atual divisão dos bairros do município de Joinville foi idealizada pela lei complementar número 88 de 5 de junho de 2000.

Tais regiões bairros demonstram o modelo de expansão urbana da cidade de Joinville, baseado na criação de parques industriais, áreas atrativas de mão-de-obra oriunda principalmente do interior de Santa Catarina e Paraná.

Até a década de 80 o crescimento do município era em média de 6% ao ano. Esta taxa de crescimento sofreu uma diminuição considerável devido a grande crise financeira da década de 80 (tabela 5). Com o sistema de produção em crise, e conseqüente diminuição da atividade industrial, o município de Joinville passou a crescer em média 2% nos últimos 16 anos (IPPUJ, 2006).

Anos	Taxas Médias (%)	Início da Década	Final da Década
1950 a 1960	6,07	43.334	69.677
1960 a 1970	6,04	69.677	126.095
1970 a 1980	6,45	126.095	235.812
1980 a 1991	3,54	235.812	347.151
1991 a 2000	2,21	347.151	429.604
2000 a 2006	1,99	429.604	487.045

Tabela 5 – Taxa de Crescimento Populacional. Fonte: IPPUJ

As figuras 8 e 9 demonstram a distribuição dos bairros da cidade de Joinville e o adensamento de habitantes por quilometro quadrado. Pode-se notar que as regiões mais urbanizadas da cidade se encontram justamente no entorno da unidade industrial da Tupy Termotécnica, no bairro Boa Vista e nas proximidades do distrito industrial, mais precisamente no bairro Aventureiro. Este fenômeno urbano se intensificou, como antes mencionado, a partir da década de 60. A instalação do distrito industrial Tupy e o distrito industrial de Pirabeiraba atraíram a mão-de-obra para perto da industria, pois desta forma o trabalhador não precisa muito tempo de deslocamento entre casa e serviço e nem o empregador arca com gastos com transportes dos empregados.

A densidade habitacional no Centro de Joinville, embora significativa (3.375 – 5.514) é menor do que a de alguns bairros que cresceram ao redor do distrito industrial e que apresentam densidades consideráveis (5.155-8.071).

Também apresentam essa expressiva densidade demográfica os bairros Jarivatuba e Fátima que não são prolongamentos diretos do distrito industrial, porém foram loteados justamente com a função de alojar a mão de obra oriunda principalmente do Estado do Paraná.

A Zona Industrial Norte e o distrito de Pirabeiraba, apresentou a menor densidade demográfica do município. Este fato pode ser explicado pela grande

área territorial destas localidades e também pela presença de APPs (Áreas de Proteção Permanentes)

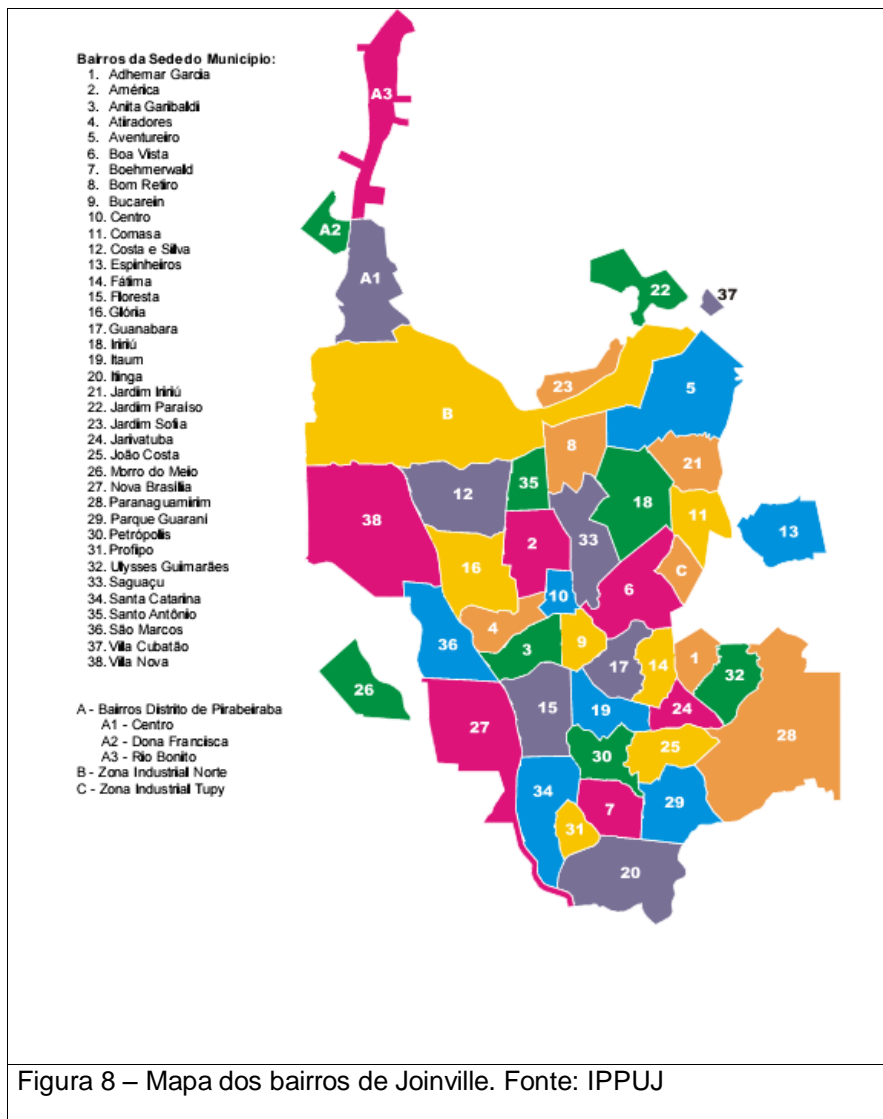


Figura 8 – Mapa dos bairros de Joinville. Fonte: IPPUJ

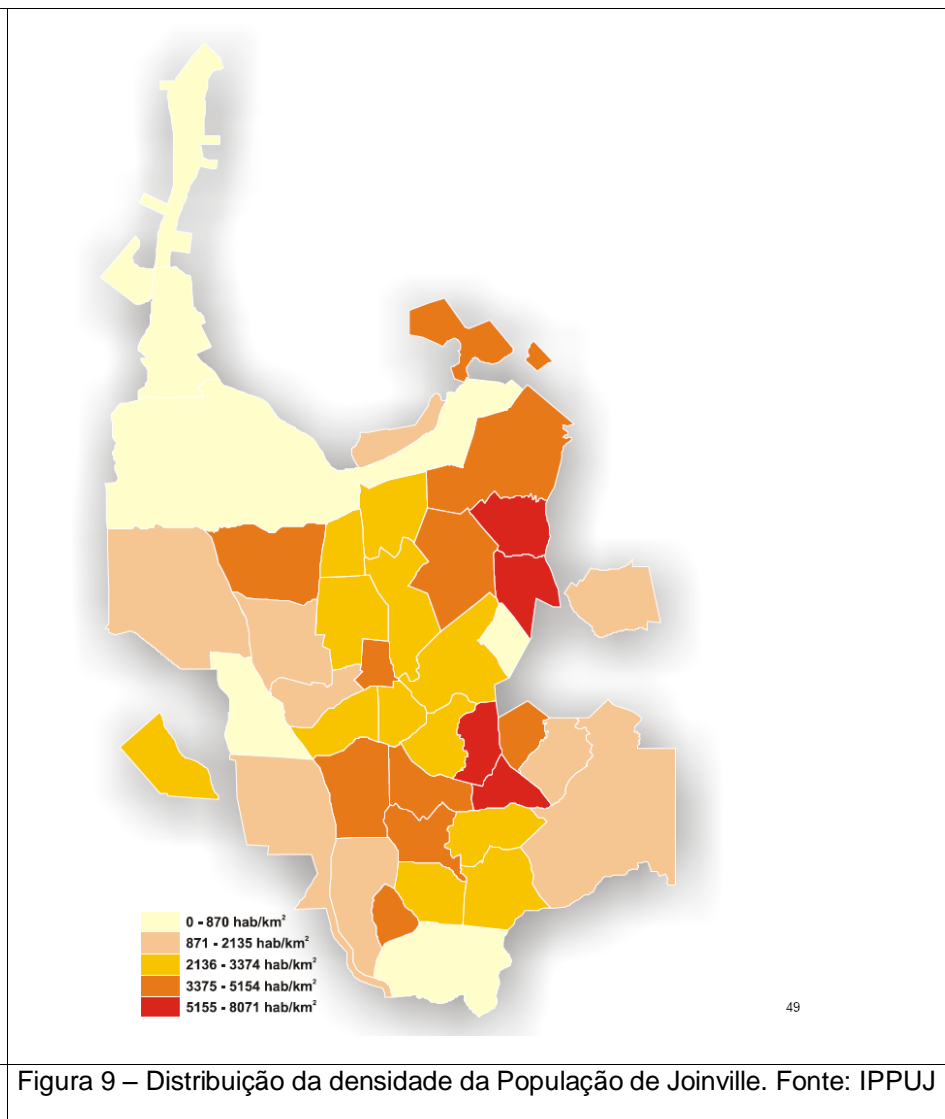


Figura 9 – Distribuição da densidade da População de Joinville. Fonte: IPPUJ

### **3.3 ASPECTOS FÍSICOS DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE**

A região de Joinville está localizada em uma área de embasamento rochoso principalmente dominado por rochas metamórficas, do tipo gnaiss granulítico pertencentes ao complexo Luis Alves (ou complexo granulítico Santa Catarina). Formadas à cerca de 2,6Ma, no período de Arqueano, estas rochas sofreram metamorfismo do tipo granulítico com posterior migmatização com fusão parcial da rocha (KAUL e TEIXEIRA, 1982).

Um aspecto geológico importante na região de Joinville foi à colisão que ocorreu por volta de 600 milhões de anos do microcontinente Luís Alves e Itapoá-São Francisco, tais áreas tem sua formação basicamente de gnaisses e migmatitos, que gradam para granitóides cinzas, formando o complexo Paranaguá, com formação variando entre 2.400 m.a e 1.900 m.a. O resultado de tal colisão foi o estabelecimento de uma zona de sutura milonitizada (rochas intensamente fragmentadas) oriundas do intenso vulcanismo, fruto da dinâmica tectônica da região. Tal linha de sutura apresenta a direção predominante NNW-SSE, tendo encaixados o Rio São João e os canais do Palmital e Linguado (KAUL e TEIXEIRA, 1982).

Como consequência da atividade tectônica citada anteriormente, formam-se estruturas do tipo Horst e graben e duas bacias tectônicas, onde atualmente esta situada à cidade de Joinville. Tais bacias foram denominadas como Campo alegre e Joinville (GONÇALVES, SANTANA e TOMAZZOLLI, 2000).

Estas bacias foram preenchidas em primeira instância por sedimentos grosseiros (conglomerados), e na seqüência por sedimentos mais finos (arcósios, arenitos, siltitos e folhelos). Este material foi intercalado por tufos e derrames vulcânicos com composição predominante riolítica. Tal atividade tem provável ligação com a formação de suíte intrusiva Serra do Mar (KAUL et al, 1982). Esta formação se estende do Nordeste do Estado de Santa Catarina ao Extremo sul do Estado de São Paulo.



Quanto às estruturas que afetaram as rochas da região foram provavelmente formadas na colisão entre as microplacas relatadas anteriormente. As falhas e fraturas apresentam uma orientação NE-SW e NW-SE (KAUL e CORDANI, 2000).

A partir da era espeleozóico a região passa por uma estabilização, apenas com algumas perturbações ocorridas entre o Triássico e Jurássico, onde ocorreram algumas intrusões de diabásio. O período quaternário foi marcado apenas por deposições de sedimentos continentais e marinhos.

Destaca-se no Pleistoceno a deposição marinha e no Holoceno as deposições aluvinares, colúvio-aluvionares, dunas, flúvio-lagunares, lagunas e baías, marinhos atuais, mangues e flúvio-marinhos. Hoje não se encontram mais dunas, mas sim a ocorrência de paleodunas principalmente na região próxima a Baía da Babitonga. Uma parcela de mangue ainda resiste à invasão imobiliária, porém sua maior parte foi invadida e posteriormente urbanizada pela prefeitura, dando origem aos bairros Espinheiros, Comasa do Boa Vista e Iririú, no nordeste do município (figuras 8 e 9).

Quanto aos aspectos geomorfológicos a região de Joinville apresenta uma grande diversidade nos aspectos litológicos e estruturais. Pode-se destacar desde ambientes formados por sedimentos quaternários de planícies costeiras até embasamentos de rocha pré-cambriana, formadores das serras e montanhas da região.

A diversidade geomorfológica propiciou a divisão, no município de Joinville em quatro unidades subdividas em outras sete subunidades. Tal divisão seguiu os padrões estipulados pelo IBGE.

- Depósitos Marinhos Quaternários – subdividido em planícies marinhas, planícies aluviais, planos e rampas colúvio-aluviais;
- Coberturas Molassóides e Vulcanitos associados – planalto de São Bento do Sul;
- Rochas Granitóides – Serra do Mar; e

- Embasamento em Estilos Complexos – colinas costeiras e serras cristalinas litorâneas

Quanto à diferença de altitude no município, é importante destacar que a cidade de Joinville está localizada ao fundo da Baía da Babitonga (figura 10), com altitude em sua maior parte próxima ao nível do mar. Mas, a região apresenta também altitudes que chegam na porção da Serra do Mar a 1.538m (figura 11). Esta configura-se como uma barreira natural, à circulação marítima e umidade, influenciando no regime de chuvas da região e sendo também um limitante físico para a expansão horizontal do município.



Figura 10 – seqüência de imagens 3D feitas com a fusão das bandas 3(R)4(G)5(B) da imagem Landsat 5 de julho de 2000. Fonte CCD-UNIVILLE

Devido à entrada de massas de ar constantes que se chocam com as escarpas da Serra do Mar, ocorrem vários processos de movimentos de massa, que provocam cicatrizes na face leste da serra. Nesta região estão localizados os principais vales da região, como os vales do Quiriri, Cubatão e Pirai.

## HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE

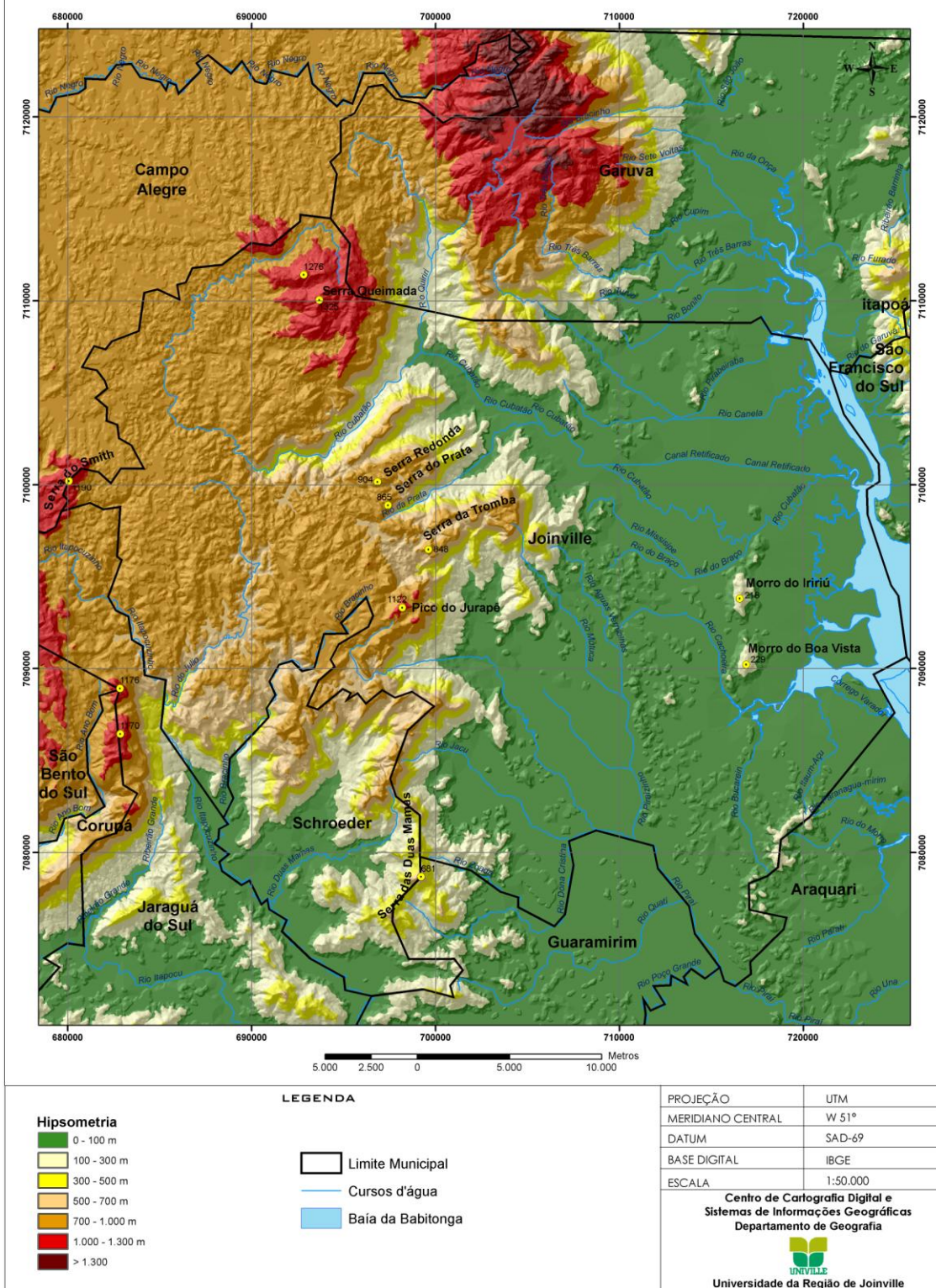


Figura 11 – Mapa hipsométrico da região de Joinville. Fonte: CCD/UNIVILLE



## 4 - DINÂMICA DO CLIMA REGIONAL

Devido a sua localização geográfica o Estado de Santa Catarina está propenso a influência de diversos tipos de circulação atmosférica, caracterizando a região por apresentar a melhor distribuição de precipitação pluviométrica anual. Entre os sistemas atmosféricos pode-se destacar as frentes frias, os vórtices ciclônicos, os cavados de níveis médios, a convecção tropical, a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e a circulação marítima (MONTEIRO, 2001).

As frentes frias (figura 12), são formadas pelo encontro de duas massa de ar com características de temperatura e umidade diferentes. Em virtude de seu choque uma grande área de instabilidade é formada e conforme a diferença entre os gradientes das duas massas, esta causará maior ou menor instabilidade (AYOADE, 1981).

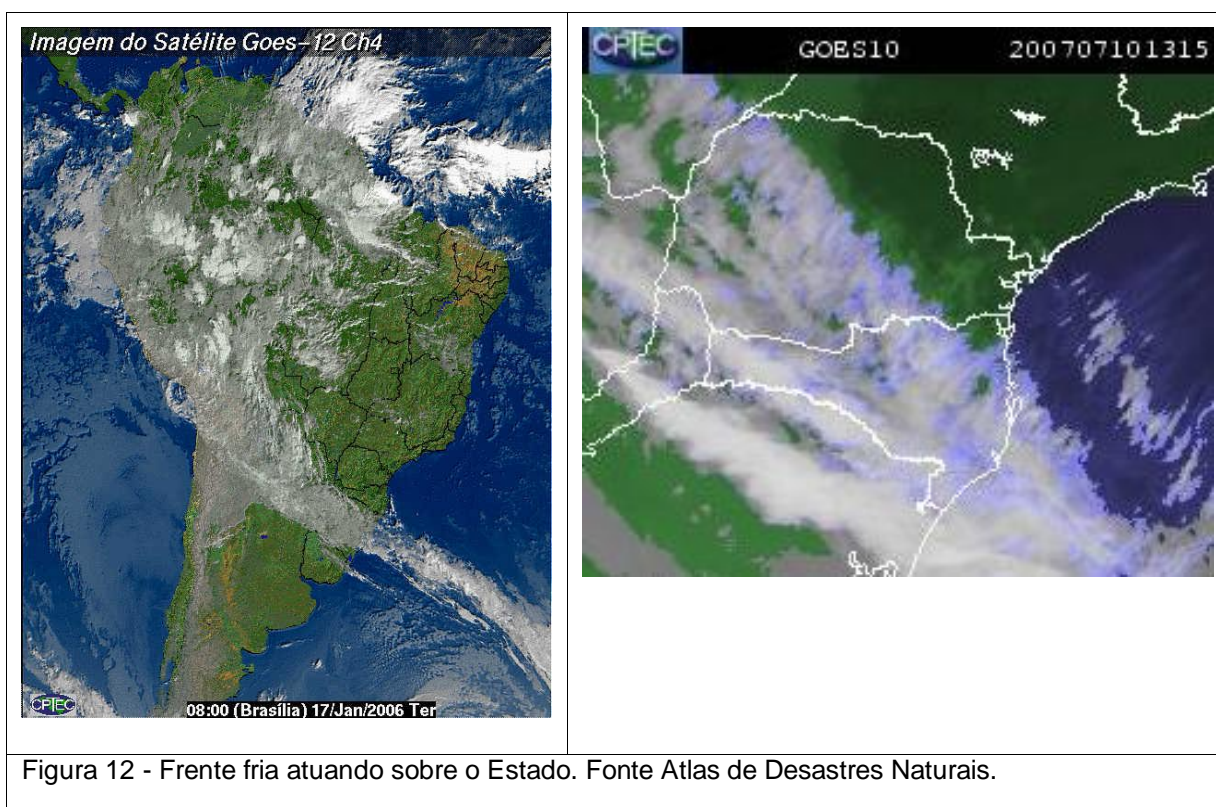
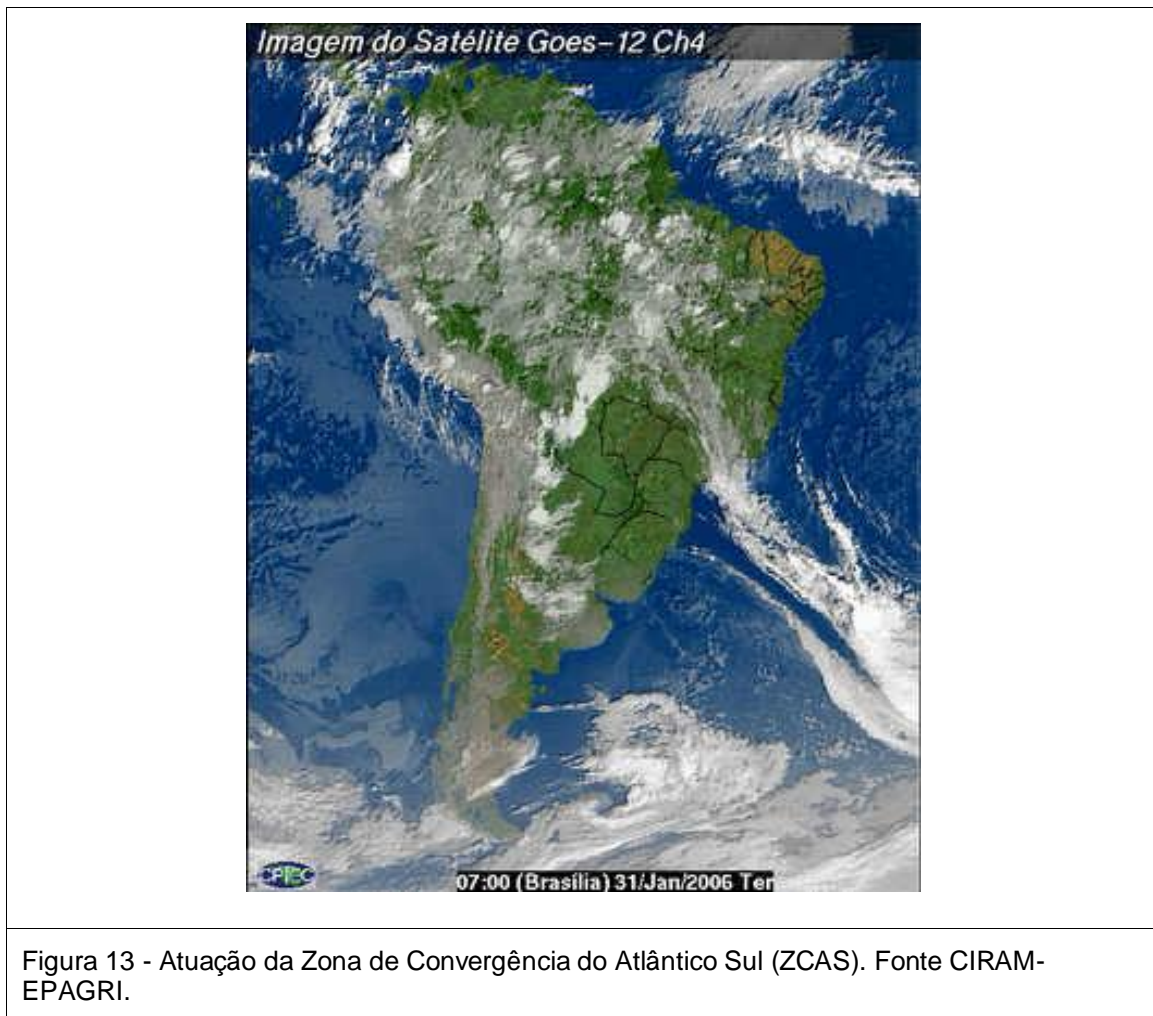


Figura 12 - Frente fria atuando sobre o Estado. Fonte Atlas de Desastres Naturais.

As frentes, quando atuam no verão intensificam processos de convecção tropical, que se caracterizam por grande ascensão de ar devido aos maiores índices de insolação desse período do ano. Esta intensificação gera tempestades com grandes totais de precipitação, ventos fortes e descargas elétricas. No norte do estado a formação de tempestades também é associada em alguns casos pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (figura 13), uma linha alongada de nebulosidade e chuvas que se estende desde o sul do Amazonas, passa pelo centro do país até o norte do Estado de Santa Catarina (MONTEIRO e MENDONÇA, 2006).



Durante o verão pode-se destacar a influência das Massas tropicais e equatoriais. A atuação da Massa Equatorial Continental (mEc) provoca grande aumento das temperaturas e altos percentuais de umidade. Provocam precipitação abundante, principalmente de origem convectiva, acompanhadas

por descargas elétricas. Os altos índices de umidade relativa em combinação com a temperatura elevada provocam uma grande sensação de desconforto térmico. Tal sensação é intensificada pela ação da orografia, fenômeno causado pela ação da topografia, que funciona como uma barreira à umidade. A Massa Tropical Continental (mTc) apresenta baixo teor de umidade, porém ainda assim pode provocar fortes chuvas convectivas, quando ocorre umidade oriunda do Oceano, mas de menor intensidade do que as causadas pela mEc. Geralmente a atuação da mTc provoca dias ondas de calor e estiagem.

O vórtice ciclônico (VC), intensa baixa pressão formada em altitude, quando atua no verão, proporciona aumento significativo da convecção tropical. O VC se propaga, geralmente, desde o Oceano Pacífico, cruza os Andes e freqüentemente causa ciclogênese dando origem a baixas pressões à superfície (SILVA DIAS e MARENGO, 2002).

Esse fenômeno, via de regra, ocorre sobre o litoral, possivelmente devido à presença das serras do Mar, do Leste Catarinense e Geral, já que nesta época do ano está associado aos efeitos orográficos. Esse sistema é muito instável e favorece a ocorrência de temporais com chuva forte em curto espaço de tempo, ventos com rajadas fortes e granizo. Esse tipo de tempo resulta em inundações bruscas, assoreamento e mesmo escorregamentos, principalmente quando o solo já se encontra úmido de chuvas anteriores (MONTEIRO e MENDONÇA, 2006).

Nos meses de outono e inverno ocorre um enfraquecimento das massas de ar Equatoriais e Tropicais e um fortalecimento na entrada de massas polares. Estas declinam as temperaturas e provocam a formação da Frente Polar Atlântica, que tem como características as chuvas frontais seguidas de temperaturas e umidade baixas.

Porém, não é raro o fenômeno de bloqueio atmosférico, resultando pela ação da mTa sobre a mPa. Como consequência deste bloqueio temos o fenômeno conhecido como “veranico”, quando em pleno inverno chega-se a dias com temperaturas máximas absolutas que podem ultrapassar os 30°C

Outro sistema que influi no regime de chuvas do Estado na primavera são os Complexos Convectivos de Mesoescala (figura 14) que são nuvens convectivas formadas no Uruguai e Argentina que atingem o Estado durante a madrugada e provocam chuvas fortes com ocorrência de granizo em algumas ocasiões.

O tempo associado aos CCM's é muito instável com presença de muitas nuvens onde predominam os cumulonimbus e nimbostratus. As chuvas são em forma de pancadas e ocorrem com frequência temporais com chuvas intensas, ventos com rajadas fortes e granizo isolado (MONTEIRO e MENDONÇA, 2006).

A cobertura de nuvens provocada pela ação dos sistemas convectivos também contribui para o aumento das temperaturas na região.

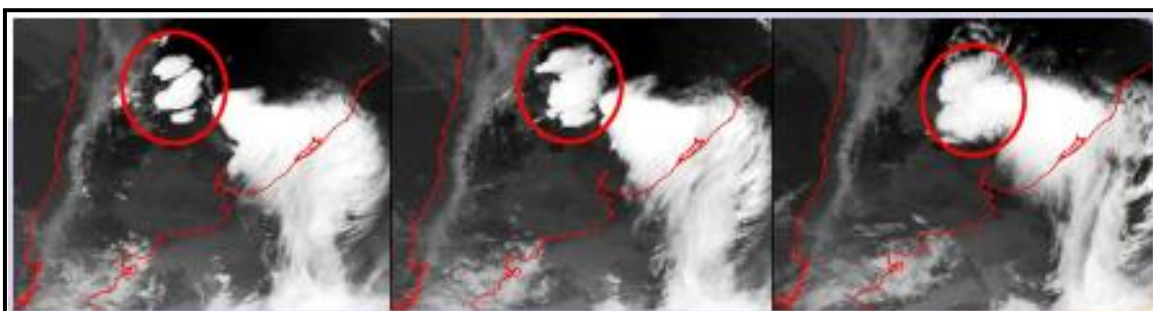


Figura 14 – Atuação do complexo convectivo de mesoescala. Fonte: Atlas de desastres naturais.

#### **4.1 Caracterização do Clima Local**

A classificação de Köppen é de fácil aplicação, uma vez que os parâmetros utilizados, precipitação e temperatura, são registrados mesmo pelas Estações Climatológicas mais simples.

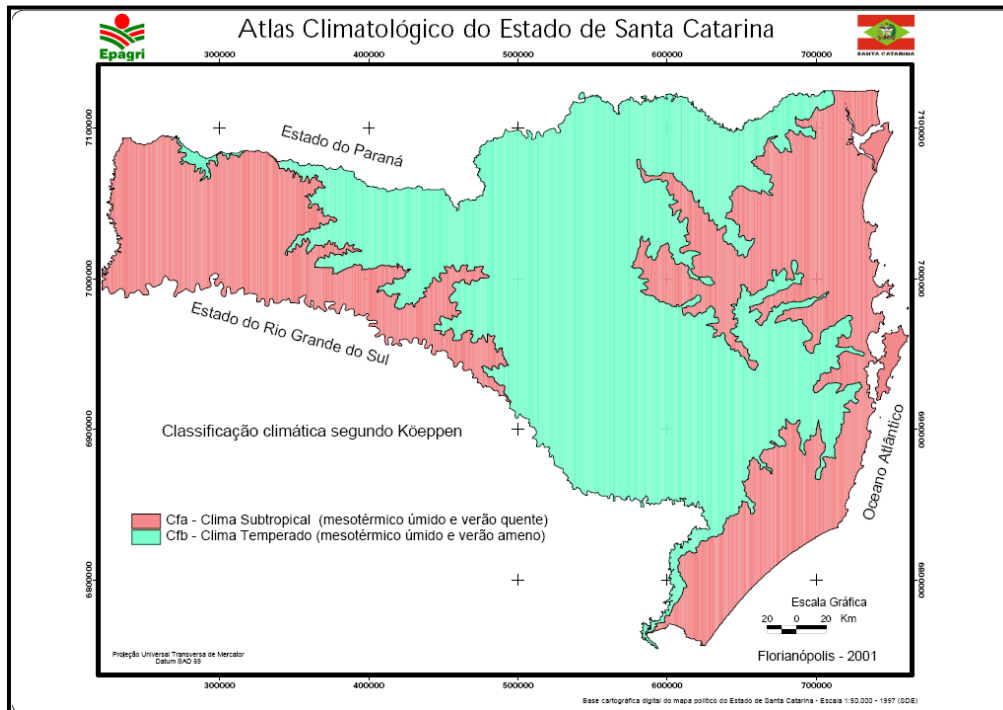


Figura 15 – Classificação de Köppen. Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina

Conforme a classificação de Köppen (figura 15), a área de estudo apresenta tipo climático Subtropical mesotérmico úmido com verão quente. A região apresenta uma grande influência do relevo, particularmente da Serra do Mar que atua como barreira natural à dispersão da umidade trazida do Oceano. Joinville situa-se nas bordas da Baía da Babitonga e do Oceano de onde os sistemas trazem a umidade que encontrando a barreira do relevo intensifica os processos de condensação e precipitação orográfica. Por este motivo os índices de umidade e totais de precipitação apresentam valores maiores que as áreas do planalto.

## 4.2 Insolação

Os índices de insolação variam conforme o zênite solar, gerenciado pelo movimento de translação do Planeta. No hemisfério sul a inclinação dos raios solares fornece radiação mais intensa entre os meses de dezembro a março



durante o verão, embora neste período o aumento da convecção também aumente a cobertura do céu.

A região de estudo apresenta uma insolação variando entre 1600hs à 1800hs (figura 16), tal índice sofre uma variação considerável da nebulosidade oriunda da circulação marítima e intensificação dos sistemas meteorológicos, pela orografia. Estes fenômenos fazem com que a região de Joinville seja uma das regiões de menor taxa de insolação do Estado.

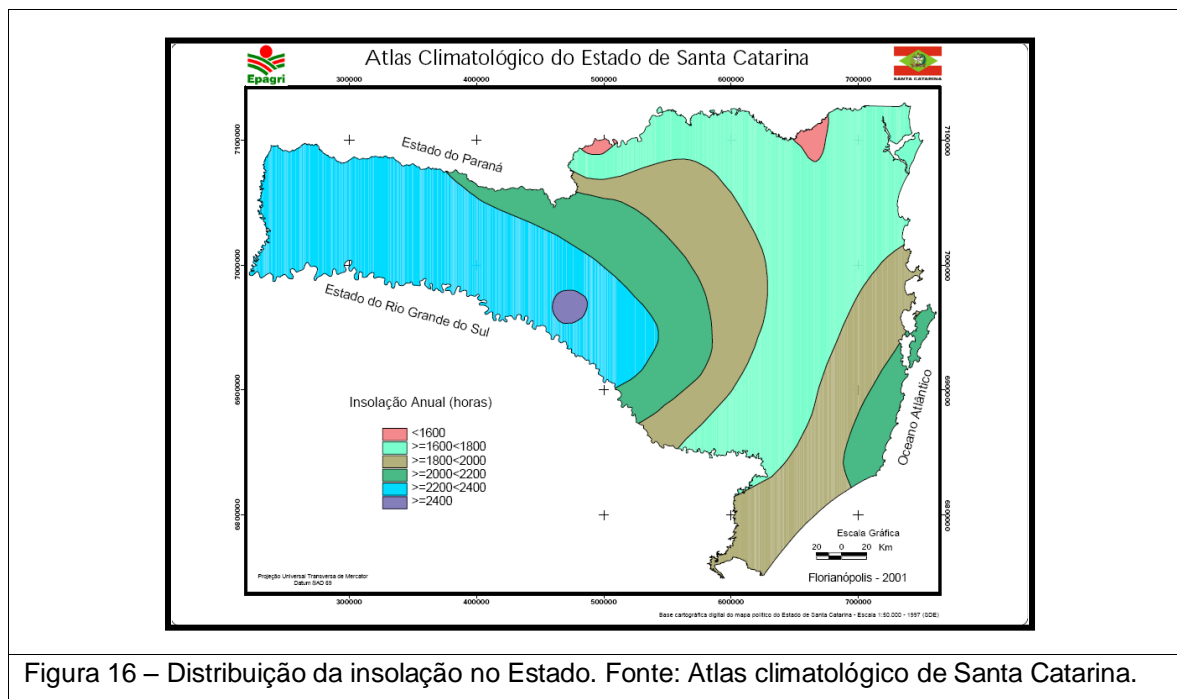


Figura 16 – Distribuição da insolação no Estado. Fonte: Atlas climatológico de Santa Catarina.

### 4.3 Umidade Relativa

A umidade relativa do ar registrada na área de estudo demonstra o comportamento diretamente ligado com duas características básicas, a localização geográfica e a influência do relevo. A cidade de Joinville está localizada na região de maior umidade relativa do Estado e do Litoral (figura 17) e alguns fatores explicam tal característica.

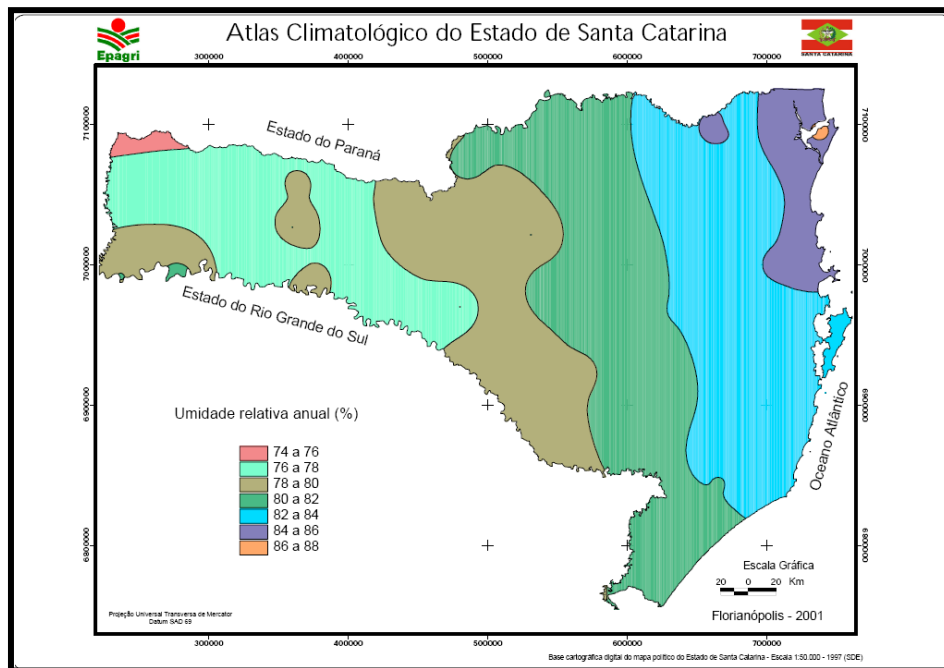


Figura 17 – Distribuição da Umidade no Estado. Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina.

Quanto a localização geográfica, a proximidade com o Oceano faz com que através da circulação marítima a região sofra a influência da umidade trazida do mar pelos ventos principalmente de quadrante Nordeste.

Além desta característica, a Serra do Mar é um fator determinante nos percentuais de umidade relativa. A umidade do ar fica retida pelo relevo que atua como uma barreira concentrando-a. A estes dois fatores soma-se a ainda grande quantidade de vegetação presente principalmente nas regiões próximas a Serra do mar, o que resulta em um considerável valor de evapotranspiração. Tais fatores combinados fazem com que a média anual fique acima dos 75% (gráfico 1)

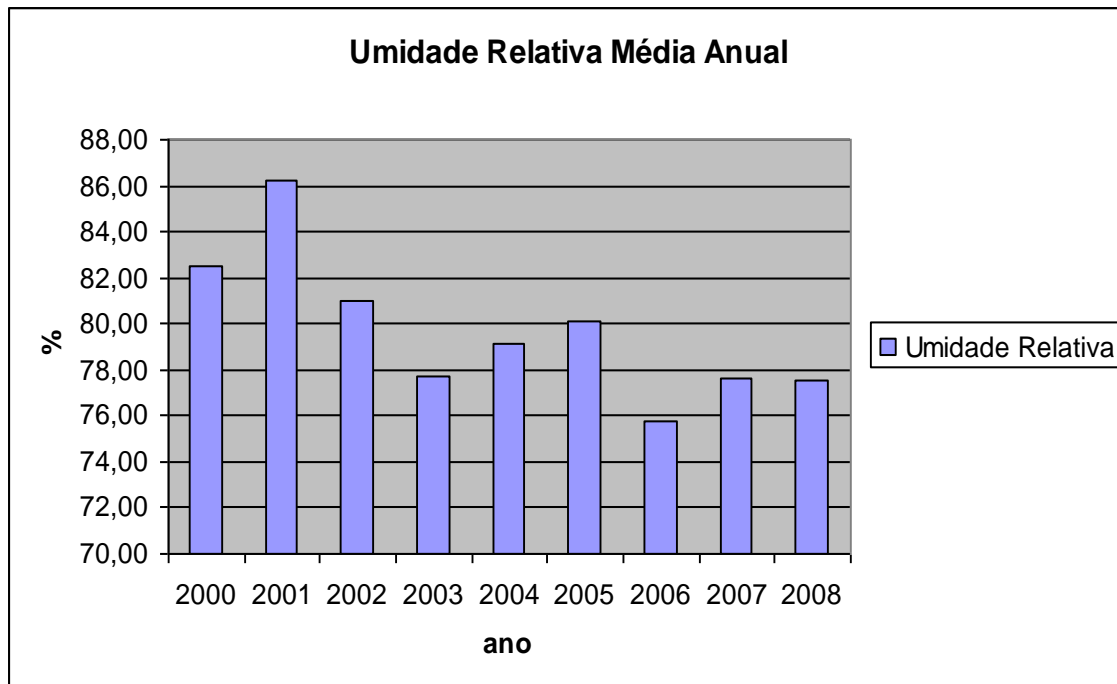


Gráfico 1 – Médias de umidade relativa. Fonte: UNIVILLE.

#### 4.4 Temperaturas

Quanto à variação de temperatura a região de estudo apresenta uma das maiores médias do Estado, em torno dos 20°C (figura 18). As maiores temperaturas ocorrem nos meses de novembro a março, quando existe bloqueio atmosférico, podem ocorrer temperaturas acima dos 30°C nos meses de maio e junho. O gráfico 2 mostra os valores médios de temperatura na região de Joinville.

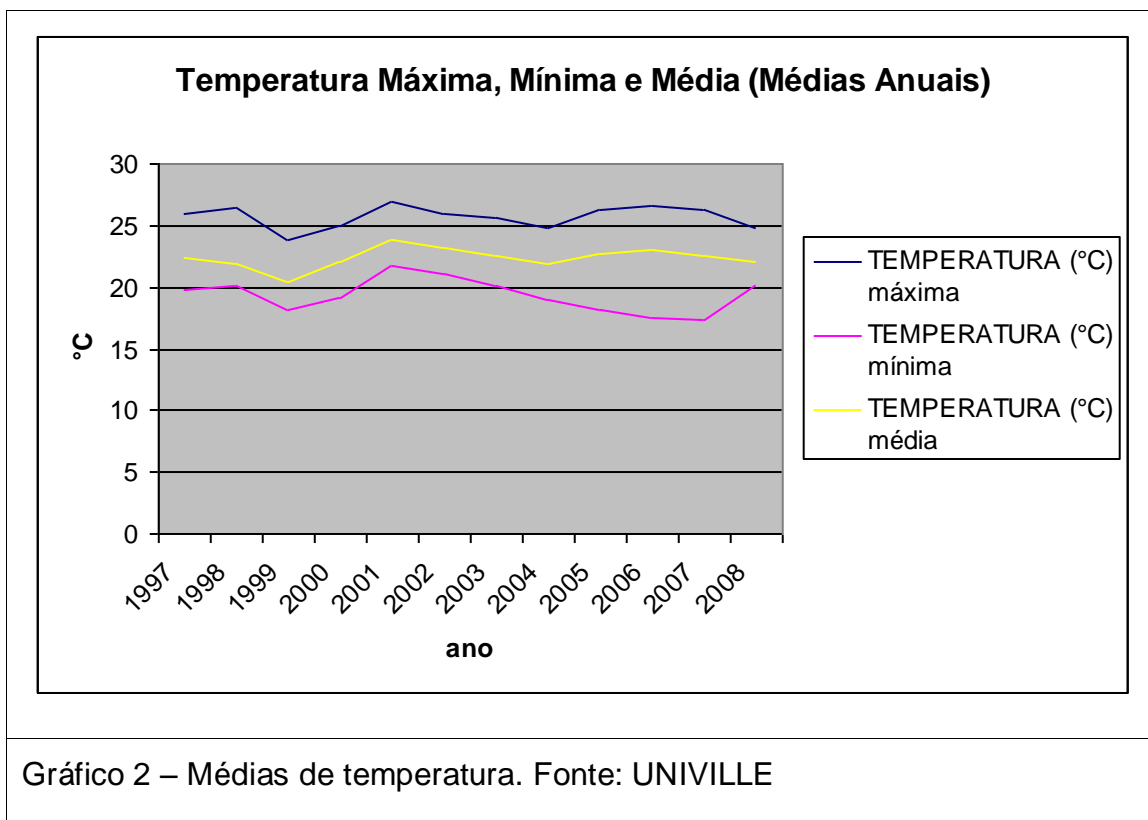


Gráfico 2 – Médias de temperatura. Fonte: UNIVILLE

O fenômeno de bloqueio atmosférico acaba gerando uma massa de ar seco sobre o sul do Brasil, que não permite a entrada de frentes frias, desviando-as para o Oceano. Como consequência podem ocorrer dois fenômenos, dependendo da área de ocorrência do bloqueio.

Quando o sistema acontece mais ao sul do Estado de Santa Catarina o sistema faz com que as frentes frias não consigam chegar ao Estado, sendo desviadas para o mar na região do Rio Grande do Sul, causando assim temperaturas altas e períodos prolongados sem chuvas.

Por outro lado à ocorrência do bloqueio mais ao norte do Estado pode ocasionar o estacionamento das frentes frias que chegam à região, gerando assim grande precipitação e ocorrência de inundações.

Outro fator responsável pelas altas temperaturas na região de Joinville é a localização da cidade, ao fundo de uma Baía e entre duas formações de serra, uma à oeste, conhecida como complexo Serra do Mar e outra a norte-nordeste conhecida por serra das Laranjeiras, pequeno complexo de morros que se localizam na Ilha de São Francisco do Sul.

Os ventos predominantes no verão na região são de nordeste, trazendo ar mais ameno do Oceano Atlântico em direção ao continente. Ao encontrar a Serra das Laranjeiras este ar se eleva. Ao ultrapassar a serra este desce em direção a cidade de Joinville, mas antes passando pelo complexo hídrico Baía da Babitonga. Ao descer o ar carrega umidade chegando na cidade quente e saturado. Este efeito atua sobre o índice de conforto térmico.

O conforto térmico ou índice fisiológico é a soma da temperatura medida com o índice de umidade. Quanto maior for a umidade maior será a sensação de calor. Isso é explicável porque as moléculas de vapor de água são condutores de calor latente liberado pela condensação como calor sensível (AYOADE, 1981).

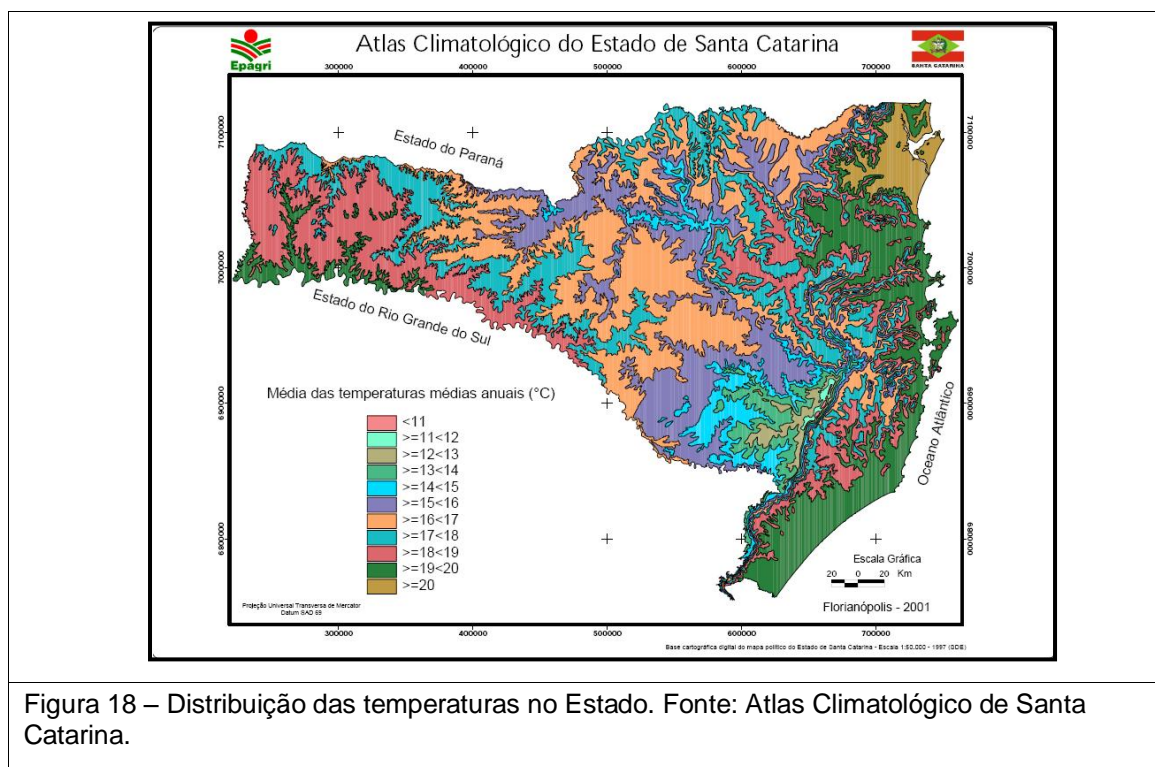


Figura 18 – Distribuição das temperaturas no Estado. Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina.

## 4.5 Pluviometria

Os dados de pluviosidade utilizados nesta análise são de estações localizadas no entorno da área de estudo, foram utilizadas apenas estações

com mais de 10 anos de coleta de dados, colocados a disposição pela Agência Nacional de Águas (ANA) e acessadas através da hidroweb.

A área de estudo apresenta um regime de chuvas que variam entre 1.500mm a 2.000mm (figura 19). Os meses de primavera e verão são registrados os maiores índices de pluviosidade e apesar de não apresentar uma estação seca definida, nos meses de inverno há uma redução considerável nos totais pluviométricos.

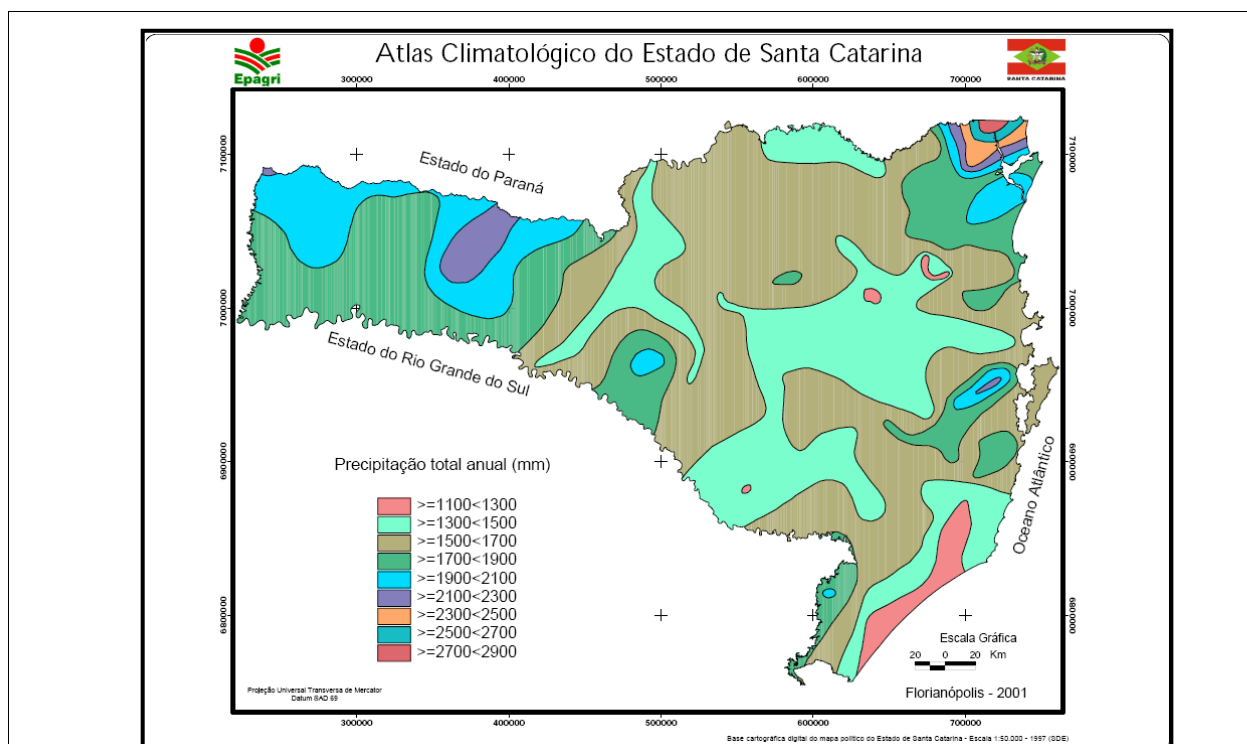


Figura 19 – Distribuição da precipitação no Estado. Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina.

Porém, mesmo com uma significativa redução na quantidade de precipitação nos meses de inverno, a região de Joinville apresenta totais superiores a 1.700mm (gráfico 3), e está entre os maiores totais de precipitação do Estado.

Como já mencionado, a localização geográfica em uma área de constantes choques de massa de ar faz com que a região do Joinville esteja na trajetória das chuvas provocadas pelas frentes frias que entram no Estado.

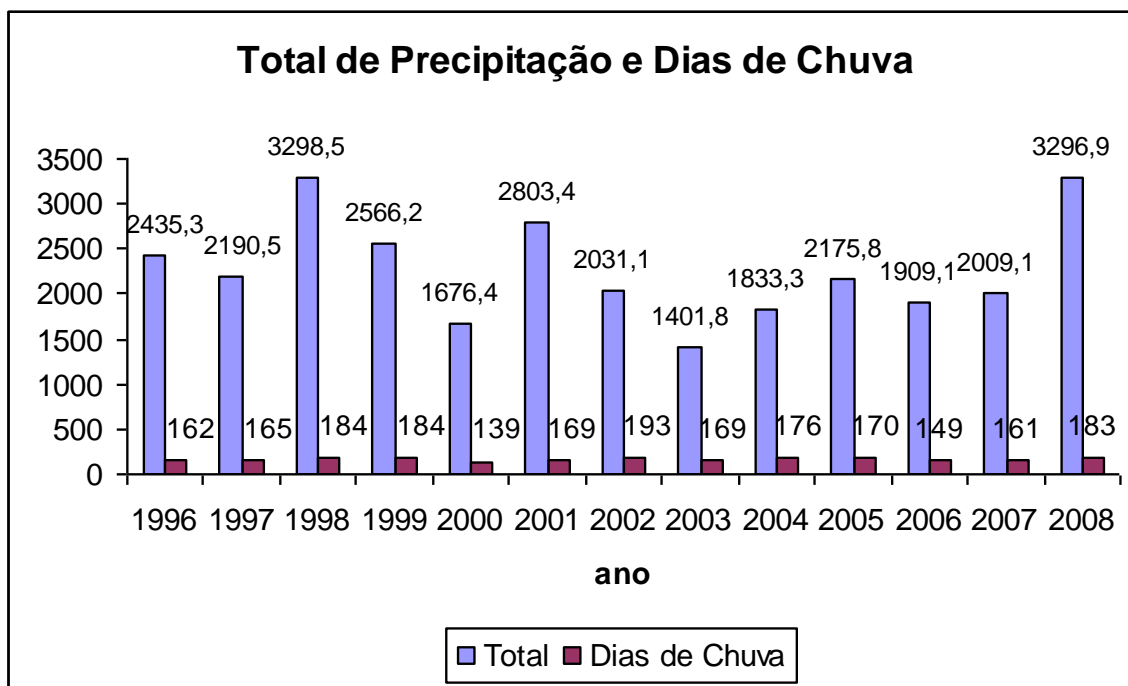


Gráfico 3 – Totais de precipitação e dias de chuva em Joinville. Fonte: UNIVILLE

A proximidade da Serra do mar à Oeste e do Oceano Atlântico à Leste faz com que o efeito orográfico, em combinação com altos percentuais de umidade provoquem totais de precipitação altos, principalmente nas regiões mais próximas a serra, como pode-se observar nos gráficos 4, 5 e 6.

Nesses gráficos estão plotados os dados de precipitação em diferentes estações localizadas na região de Joinville e cidades próximas. Na análise dos resultados observa-se que os municípios mais distantes da Serra do Mar, Araquari e Joinville apresentaram totais de precipitação menores do que os mais próximos da Serra como Guaramirim, Jaraguá e Corupá. Denota, portanto a influencia da orografia na região.

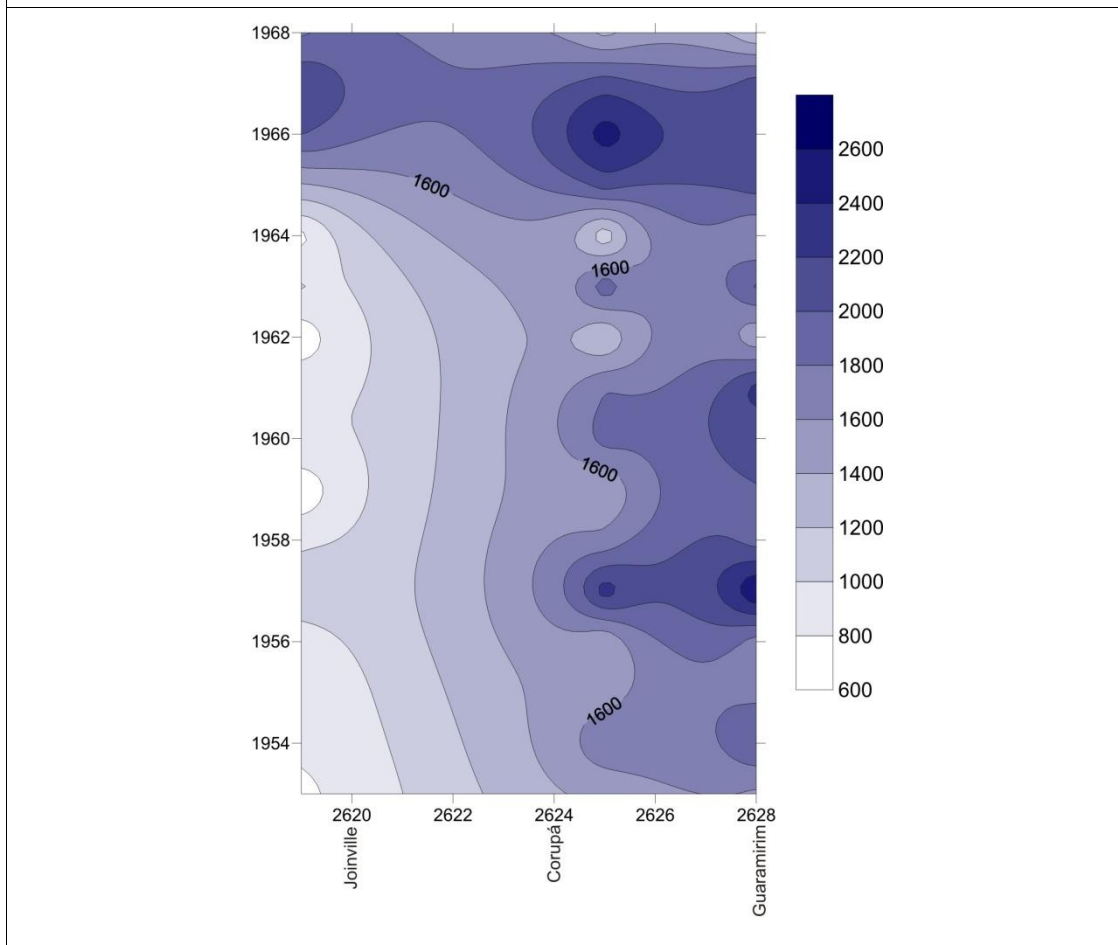
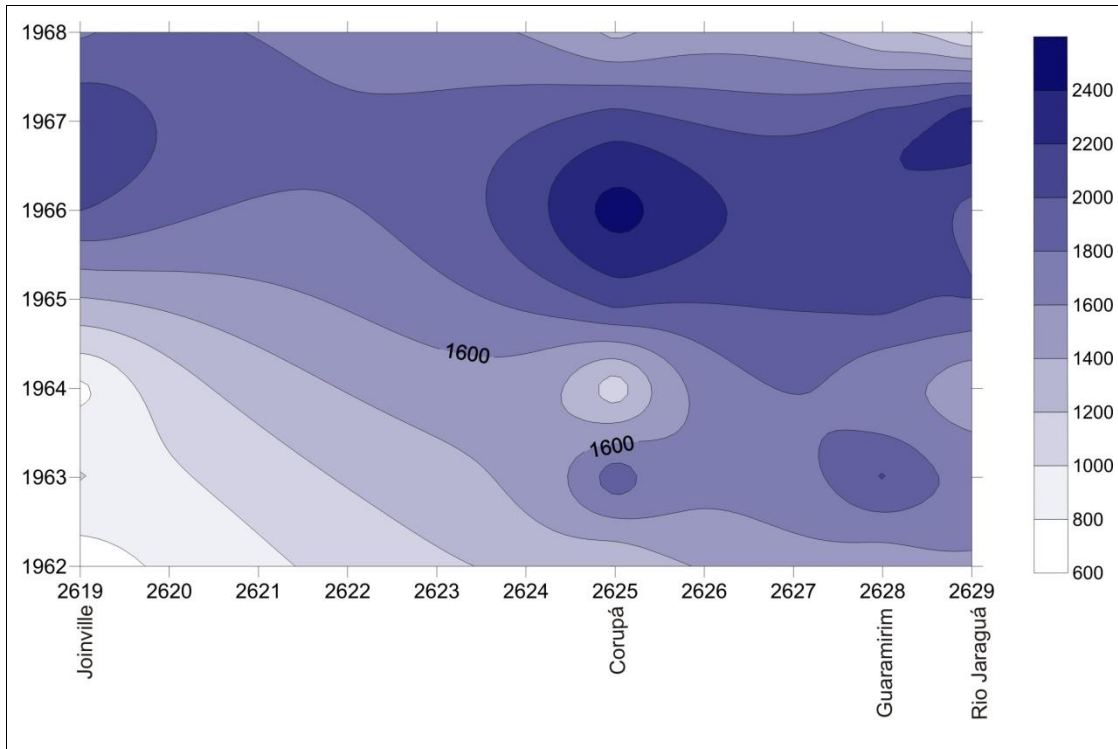


Gráfico 4 – Distribuição da precipitação entre os anos de 1962 e 1968 (acima) e entre os anos de 1953 e 1968 (abaixo). Fonte: Hidroweb.






No gráfico 4 são comparados dois intervalos de tempo, no primeiro foi analisado o período compreendido entre os anos de 1962 e 1968. A maioria das estações apresentavam dados deste período.

O gráfico 4 apresenta os dados compreendidos entre os anos de 1953 e 1968. Ambos mostram que entre os anos de 1965 e 1968 houve um aumento considerável na precipitação, sendo que o município de corupá apresenta os maiores índices pluviométricos, atingindo totais de 2.400 mm.

Conforme a tabela 6 estes anos foram marcados pelo fenômeno El Nino, que se caracteriza como uma anomalia positiva da temperatura da superfície do Oceano Pacífico, que como consequência provoca chuvas acima da média no sul do Brasil (INPE, 2002).

El Nino		La Nina	
1877 - 1878	1888 - 1889	1886	1903 - 1904
1896 - 1897	1899	1906 - 1908	1909 - 1910
1902 - 1903	1905 - 1906	1916 - 1918	1924 - 1925
1911 - 1912	1913 - 1914	1928 - 1929	1938 - 1939
1918 - 1919	1923	1949 - 1951	1954 - 1956
1925 - 1926	1932	1964 - 1965	1970 - 1971
1939 - 1941	1946 - 1947	1973 - 1976	1983 - 1984
1951	1953	1984 - 1985	1988 - 1989
1957 - 1959	1963	1995 - 1996	1998 - 2001
1965 - 1966	1968 - 1970		
1972 - 1973	1976 - 1977		
1977 - 1978	1979 - 1980		
1982 - 1983	1986 - 1988		
1990 - 1993	1994 - 1995		
1997 - 1998	2002 - 2003		
2004 - 2005	2006 - 2007		

Legenda:			
----------	---	--	---




Legenda:			
----------	---	---	---

Tabela 6 – Anos de ocorrência do fenômeno Enso. Fonte IBGE.

Se compararmos os dados obtidos no gráfico 4 com os anos de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Nina podemos observar uma correlação. Até o ano de 1965 houve em todas as estações um menor índice de precipitação. Nestes anos tivemos a presença do fenômeno La Nina, caracterizado pelo resfriamento da temperatura superficial do Oceano Pacífico, e por consequência provocando uma diminuição nos totais de precipitação no

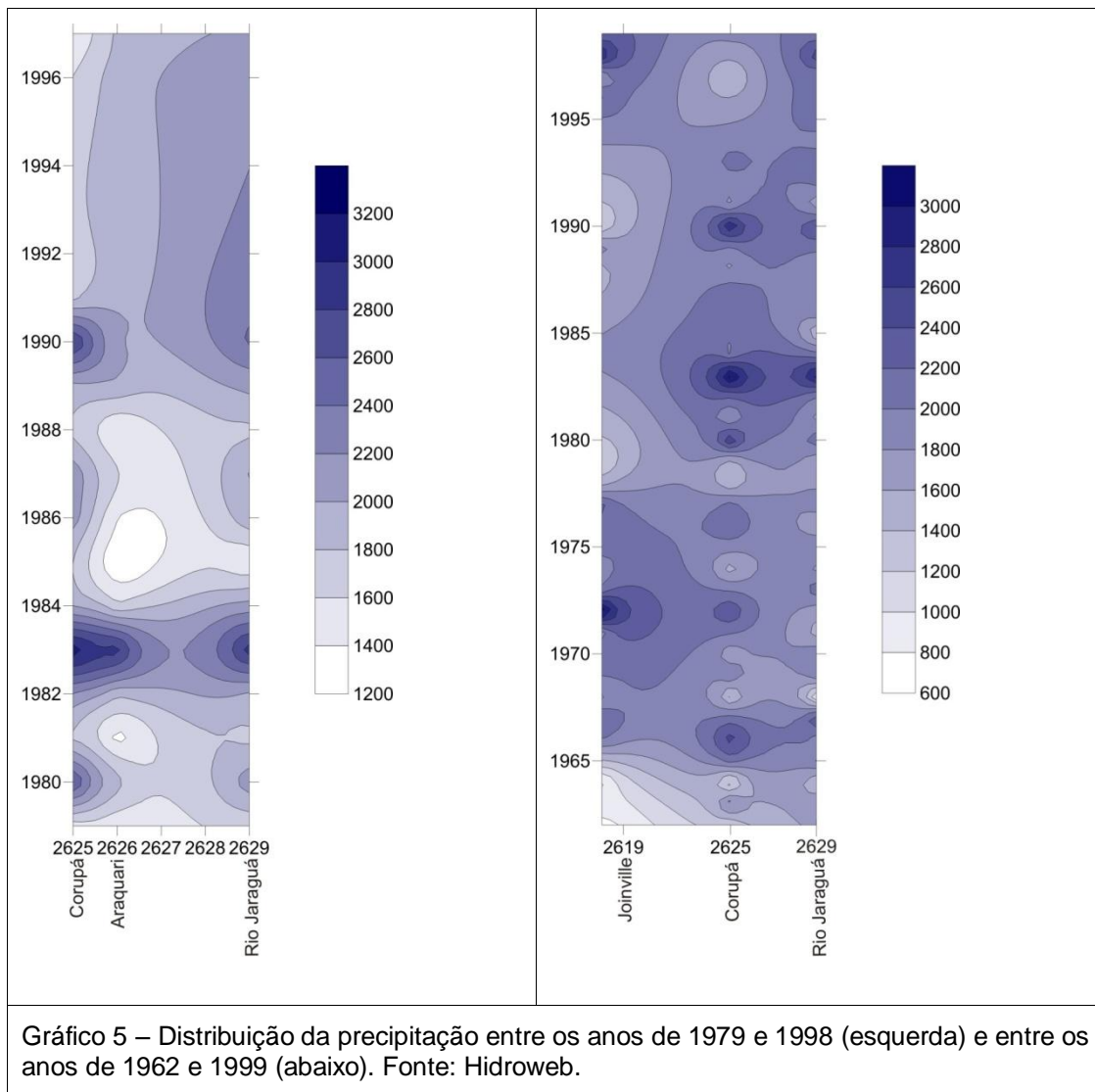
Estado. A mesma correlação pode ser notada entre os anos de 1954 e 1956, que conforme o gráfico 4 apresentaram uma queda nos totais de precipitação coincidindo com a ocorrência do La Nina.

Conforme a tabela 6 os anos de 1965 e 1966 foram marcados pela ocorrência do fenômeno El Nino, quando o total de precipitação aumentou consideravelmente.

O El Niño caracteriza-se como uma anomalia positiva da temperatura da superfície do Oceano Pacífico, que aumenta os índices de precipitação na região Sul do Brasil (INPE, 2002).

Entre 1956 e 1958 ocorre uma elevação dos totais, provocados provavelmente pela ocorrência do fenômeno El Niño, conforme tabela 6.

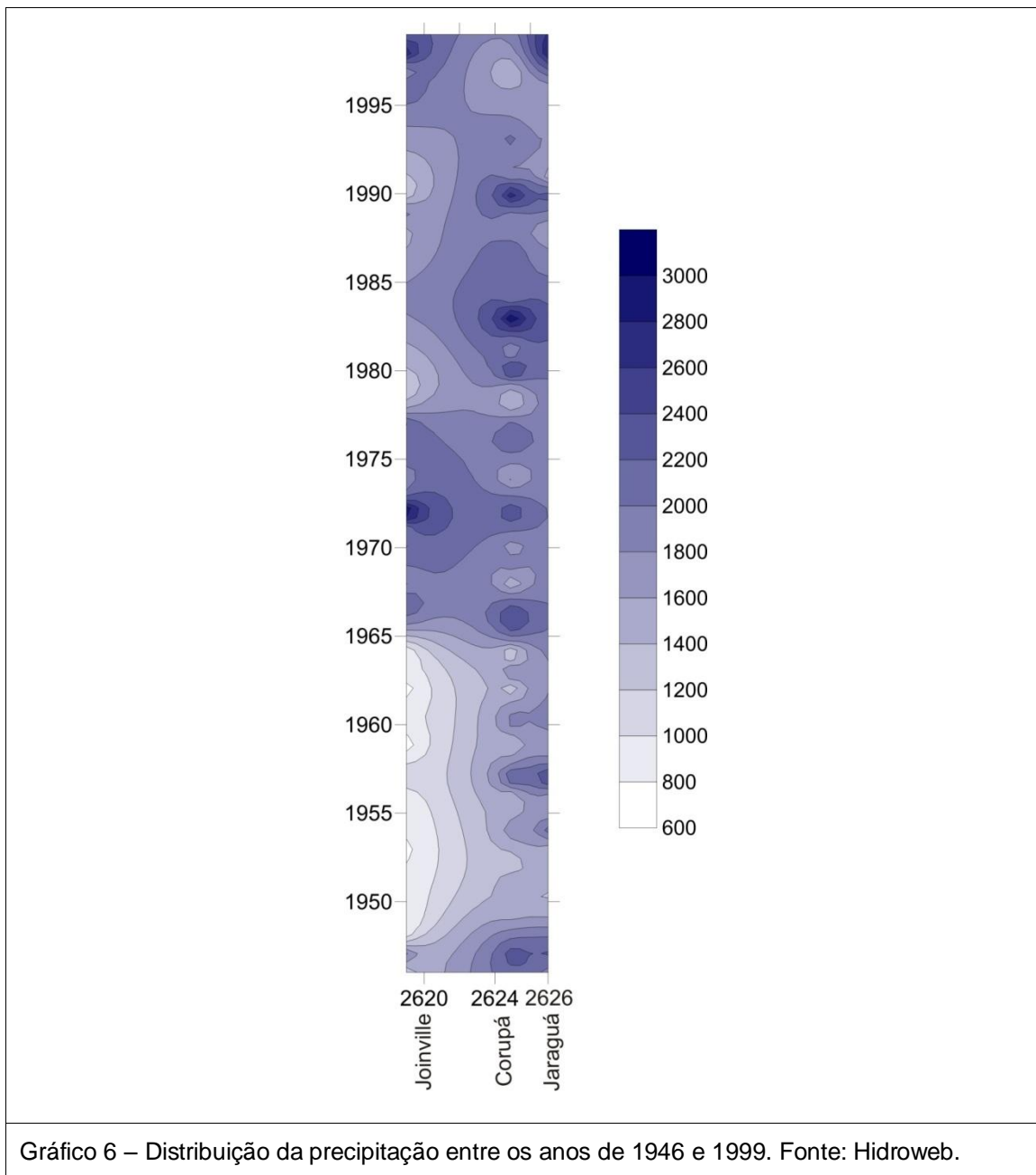
No gráfico 5 são comparados os períodos compreendidos entre os anos de 1979 à 1998 e 1962 à 1998. Novamente comparando-se os totais de precipitação com os anos de ocorrência dos fenômenos El Nino e La Nina denota-se uma relação.



Entre os anos de 1982 e 1984 sob influência do fenômeno El Niño há um aumento significativo da precipitação. O mesmo ocorrendo entre 1970 e 1975.

Porém, no período compreendido entre os anos de 1984 a 1986 não houve correlação, talvez explicada pela magnitude do fenômeno que foi de moderado a fraco.

Porém, em uma análise geral demonstrada no gráfico 6 também é notável a influência dos dois fenômenos sobre os totais de precipitação na região nordeste o Estado de Santa Catarina.



#### 4.6 Ventos

Para a caracterização dos ventos na região foram utilizados os dados das estações de São Francisco do Sul. A escassez de postos de medição de ventos na região de estudo tornou-se um problema para a caracterização de tal parâmetro.

A região apresenta ventos predominantes de quadrante Leste. No verão o predomínio é de ventos oriundos de quadrante Nordeste, acompanhando a atuação das massas tropical continental e atlântica, trazendo ventos quentes para a região (ATLAS AMBIENTAL DA REGIÃO DE JOINVILLE, 2002)

Nos meses de inverno o quadrante predominante é Sudeste-Sudoeste, acompanhando o movimento da massa de ar polar que declina as temperaturas. A média dos ventos segundo a Estação Meteorológica de São Francisco do Sul fica em torno do 10km/h (gráfico 7).

Nos meses de outono, são mais comuns as entradas das primeiras massa de ar polar, com isso, ocorrem ventos de quadrante Sul ou Sudeste, Porém, podem também ocorrer ventos oriundos do quadrante Leste.

Na primavera, são comuns as instabilidades, a entrada de frentes que se chocam com a massa quente (que começa a tomar força) provoca ventos de Sul, porém que progridem rapidamente para Lestadas que podem durar vários dias.

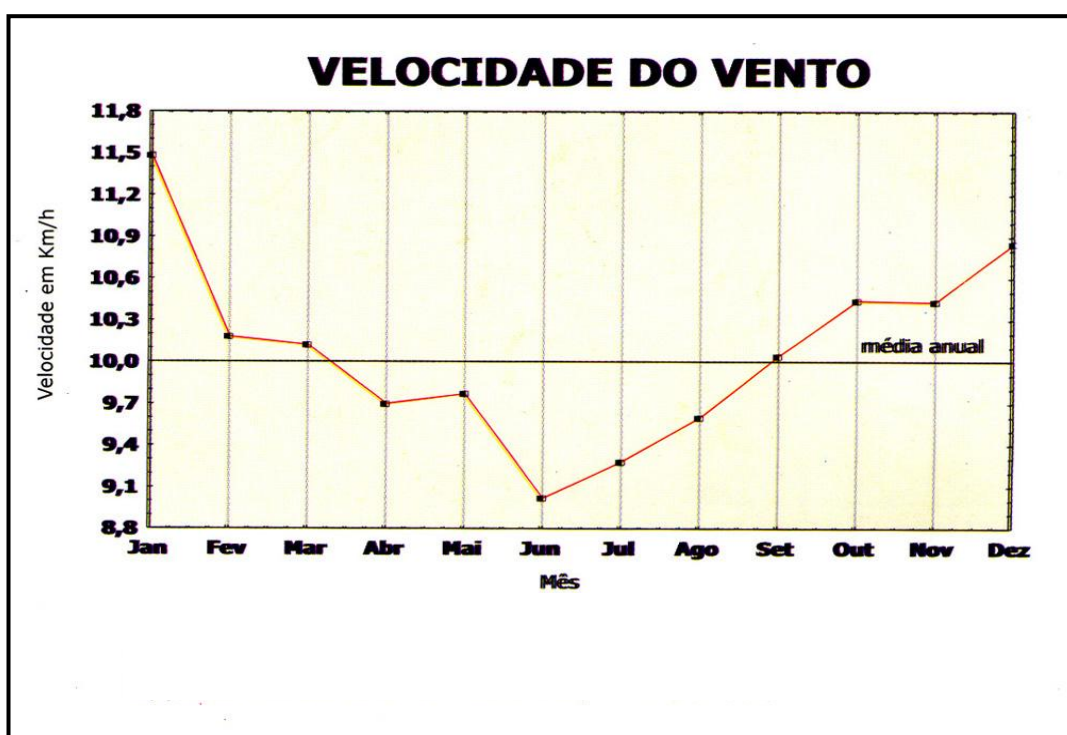


Gráfico 7 – Média anual de velocidade dos ventos, estação São Francisco do Sul. Fonte: Atlas Ambiental da Região de Joinville.

## 5. Resultados e Discussões

Em análise dos dados obtidos através das imagens Landsat podemos notar que nas imagens dos anos de 2002 e 2005 (figuras 20) comprova-se a ocorrência de ilhas de calor localizadas principalmente na região do Distrito industrial da Tupy, localizada à sudeste do Morro do Boa Vista. Nesta região registrou-se valores de temperatura de até 32°C na imagem de 2002 e próximos dos 30°C na imagem de 2005. Outras áreas que apresentaram diferenças de temperatura elevadas também encontram-se nos arredores de indústrias.

Elevadas temperaturas, como as registradas no distrito Tupy, também foram observadas em pontos do distrito industrial de Pirabeiraba. Tal região também é caracterizada pela alocação de diversas empresas de grande área construída e grande emissão de calor por seus processos produtivos.

A Tupy Termotécnica tem como processo principal o beneficiamento de aço e ferro fundido, processo esse que libera uma grande quantidade de energia em forma de calor. Além disso, a indústria localiza-se no bairro Boa Vista, o mais populoso da cidade, contribuindo ainda mais com a energia antropogênica produzida na região.

Esta situação também pôde ser verificada nas ilhas de calor diagnosticadas pela imagem na região industrial de Pirabeiraba. A ocorrência de áreas mais quentes presentes nas imagens está relacionada novamente a processos produtivos de fundição. As ilhas de calor encontradas ao norte da cidade são provocadas por processos similares ao da Termotécnica Tupy, porém em uma escala produtiva menor.

Pequenas áreas mais quentes foram também localizadas no oeste do morro do Boa Vista, principalmente na imagem de 2005. Nestas localizam-se o Centro de Eventos Cau Hansen, que apresenta uma grande área coberta com

telhas de zinco. Tal superfície aumenta a irradiação de energia intensificando o calor nestas áreas.

Em outra área destacada nas proximidades do Centro de Eventos está localizada a empresa Husky, que atua na área têxtil. Esta empresa possui caldeiras e uma chaminé para a emissão de gases oriundos do processo de produção. Porém, acredita-se que o destaque nas imagens seja em virtude desta emissão localizar-se no centro da cidade, em uma área de pouca dinâmica de ventos, cercada de prédios, concentrando assim a emissão da chaminé no entorno da empresa.

As figuras 20 e 22 mostram o resultado do tratamento da banda termal 6 do satélite LANDSAT. Nestas foram aplicados os índices de vegetação (NDVI), porém com as cores invertidas, assumindo assim colorações mais esverdeadas as áreas com menos temperatura e cores mais avermelhadas para áreas que apresentam temperaturas mais altas.

O índice de vegetação quando aplicado, classifica as superfícies através da diferenciação da irradiação dos materiais. É bastante utilizado para a diferenciação de áreas construídas e áreas com vegetação. Por este motivo pode ser utilizado para a diferenciação de temperatura destas áreas (INPE, 2002).

Um fator importante para a classificação das bandas termais é a condição atmosférica na data de passagem do satélite. Conforme o sistema atuante, pode-se ter uma diferenciação ou mascaramento nas respostas de irradiação das superfícies..

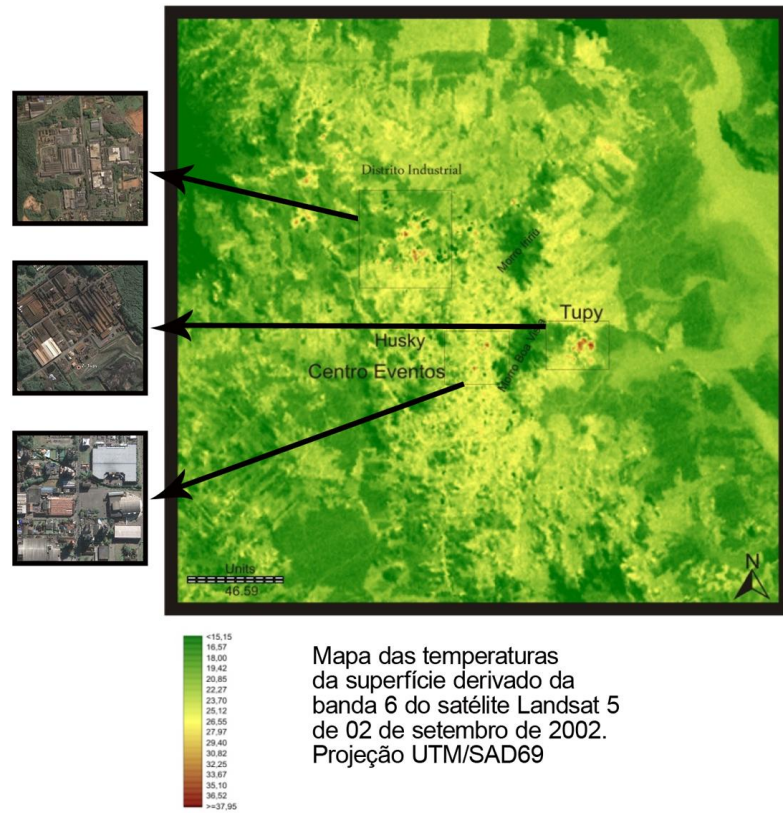
As condições atmosféricas podem ser aferidas inicialmente pela figura 21, que apresenta as trajetórias das frentes frias pelo Brasil nos meses de setembro de 2002 e 2005, quando foram tomadas as imagens trabalhadas. Na data de passagem das imagens a atmosfera estava sob a influência de sistemas pós-frontais.

O último sistema frontal do mês de agosto de 2002 esteve associado a uma ciclogênese intensa localizada próximo ao litoral do Rio da Prata. Este sistema deslocou-se para a Região Sudeste, posicionando-se no Rio de

Janeiro no primeiro dia de setembro e atingindo Salvador-BA, no dia 03 (CLIMANÁLISE, 2002).



TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE (em °C) - 2002



TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE (em °C) - 2005

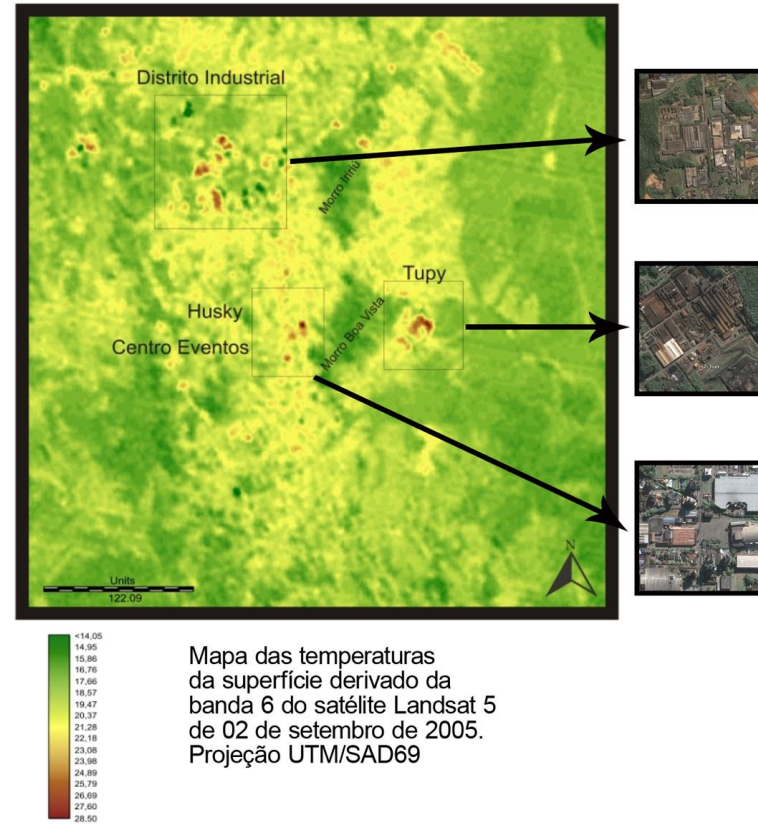


Figura 20 – Localização das áreas maior temperatura nos anos de 2002 e 2005. Fonte: Elaborado pelo Autor

A imagem foi tomada no dia 2 de setembro depois da passagem do sistema de instabilidade (figura 21). Sendo assim, a atmosfera na região de Joinville encontrava-se com baixo teor de umidade, melhorando ainda mais a qualidade da classificação da imagem e identificando mais claramente as áreas mais quentes.

No ano de 2005 a imagem também foi tomada no dia 2 de setembro. O último sistema frontal do mês de agosto, que se encontrava no litoral de Santos-SP no dia 31, posicionou-se em Ubatuba-SP no início deste mês. Nos dias subsequentes, a frente fria avançou pelo interior das Regiões Centro-Oeste e Norte, deslocando-se para o oceano no dia 04 (CLIMANÁLISE, 2005).

Novamente a atmosfera apresentava-se sob condições pós-frontais (figura 21) e pela ação de uma massa polar que normalmente é fria e seca. Com isso, a imagem de 2005 também destaca as áreas de maior temperatura, a partir da diferenciação entre as áreas construídas da cidade e com vegetação. As primeiras áreas construídas absorvem mais calor em virtude da composição de seus materiais como concreto, asfalto e vidro, enquanto a vegetação apesar de absorver muito calor por ser escura, o consome para realizar a fotossíntese liberando-o em menor quantidade para a atmosfera.

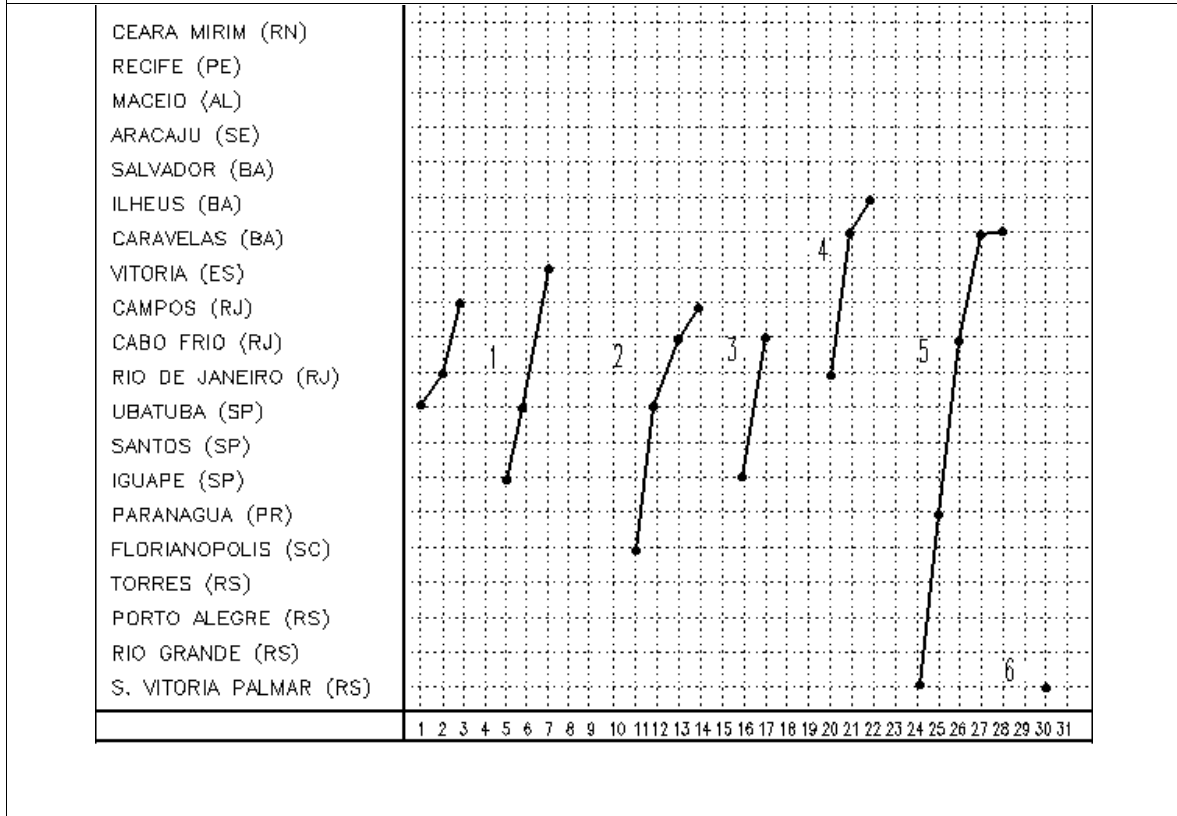
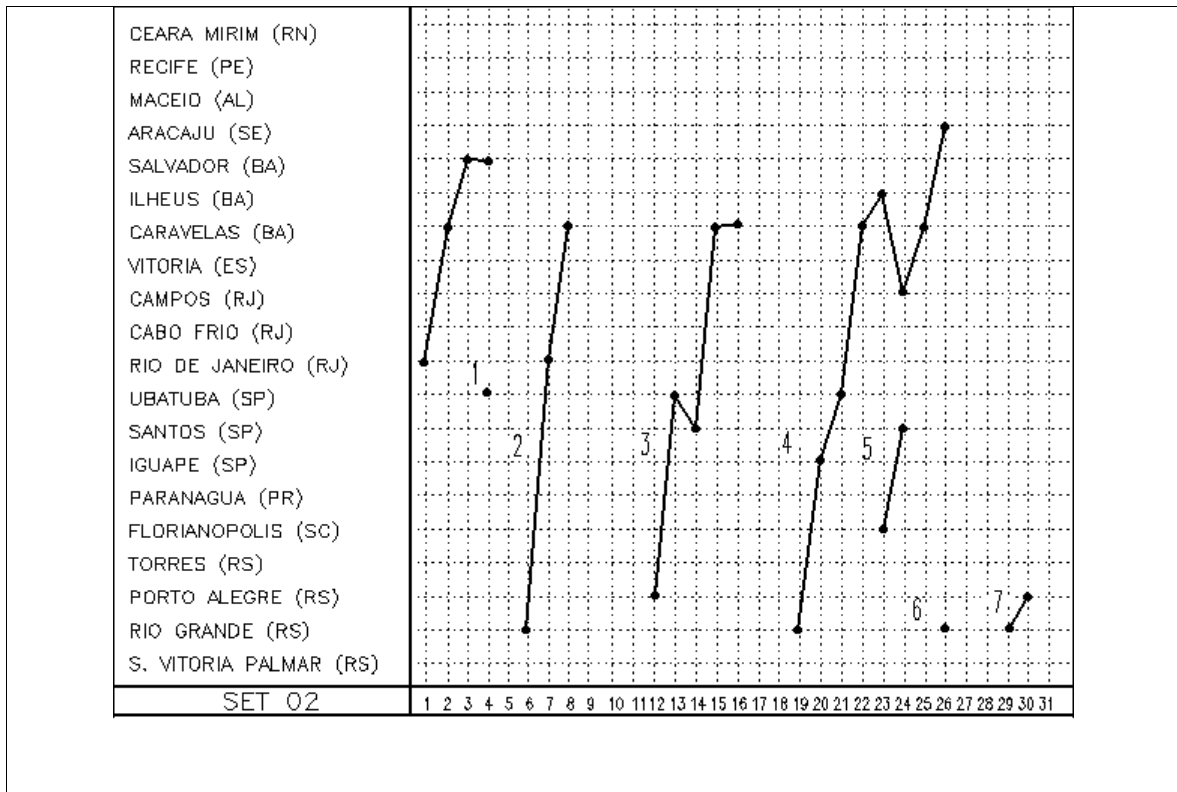
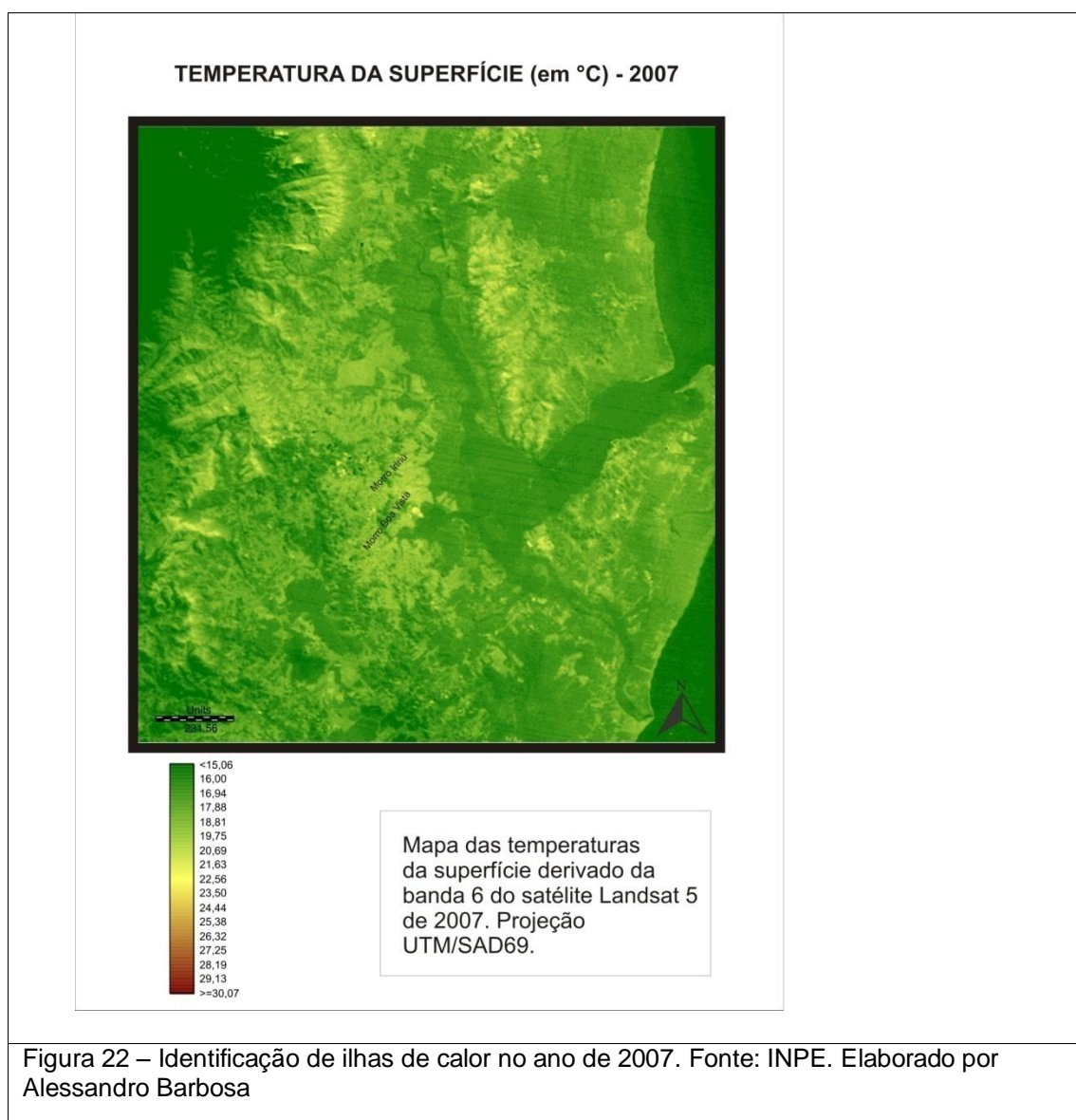


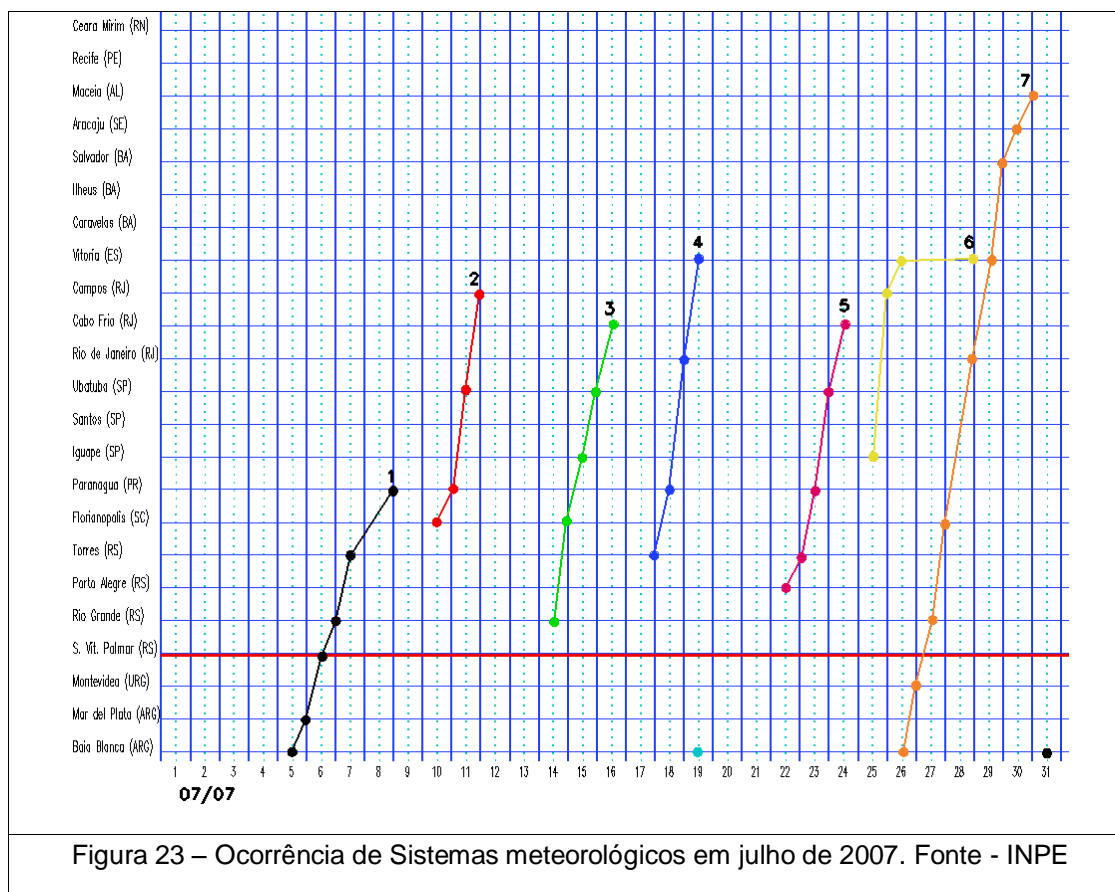
Figura 21 – Ocorrência de sistemas atmosféricos setembro de 2002 (acima) e setembro de 2005 (abaixo). Fonte - INPE

Na imagem do ano de 2007 (figura 22) as diferenças de temperatura não ficam tão nítidas. Neste caso o sistema meteorológico atuante pode explicar um processo de interferência causado pela atmosfera no momento de passagem do satélite. Conforme a figura 23 na data de passagem do satélite, a atmosfera estava sob a ação de um sistema pré-frontal. Tal sistema é caracterizado pela grande umidade do ar. Esta umidade atua sobre a reflexão das superfícies. Acredita-se que por este motivo não foram diagnosticadas áreas mais quentes na imagem.



O primeiro sistema frontal ingressou pelo interior e litoral do Rio Grande do Sul no dia 06. Esta frente fria deslocou-se até o litoral de Paranaguá-PR, onde se posicionou às 00:00 TMG do dia 09. Os acumulados diários de precipitação excederam 50 mm em algumas cidades no norte do Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, como os registrados em São Joaquim-SC (81,8 mm) e Campos Novos-SC (73 mm) no dia 09 (CLIMANALISE, 2007).

A figura 23 mostra que a frente passou por Florianópolis no dia 8, um dia após a tomada da imagem. Isso demonstra que a mesma foi captada sob a influência de condições pré-frontais, que normalmente se caracterizam pelo aumento da temperatura e umidade.



Não foram aplicados para este trabalho processos de correção atmosférica das imagens. Decidiu-se que deveriam ser mantidos os parâmetros

originais da imagem, pois assim, entende-se que as imagens relatam a real situação da superfície.

Para a validação dos dados de temperatura capturados pelo sensor, utilizou-se os dados da Estação Meteorológica UNIVILLE dos dias de passagem do satélite. Porém, como o horário de leituras dos dados não coincide com o horário de passagem dos satélites, utilizou-se uma média das leituras das 9:00 horas e das 15:00 horas. Os dados estão representados na tabela 7.

Ano	02/09/2002	02/09/2005	06/07/2007
Temp. 9:00h	13,0°C	18,2°C	16,2°C
Temp. 15:00	19,5°C	24,8°C	17,8°C
Média	16,5°C	21,5°C	17°C
Amplitude Térmica	6,5	6,6	1,6

Tabela 7 – Dados de temperatura dos dias de passagem do satélite. Fonte: Estação Meteorológica UNIVILLE.

Comparando-se os dados obtidos no pixel referente à localização da estação meteorológica e os dados lidos na mesma estação notou-se uma diferença de 1°C a 3°C, que segundo estudos feitos por Freitas (2006) estão dentro do limite aceitável, considerando-se o efeito da atmosfera entre o sensor e o alvo na superfície.

Quanto à comparação nas imagens das áreas diagnosticadas com ilhas de calor e áreas com arborização pode-se notar pelos gráficos que a diferença de temperatura chega acima dos 10°C em algumas regiões. Em um primeiro momento de análise considerou-se esta diferença muito alta, porém ao analisar mais a fundo as áreas foi possível averiguar que as áreas mais frias estão localizadas principalmente nos topos do Morro do Boa Vista e Morro do Iririú e nas áreas próximas a serra Dona Francisca.

Esta diferença grande de temperatura demonstrada pela imagem pode ser explicada pelo efeito da altitude e da intensa presença de vegetação. Como as áreas em que as ilhas de calor foram encontradas são caracterizadas por uma grande liberação de calor do processo produtivo, principalmente oriundo de fornos para fundição de ferro e aço, estes valores são explicáveis.

### 5.1 Análise dos Dados de Campo

As coletas foram feitas com a ajuda de pessoas que moravam próximas aos locais selecionados e as medições realizadas de hora em hora. A primeira medição foi realizada às 6:00h e a última as 18:00h. Os dados são apresentados no gráfico 8.

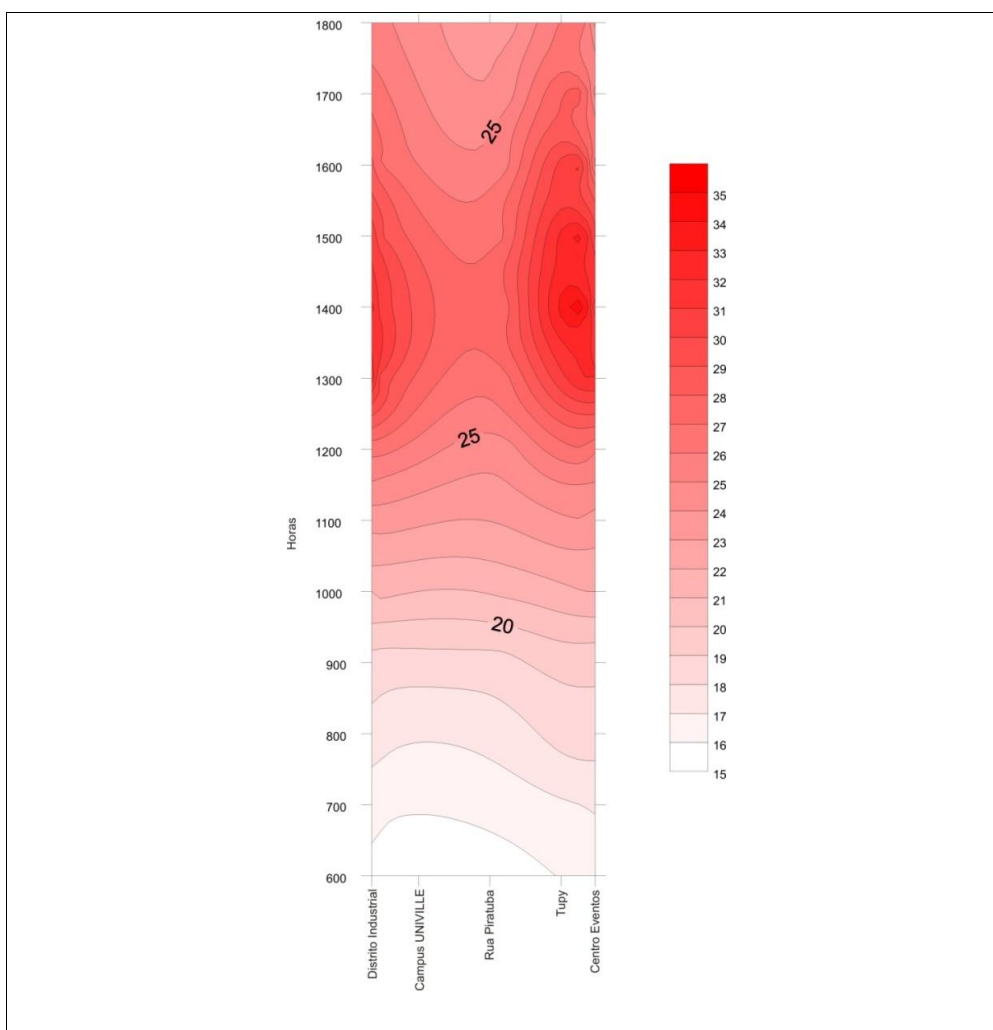


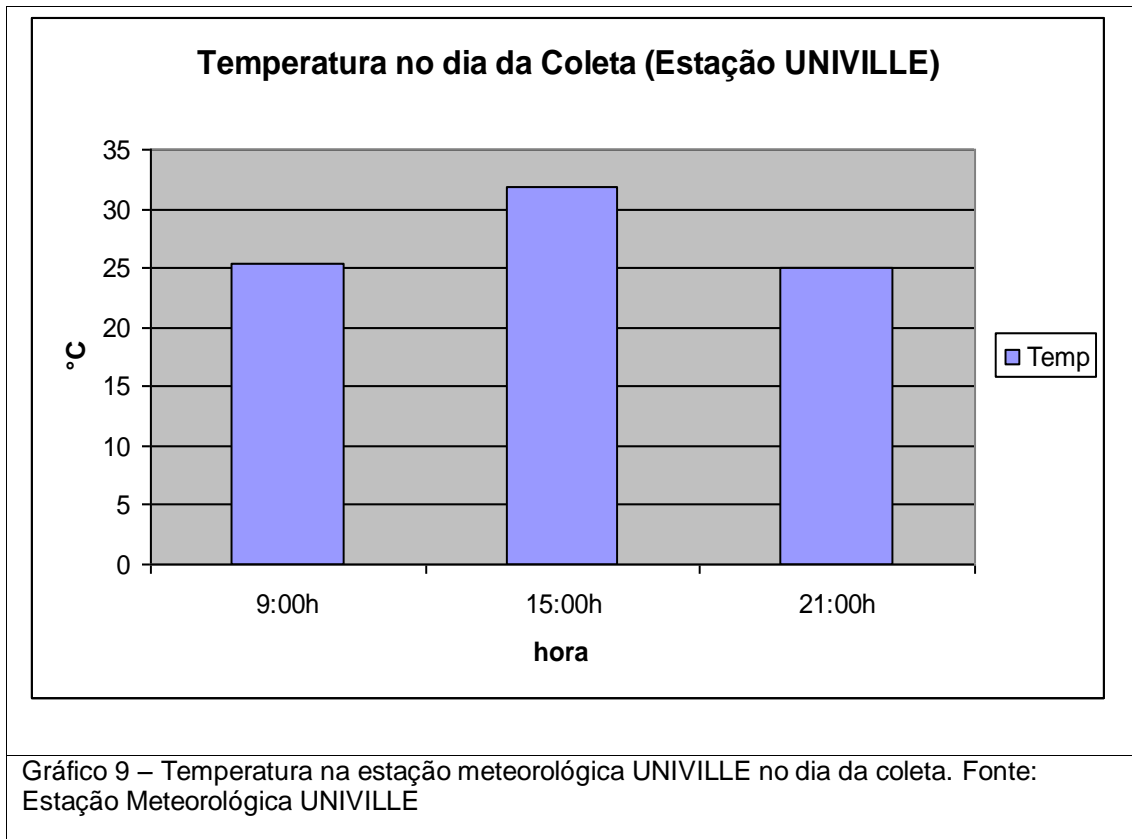
Gráfico 8 – Temperaturas coletadas em campo no dia 15 de novembro de 2008. Elaborado por Alessandro Barbosa

Em análise aos dados pode-se notar que as maiores temperaturas foram registradas nas proximidades do distrito industrial, centro eventos Cau Hansen e distrito industrial Tupy. Já nas proximidades do campus Universitário e na rua Piratuba, que se localiza entre os Morros do Boa Vista e Iririú as temperaturas são mais amenas. Este fato pode ser explicado devido a grande presença de vegetação nos morros e na localidade do Campus, esta vegetação ameniza as temperaturas. Quanto a maior temperatura registrada, o resultado foi o esperado, nas proximidades da Termotécnica Tupy foi registrada a temperatura de 35°C, denotando o efeito de ilha de calor constatada nas imagens termais. No dia da coleta não foi registrado grande interferência do vento, sendo que a maior ocorrência registrada foi de 0,5m/s na região do Campus Universitário. Porém, em geral em todos os pontos apresentou-se um perfil de calmaria. Este efeito é comum em Joinville, que é caracterizada pela fraca ocorrência de ventos o que torna o ar mais abafado e a sensação de calor mais intensa.

Para a aferição dos dados coletados em campo foram utilizados os dados coletados na estação meteorológica localizada no Campus da UNVILLE, no dia 15 de novembro de 2008 representados no gráfico 9.

A análise dos dados demonstra a baixa umidade relativa principalmente na parte da tarde. A atuação de um sistema pós frontal neste dia determinou um ambiente próximo ao encontrado nas datas de passagem do satélite no mês de setembro. Isto só veio a ratificar que o melhor sistema para a análise dos dados é o sistema pós-frontal de frente estável.





O gráfico das temperaturas referentes ao dia de coleta demonstram uma conformidade com os dados obtidos nos aparatus, validando desta forma a campanha realizada. Desta forma também os dados obtidos pelas imagens termais mostram coerencia, demonstrando que estas podem ser utilizadas com os devidos tratamentos para a análise de ilhas de calor.

No dia das coletas a atmosfera estava sobre a ação de um sistema pós-frontal caracterizado por menores valores de umidade no ar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das imagens de satélite em combinação com os dados obtidos em campo demonstram que as diferenças de temperatura encontradas no campo térmico da cidade de Joinville estão relacionadas principalmente com o setor produtivo dominante na cidade.

As áreas onde foram diagnosticadas as ilhas de calor são em sua maioria ligadas a processos de fundição ou então de indústrias que possuem caldeiras e chaminés. A baixa ocorrência de ventos pode ser um fato agravante do fenômeno de concentração de temperaturas mais altas, pois atua diretamente na baixa capacidade de dissipação do calor nas áreas estudadas e também na dispersão dos poluentes.

Pode-se notar que a cidade de Joinville apresenta sim um clima urbano característico, porém ao que parece este não é condicionado ao adensamento de construções e fluxos urbanos e sim como antes mencionado pela atividade industrial. A pouca verticalização da cidade talvez seja um fato que contribua para a amenização do fenômeno. Nos arredores do centro ainda são encontradas edificações de até dois pisos ladeadas por quintais com jardins e até por pomares.

Tanto nas análises de campo quanto nas imagens de satélite pode-se notar que a situação sinótica mais apropriada para a análise do fenômeno de ilhas de calor é da atuação de sistemas pós-frontais, nas quais domina a massa polar estável com céu claro e baixa umidade. Há menor taxa de vapor d' água presente na atmosfera sob a ação deste sistema. Ao contrário, sob influência de um sistema pré-frontal a umidade presente na atmosfera parece causar um efeito de absorção do calor, interferindo no diagnóstico de ilhas de calor através das imagens e também nas coletas em campo, pois partes da cidade poderão estar cobertas pela nebulosidade enquanto outras não. Isso interfere tanto na insolação quanto na contra-radiação

Quanto à análise das imagens ficou provado que estas podem sim ser utilizadas para o diagnóstico de ilhas de calor, porém com o devido tratamento. Os resultados obtidos acerca da região de Joinville foram satisfatórios e a classificação de cores utilizando o padrão NDVI (Índice de vegetação) ideal para a demonstração dos resultados. A de se comentar que para uma melhor interpretação dos dados podem ser utilizados processos de correção atmosférica, estes não foram utilizados neste trabalho e talvez mostrassem assim resultados melhores. Porém partiu-se do princípio de manter ao máximo possível os padrões originais da imagem para demonstrar as diferenças que podem ocorrer neste tipo de análise.

É importante salientar que dos sensores que geram as imagens nas bandas termais com a resolução utilizada neste trabalho apenas o sensor a bordo do satélite LANDSAT 5 ainda está em operação. O sensor a bordo do satélite LANDSAT 7 ETM+ não está mais em operação. Trata-se de uma perda irreparável para análise de ilhas de calor, pois ainda não foi lançado um sensor com imagens de resolução e de acessibilidade comercial compatíveis com a série LANDSAT.

A realização de uma maior série de estudos sobre ilhas de calor utilizando-se imagens LANDSAT deve ser estimulada. A grande seqüência histórica de imagens permite inúmeras análises temporais a respeito do comportamento e da intensificação do fenômeno de ilhas de calor nas cidades, podendo-se inclusive traçar um perfil de comparação entre tipos de ocupação e configurações do fenômeno.

Sobre as pesquisas em campo é importante salientar as dificuldades ocorridas para a realização. Em primeiro lugar a dificuldade, em virtude do mal tempo de realizar as coletas. A cidade de Joinville apresenta durante o ano um alto índice de nebulosidade dificultando pesquisas de diárias e de longa duração.

O clima da cidade mostrou-se amplamente condicionado pela localização do município. Uma cidade de fundo de Baía, cercada por Serras que condicionam o regime de chuvas, temperatura e umidade. A localização geográfica da cidade interage com os sistemas atmosféricos modificando a

tendência dos elementos meteorológicos e conseqüentemente dos padrões esperados.

A atuação da orografia na região parece ser um dos fatores mais influentes no clima de Joinville. A proximidade da Serra do Mar e da Serra das Laranjeiras parecem intensificar ainda mais o calor na cidade. O efeito foehn que ocorre principalmente no verão, quando temos maior ação de ventos de quadrante nordeste aumenta a sensação de calor pois a descida do ar carrega umidade da Baía da Babitonga para a cidade contribuindo para o aumento de nebulosidade e de temperatura.

Em suma esta pesquisa é apenas o ponto de partida para outras análises sobre os fenômenos de ilhas de calor. Pode servir como base para futuras pesquisas mais aprofundadas sobre estes fenômenos, confrontando-o com índices de poluição atmosférica e efeitos meteóricos que não foram levados em conta neste momento. Conforme Monteiro (1976) em sua teoria do sistema clima urbano a poluição atmosférica e os efeitos meteóricos são integrantes dos canais de percepção do clima urbano. As áreas onde se encontram então os fenômenos de ilhas de calor devem sim ser relevantes na escolha de regiões para coletas de ar para análise de poluentes presentes na atmosfera, além de análises mais pontuais sobre a ocorrência de precipitação em todas as suas formas, servindo assim como base para futuros projetos na área urbana das cidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro:3 ed., 1991.

**ATLAS DE DESASTRES NATURAIS DO ESTADO DE SANTA CATARINA**. Governo do Estado de Santa Catarina-DEDC-SC.

**ATLAS CLIMATOLÓGICO DE SANTA CATARINA**. Epagri, 2002.

BIAS, E.S. BAPTISTA, G.M.M. **Análise do Fenômeno de Ilhas de Calor Urbanas por Meio da Combinação de Dados LANDSAT e IKONOS**. Anais XI SBSR. Belo Horizonte, 2003.

FICKER, Carlos. **História de Joinville – Subsídios para a Crônica da Colônia Dona Francisca**, 1965.

FILHO, D.F.S. et al. **Indicadores de Floresta Urbana a Partir de Imagens Aéreas Multiespectrais de Alta Resolução**. Scientia Florestalis, nº67, p. 88-100, 2005.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA; KNIE, Joachim L. W. **Atlas ambiental da região de Joinville: complexo hidrico da Baía da Babitonga**. Joinville, SC: FATMA/GTZ, 2002. 144 p

GONÇALVES, M. L.. The Geology of Northest Santa Catarina. In: 31 st International Geological Congress, Rio de Janeiro, 2000.

GONÇALVES, M. L.; OLIVEIRA, T. O Meio Ambiente e sua Dinâmica na Região de Joinville. *In: \_\_\_\_\_ Joinville 150 anos*, Joinville: Letra d' água, 2001. Cap. 6, p.67-84.

HACKENBERG, Ana Mirthes. **O Clima Urbano Numa Cidade de Fundo de Baía- Joinville, SC**. Universidade de São Carlos. 1992.

INPE. Tutorial Spring. Cachoeira Paulista, SP. 2002.

LANDSBERG, Helmut Erich. **The Urban Climate**. New York, Academic Press, 1981.

LOMBARDO, M.A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo**. Ed. Hucitec. São Paulo, 1985.

MONTEIRO, M. A., MENDONÇA, M. Sistemas Meteorológicos Atuantes em Santa Catarina. In:\_\_\_\_\_ATLAS DE DESASTRES NATURAIS DE SANTA CATARINA. Org. HERMANN, M.L. DEDC-SC, 2005.

MONTEIRO, CARLOS. A. F. . **Teoria e clima urbano**. Série Teses e Monografias nº 25, p. 01-181, 1976.

\_\_\_\_\_. **Clima e Excepcionalismo - conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991. v. 01. 239 p.

\_\_\_\_\_. **Coletânea de artigos sobre Clima Urbano**. Geosul, 1989

\_\_\_\_\_. **DE TEMPOS E RITMOS: Entre o cronológico e o meteorológico**. **Revista Geografia**, p. 131-154, 2001.

MOREIRA, M.A.. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. São José dos Campos, SP. INPE, 2001.

OKE, T.R. **Boundary Layer Climates**. London. Melthen & Co LTDA, 1978.

SABINS, F.F. **Remote Sensing: Principles and Interpretation**. 3ª edição. Ed. W. H. Freeman and Company. New York, 2000.

SANTANA, Naum Alves de. **A Produção do Espaço Urbano e os Loteamentos na Cidade de Joinville (SC) – 1949-1996**. Florianópolis. UFSC. Departamento de Geociências, 1998. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, E.M. RIBEIRO,A.G. **As Tendências das Variações Climáticas na Cidade de Uberlândia – MG (1981-2000)**. Instituto de Geografia. UFU, MG, 2004.

SORRE, M.. **Les Fondaments de La Géographie Humaine**. Paris, Armand Colin, 1951.

SOUZA, D.O. BAPTISTA, G.M.M. **Análise da Influência da Resolução Espacial na Determinação das Ilhas Urbanas de Calor em São Paulo, por meio dos Sensores ASTER e MODIS**. Anais do XII SBSR. Goiânia, 2005.

STRAHLER, A.N. STRAHLER, A.H. **Geografia Física**. 3ª Ed. Ediciones Omega. Barcelona, 2000.

TERNES, Apolinário. **História de Joinville, uma abordagem crítica**. Joinville, Meyer. 1981.

\_\_\_\_\_. **História Econômica de Joinville**. Joinville, Meyer. 1986.

KAUL, P. F.T.; CORDANI, U. G. **Geochemistry of the Serra do Mar Granitoid Magmatism and Tectonic Implications, Southern Brazil**. Revista Brasileira de Geociências, Rio de Janeiro, v.30, n.1, p.115-119, mar. 2000.

KAUL, P. F. T.; TEIXEIRA, W.. **Archean and Early Proterozoic Complexes of Santa Catarina, Paraná and São Paulo States, South-Southeastern Brazil: an Outline of their Geological Evolution**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.12, n.1/3 p. 172-182, mar/set, 1982.

KAUL, P. F. T.; COITINHO, J. B. L.; ISSLER, R. S.. **O Episódio Campo Alegre**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Salvador, 1982. Anais. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1982. 5v.; v1, p. 47-54.

## SITES

BRASIL.Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Municípios Brasileiros**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/default.shtm>>. Acesso em 15 de abr. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Tutoria Spring. Disponível em: <[www.inpe.br/tutorialspring](http://www.inpe.br/tutorialspring)>. Acesso em: 25 mar. 2009.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Boletim Climanálise set\_02. Disponível em <[http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0902/sistemas\\_frontais.html](http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0902/sistemas_frontais.html)> Acesso em 23 jun. 2009.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Boletim Climanálise set\_05. Disponível em <[http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0905/sistemas\\_frontais.html](http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0905/sistemas_frontais.html)> Acesso em 23 jun. 2009.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Boletim Climanálise set\_07. Disponível em <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index0707.shtml>> Acesso em 23 jun. 2009.

JOINVILLE. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Joinville. **Joinville em Dados**. Disponível em <[www.ippuj.sc.gov.br/cidade em dados.pdf](http://www.ippuj.sc.gov.br/cidade%20em%20dados.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2009.