



UNIVERSIDADE DOS AÇORES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DAS ILHAS DE SÃO MIGUEL E SANTA MARIA COM BASE NO MODELO CIELO

Relatório de estágio realizado por:

João Filipe Mendes Fernandes

Licenciatura em Engenharia do Ambiente

Estágio realizado no âmbito e apoio do projecto CLIMAAT
(Interreg – IIIB – MAC 2.3/A3)

Angra do Heroísmo

Dezembro de 2004





UNIVERSIDADE DOS AÇORES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DAS ILHAS DE SÃO MIGUEL E SANTA MARIA COM BASE NO MODELO CIELO

Relatório de estágio realizado por:

João Filipe Mendes Fernandes

Estágio realizado no âmbito e apoio do projecto CLIMAAT
(Interreg – IIIB – MAC 2.3/A3)

Sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Brito Azevedo

Angra do Heroísmo

Dezembro de 2004



À Elsa

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Eduardo Brito de Azevedo, da Universidade dos Açores, pela sua orientação, críticas e sugestões que contribuíram para a realização e constante aperfeiçoamento do presente trabalho, bem como a minha integração no projecto CLIMAAT (Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos), facto determinante para a conclusão deste estágio.

Agradeço de forma especial à minha noiva Elsa, aos meus pais, e restante família por todo o amor, incentivo e compreensão, que demonstraram ao longo destes anos.

Às minhas colegas de estágio, Cátia Arruda e Isabel Silva, por todo o apoio ao longo do período em que trabalhamos juntos.

Sem esquecer a hospitalidade e carinho de Mavilde Silveira, que me acolheu em sua casa, e a amizade e ajuda de Cassandro Ramã, José Rebelo, Enoque e Filomena Nunes, Pedro e Marta Esteves.

Quero também agradecer a todos os meus amigos, principalmente aos que conheci durante este percurso e também a todos os professores desta instituição, pelo conhecimento e orientação que me transmitiram.

Obrigado!



RESUMO

O presente trabalho pretende concretizar a Caracterização Climática das Ilhas São Miguel e Santa Maria, pertencentes ao Grupo Oriental do Arquipélago dos Açores, a partir da aplicação de um modelo de simulação climática para Ambientes Insulares (Modelo CIELO).

A caracterização das Ilhas é feita com base na interpretação e apresentação dos valores das diferentes variáveis disponíveis para análise, de uma forma descritiva e sintética, na forma de quadros numéricos, na forma de gráficos e com recurso a cartografia ilustrativa da distribuição espacial das variáveis em questão, para toda a superfície de cada ilha, tendo em conta que os valores apresentados correspondem, às condições simuladas para os anos normais.

Para cada uma das ilhas em estudo, foi criado um Sistema de Informação Geográfica, que foi utilizado como ferramenta de produção, criação e armazenamento da informação gerada pelo modelo, sob a forma de dados gráficos e alfanuméricos.

A organização do presente relatório é feita em 5 capítulos, descritos de seguida:

no CAPÍTULO I procede-se à descrição e caracterização Geral do Arquipélago dos Açores;

no CAPÍTULO II é feita a descrição e caracterização do ambiente geográfico de implementação do Modelo CIELO para as ilhas em estudo;

no CAPÍTULO III são descritos os modelos e metodologias utilizados no contexto deste trabalho, assim como os procedimentos necessários e os resultados da validação da aplicação do modelo a cada uma das Ilhas em estudo;

no CAPÍTULO IV é referida a organização dos SIG's desenvolvidos e também os materiais e métodos utilizados;



no CAPÍTULO V são discutidos os resultados da aplicação do Modelo CIELO para cada uma das Ilhas em estudo, sendo seguidamente apresentadas as conclusões retiradas do presente trabalho.



ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO.....	II
ÍNDICE GERAL	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
INTRODUÇÃO	1
Capítulo 1 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ARQUIPÉLAGO.....	3
1.1 Localização Geográfica	3
1.2 Geomorfologia.....	5
1.3 Enquadramento Climático	7
1.3.1. Variáveis Climáticas.....	9
1.4 Hidrologia.....	11
Capítulo 2 - CARACTERIZAÇÃO DAS ILHAS EM ESTUDO	13
2.1 Caracterização geral de São Miguel	13
2.1.1. Localização geográfica	13
2.1.2. Geomorfologia.....	13
2.2 Localização geral de Santa Maria.....	22
2.2.1. Localização geográfica	22
2.2.2. Geomorfologia.....	22
Capítulo 3 - METODOLOGIAS E MODELOS UTILIZADOS	29
3.1 Caracterização do Clima.....	29
3.1.1. Modelos Empíricos de Base Estatística.....	29
3.1.1.1. Análise estatística dos elementos climáticos da ilha de São Miguel..	30



3.1.1.2.	Análise estatística dos elementos climáticos da ilha de Santa Maria.	37
3.1.2.	Modelos de Base Física	43
3.1.2.1.	Modelo CIELO	43
3.1.3.	Validação e recalibração do modelo CIELO	50
3.1.3.1.	Validação do Campo da Temperatura	51
3.1.3.2.	Validação do Campo da Precipitação	59
3.1.4.	Metodologias de Classificação Climática	63
3.1.4.1.	Índices Climáticos	63
Capítulo 4 – SIG CLIMÁTICO		67
4.1.	Material.....	67
4.2.	Metedologia	68
4.2.1	Recolha de Dados	69
4.2.2	Organização dos SIG's	70
Capítulo 5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO		
CIELO		72
5.1	São Miguel.....	72
5.2	Santa Maria.....	76
CONCLUSÃO.....		80
BIBLIOGRAFIA		81
ANEXOS		84



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Localização do Arquipélago dos Açores (Fonte: PRA, 2001).....	3
Figura 2.1 – Localização da ilha de São Miguel (Fonte: PRA, 2001).....	13
Figura 2.2 - Altimetria da ilha de São Miguel e perfis traçados (Fonte: Serviços de Cartografia do Exército).	14
Figura 2.3– Histograma das áreas de superfície e curva hipsométrica da ilha de São Miguel.....	14
Figura 2.4 - Carta dos declives da ilha de São Miguel.	15
Figura 2.5 - Distribuição dos declives da ilha de São Miguel.....	15
Figura 2.6 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção a no sentido N-S.....	16
Figura 2.7 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção b no sentido N-S.....	17
Figura 2.8 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção c no sentido N-S.....	17
Figura 2.9 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção d no sentido N-S.....	18
Figura 2.10 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção e no sentido N-S.....	19
Figura 2.11 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção f no sentido E-O.	20
Figura 2.12 – Orientação do relevo da ilha de São Miguel.	20
Figura 2.14 - Localização da ilha de Santa Maria (Fonte: PRA, 2001).	22
Figura 2.15 - Altimetria da ilha de Santa Maria e perfis traçados (Fonte: Serviços de Cartografia do Exército).	23
Figura 2.16 – Histograma das áreas de superfície e curva hipsométrica da ilha de Santa Maria.....	23
Figura 2.17 - Carta dos declives da ilha de Santa Maria.	24
Figura 3.1 – Valores médios da temperatura do ar (°C), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel.....	31
Figura 3.2 – Valores da amplitude da temperatura do ar (°C), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel.....	32
Figura 3.3 – Valores médios da precipitação total (mm), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel.....	33
Figura 3.4 – Valores acumulados da precipitação total (mm) anual, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel.....	33
Figura 3.5– Valores médios da humidade relativa do ar às 9 horas (%), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel	34
Figura 3.6 – Valores da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, médios mensais, na estação meteorológica de Ponta Delgada.....	35
Figura 3.7 – Valores médios mensais da velocidade do vento (km/h), na estação meteorológica de Ponta Delgada.	35
Figura 3.8 – Valores médios mensais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica da Nordela.	35
Figura 3.9 – Valores médios mensais da velocidade do vento (km/h), na estação meteorológica da Nordela.....	35
Figura 3.10 – Valores médios mensais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica do Cerrado dos Bezerros.	36
Figura 3.11 – Valores médios mensais da velocidade do vento (km/h) , na estação meteorológica do Cerrado dos Bezerros.....	36



Figura 3.12 – Valores médios da nebulosidade total (horas), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel (Não existem valores para a estação do Cerrado dos Bezerros).	36
Figura 3.13– Valores médios mensais da temperatura do ar (°C), nas estações climatológicas da ilha de St. ^a Maria.	38
Figura 3.14 – Valores da amplitude média mensal da temperatura do ar (°C), nas estações meteorológicas da ilha de St. ^a Maria.	38
Figura 3.15– Valores médios da precipitação total (mm), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de St. ^a Maria.	39
Figura 3.16 – Valores acumulados da precipitação total (mm), anuais, nas estações meteorológicas da ilha de St. ^a Maria.	40
Figura 3.17 – Valores médios mensais da humidade relativa do ar às 9 horas (%), nas estações meteorológicas da ilha de St. ^a Maria.	40
Figura 3.18 – Valores médios anuais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológicas do Aeroporto.	41
Figura 3.19 – Valores médios mensais da velocidade do vento (km/h), na estação meteorológicas do Aeroporto.	41
Figura 3.20 – Valores médios anuais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica das Fontinhas.	42
Figura 3.21 – Valores médios mensais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica das Fontinhas.	42
Figura 3.22 – Valores médios mensais da nebulosidade total (horas), na estação meteorológica do Aeroporto.	42
Figura 3.23 – Domínio conceptual do modelo CIELO (Azevedo, 1996).	46
Figura 3.24 - Validação da temperatura máxima do ar, ilha de São Miguel.	51
Figura 3.25 - Recalibração da temperatura máxima do ar, ilha de São Miguel.	52
Figura 3.26 - Validação da temperatura média do ar, ilha de São Miguel.	53
Figura 3.27 - Recalibração da temperatura média do ar, ilha de São Miguel.	53
Figura 3.28 - Validação da temperatura mínima do ar, ilha de São Miguel.	54
Figura 3.29 - Recalibração da temperatura mínima do ar, ilha de São Miguel.	55
Figura 3.30 - Validação da temperatura máxima do ar, ilha de Santa Maria.	56
Figura 3.31 - Recalibração da temperatura máxima do ar, ilha de Santa Maria.	56
Figura 3.32 - Validação da temperatura média do ar, ilha de Santa Maria.	57
Figura 3.33 - Validação da temperatura mínima do ar, ilha de Santa Maria.	58
Figura 3.34 - Recalibração da temperatura mínima do ar, ilha de Santa Maria.	58
Figura 3.35 - Validação da precipitação, ilha de São Miguel.	59
Figura 3.36 - Recalibração da precipitação da ilha de São Miguel.	60
Figura 3.37 - Validação da precipitação, ilha de Santa Maria.	61
Figura 3.38 - Recalibração da precipitação, ilha de Santa Maria.	61
Figura 4.1. – Interface do ArcView 3.2, (SIG de São Miguel).	69
(*) – Existe apenas para a Ilha de São Miguel	71
Figura 4.2 – Organização dos SIG.	71



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1. – Altitudes máximas (m) para as várias ilhas do arquipélago (Fonte: Belerique, 1993)	6
Tabela 1.2. - Distribuição percentual da superfície das diferentes ilhas do arquipélago por escalões de altitude (Fonte: Cunha et al., 1976, In Belerique, 1993).....	6
Tabela 3.1. – Categorias bioclimáticas do THI	65



INTRODUÇÃO

“O estudo do clima é indispensável para uma correcta gestão dos recursos disponíveis (água, solos, formas de energia, etc.), para uma conciliação saudável de coabitação do homem com os restantes elementos que constituem o meio ambiente, nomeadamente através da compreensão do funcionamento dos ecossistemas (biologia, ecologia, etc.), para uma optimização da actividade humana (agricultura, urbanismo, lazer, etc.) e ainda para a salvaguarda de bens e serviços vitais (protecção das culturas, protecção civil, etc.)...” (Azevedo, 1996).

“Um estudo sobre o clima do arquipélago dos Açores tornou-se pertinente devido às características específicas deste arquipélago, como a sua localização, a grande distância de qualquer massa continental, a reduzida dimensão das ilhas, ou o facto de apresentarem uma complexidade morfológica e orográfica que induz a uma variação espacial significativa dos elementos do clima.” (Silva, 2003).

Tendo em conta que, para a maioria das ilhas açorianas, apenas se dispõe de informação meteorológica de rotina resultante das observações efectuadas na rede de estações climatológicas existentes, os parâmetros nelas observados consideram-se que apenas podem ser representativos das condições climáticas de uma zona limitada do território, isto porque, aspectos específicos e importantes como a orografia e os mecanismos advectivos e a intercepção da radiação, fazem com que a informação recolhida não traduza as reais condições climáticas da generalidade do território em causa.

Para a realização do presente trabalho optou-se por aplicar uma metodologia que, a partir da informação disponível e do conhecimento dos processos climáticos de expressão local, permitisse uma generalização da informação climática para a totalidade da superfície das ilhas em estudo.

O objectivo deste estágio é contribuir para a Caracterização Climática das Ilhas de São Miguel e Santa Maria pertencentes ao Grupo Oriental do Arquipélago dos Açores, a partir da aplicação de um modelo de simulação climática para ambientes



insulares (Modelo CIELO; Azevedo, 1996) e a criação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de suporte à informação gerada e como ferramenta de armazenamento, acesso e manipulação da informação gráfica e alfanumérica.



Capítulo 1 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ARQUIPÉLAGO

1.1 Localização Geográfica

O Arquipélago dos Açores localiza-se em pleno Oceano Atlântico, na região da Macaronésia (que inclui também os arquipélagos da Madeira, Canárias e Cabo Verde), entre os paralelos $36^{\circ}45'$ e $39^{\circ}43'$ de latitude Norte e os meridianos $24^{\circ}45'$ e $31^{\circ}17'$ de longitude Oeste. As ilhas dos Açores, que no seu conjunto perfazem uma área de 2 352 km², apresentam uma orientação marcadamente Noroeste – Sudeste, ao longo de cerca de 700 km de comprimento (Azevedo, 2001).

A ilha das Flores define o extremo ocidental do arquipélago (distanto cerca de 3 900 km da costa da América do Norte) e o extremo oriental é definido pela ilha de Santa Maria (a uma distância aproximada de 1600 km da costa ocidental da Europa) (Azevedo, 2001).

As ilhas são agrupadas em três grupos: o Oriental (constituído pelas ilhas de Santa Maria e São Miguel), o Central (composto pelas ilhas Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial) e o Ocidental (do qual fazem parte as ilhas das Flores e do Corvo), como se pode ver na figura 1.1.

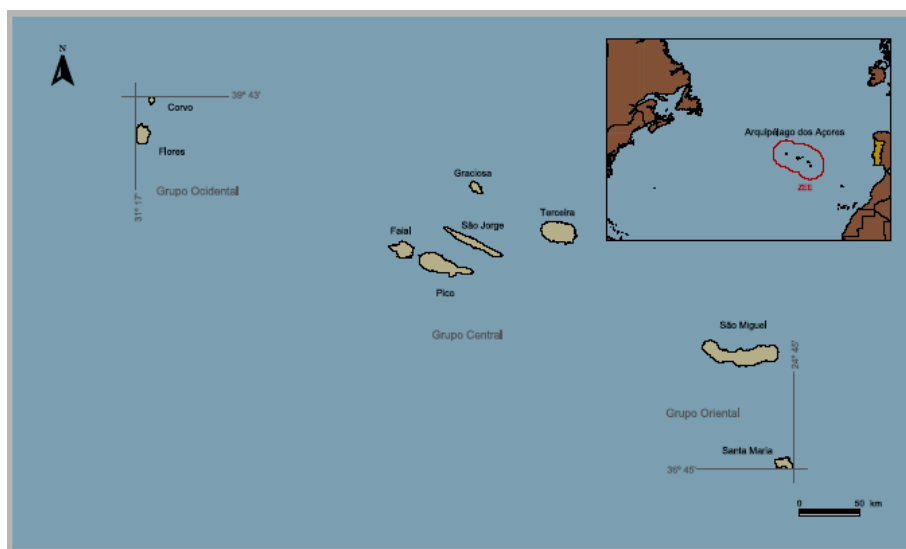


Figura 1.1 - Localização do Arquipélago dos Açores (Fonte: PRA, 2001).



Capítulo 1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ARQUIPÉLAGO

A génese das ilhas do Arquipélago do Açores decorre da actividade da microplaca com o mesmo nome a qual se situa na zona de tripla junção das placas tectónicas Americana, Euro-Asiática e Africana (na denominada Central Dorsal Atlântica), cuja convergência origina a dinâmica responsável pela sismicidade e vulcanismo actuates nas ilhas. As ilhas dos grupos Oriental e Central encontram-se alinhadas segundo linhas de fractura que cortam obliquamente a falha Açores – Gibraltar e a Crista Média Atlântica (Azevedo, 2001).



1.2 Geomorfologia

As ilhas dos Açores, de origem vulcânica, são caracterizadas pela sua reduzida dimensão, pela existência de vales curtos e pequenas bacias de drenagem, por um relevo vigoroso dominado por elevados maciços vulcânicos e por uma linha de costa que apresenta arribas altas e escarpadas (Azevedo, 2001).

O arquipélago nasceu há poucos milhões de anos, por isso as ilhas mantêm formas de relevo muito recentes e nítidas. Nestas destacam-se cones vulcânicos, por vezes singulares, outras vezes por complexos aparelhos vulcânicos, estando estes dispostos ao longo de linhas de fractura (PDM Velas, in Silva I., 2003).

Quanto à cronologia geológica das ilhas do arquipélago a ilha de Santa Maria apresenta-se como a mais antiga, com 6 milhões de anos, e a mais recente é a ilha do Pico onde a parte mais recente apresenta uma idade de apenas 40 mil anos. As nove ilhas apresentam diferentes aspectos geomorfológicos consoante a idade e o tipo de erupção vulcânica que lhes deu origem, mas existem semelhanças quanto à orientação e contornos (PDM Velas, in Silva I., 2003).

Em São Miguel, Terceira, Graciosa e Corvo, as principais formas de relevo são determinadas pela existência de vulcões do tipo central, envolto por caldeiras. São Jorge apresenta uma estrutura do tipo linear, o Pico representa um tipo misto entre o vulcanismo linear e central, com um nítido alinhamento na sua parte este e um grande cone do tipo central no extremo oeste (Madruga, 1995).

As altitudes máximas são bastante variáveis entre as ilhas, desde os 402 m da ilha Graciosa até aos 2 351 m da ilha do Pico (Madruga, 1995). A maioria das ilhas possui uma altitude máxima que ronda os 1 000 m, encontrando-se uma parte significativa do seu território entre os 100 e os 400 m. As ilhas do Pico e das Flores possuem áreas planálticas, em posição central, no seio das quais se verifica a presença de lagoas. Nas ilhas de Santa Maria, Graciosa e Terceira surgem áreas aplanadas a cotas relativamente baixas, cerca de 300 m, e que se desenvolvem junto à costa.

**Capítulo 1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ARQUIPÉLAGO**

A altitude máxima das ilhas são as apresentadas no Quadro 1.1 variando entre os 398 m na ilha Graciosa, e os 2.351 m da ilha do Pico.

Tabela 1.1.– Altitudes máximas (m) para as várias ilhas do arquipélago (Fonte: Belerique, 1993)

ILHA	Pico	São Miguel	São Jorge	Faial	Terceira	Flores	Corvo	Stª Maria	Graciosa
Altitude Máxima	2351	1103	1053	1043	1021	914	720	587	398
Localização	Pico	Pico da Vara	Pico da Esperança.	Cab. Gordo 2º.	Santa Barbara.	Morro Alto	Estreiti-nho	Pico Alto	Pico Timão.

Quanto à distribuição da superfície das ilhas pelas diferentes altitudes (Tabela 1.2), é de notar que quase 50% da área total das ilhas se encontra abaixo dos 300 metros de altitude, e que as ilhas do Pico, Faial e S. Jorge são aquelas que possuem maior área a altitudes mais elevadas.

Esta variação da altitude assume grande importância, dado que, associada a ela, existem grandes diferenças edafo-climáticas e de aptidão de uso dos solos (Madruga, 1995).

Tabela 1.2. - Distribuição percentual da superfície das diferentes ilhas do arquipélago por escalões de altitude (Fonte: Cunha et al., 1976, In Belerique, 1993)

ILHA	Santa Maria	São Miguel	Terceira	Graciosa	São Jorge	Faial	Pico	Flores	Total
Zonas - Altitude									
0 - 300	85,4	50,5	55,9	94,9	29,9	53,6	41,0	32,8	49,1
300 - 600	14,6	36,5	37,6	5,1	48,5	34,2	25,1	48,0	34,5
600 - 800	-	11,0	4,6	-	17,9	7,8	17,5	18,0	11,4
>800	-	2,0	1,9	-	3,7	4,4	16,4	1,2	5,0



1.3 Enquadramento Climático

“O clima do Arquipélago dos Açores é essencialmente ditado pela localização geográfica das ilhas no contexto da circulação global atmosférica e oceânica e pela influência da massa aquática da qual emergem” (Azevedo, 1996).

Devido à sua génese, as ilhas vulcânicas são, na sua maioria, parcelas de pequena dimensão e com forte desenvolvimento em altitude o que origina uma variação espacial das condições climáticas mais acentuada e mais rápida do que noutras regiões mais planas (Azevedo, 2001).

Devido à sua localização geográfica em latitude e à sua posição no meio do Atlântico, as ilhas dos Açores apresentam um clima nitidamente temperado marítimo, fortemente influenciado pela circulação zonal de oeste, pelas massas de ar húmido que provêm de sudoeste, pela corrente quente do Golfo que o suaviza, e pela oscilação anual do anticiclone dos Açores.

Embora suave, o clima é instável. O capricho dos ventos e das nuvens muda a cada minuto o aspecto do céu, facto que deu origem à frase popular “quatro estações num só dia”. As situações climáticas observáveis no arquipélago dos Açores são resultantes, em larga medida, da circulação atmosférica geral no Atlântico Norte. O estado do tempo depende, fundamentalmente, do desenvolvimento, orientação e deslocação do anticiclone dos Açores, bem como do consequente jogo de massas de ar a ele associadas (tropical marítimo e polar marítimo).

O clima destas ilhas apresenta uma sazonalidade medianamente marcada, mas as quatro estações do ano, que são típicas dos climas temperados, são reconhecíveis. Os Invernos podem ser muito chuvosos, mas não se manifestam muito rigorosos (Azevedo, 2001).

Caracterizado pela amenidade térmica, pelos elevados índices de humidade do ar (com um valor anual médio de cerca de 80 %) e por um regime de ventos



persistentes, a caracterização sazonal do clima das ilhas dos Açores é particularmente ditada pelo regime pluviométrico (Azevedo, 2001).

A humidade e a pluviosidade são muito elevadas em todas as ilhas. No entanto observa-se alguma irregularidade na distribuição das chuvas, sendo as ilhas do grupo Ocidental (Flores e Corvo) as mais húmidas e chuvosas. Devido à altitude, as zonas mais elevadas das ilhas de todos os grupos apresentam temperaturas significativamente mais baixas podendo, o cimo do Pico (2351m) cobrir-se de neve no Inverno (DROTRH, 2001).

A precipitação média anual sobre as nove ilhas da Região Autónoma dos Açores é de 1930 mm (DROTRH, 2001).

O relevo das ilhas apresenta-se como um dos mais importantes factores climáticos o qual, para além de interferir com a velocidade e direcção do vento provoca a subida de ar húmido ao longo das arribas e vertentes originando a formação de nuvens de relevo, nevoeiros e precipitações orográficas (Azevedo, 2001).

Segundo Azevedo (2001), e de acordo com a classificação de Köppen, o clima dos Açores está abrangido pela categoria dos climas temperados quentes (Grupo C), caracterizados por apresentarem Verão e Inverno e a temperatura média do mês mais frio ser inferior a 18°C mas superior a - 3°C. Ainda de acordo com o mesmo sistema de classificação, a amenidade do clima das ilhas pode ser enfatizada pela conjugação da letra b a estes dois códigos passando ambos, Csb e Cfb, a significar que a temperatura média do mês mais quente não ultrapassa em média os 22°C, onde s indica um clima húmido mas com verão seco, e f um clima húmido em todas as estações (Azevedo, 2002).



1.3.1. Variáveis Climáticas

◆ Temperatura do ar

Ao longo da zona litoral a temperatura média anual em todo o arquipélago, ronda os 17,5°C. Para a mesma localização os valores da temperatura média mensal são sempre superiores a 10,0°C. A temperatura varia regularmente ao longo do ano ocorrendo a máxima em Agosto, próxima dos 22,0°C. As temperaturas médias mensais mais baixas, próximas dos 14,5°C, ocorrem no mês de Fevereiro. Em altitude, a temperatura decresce de forma regular à razão de 0,9°C por cada 100 metros até ser atingida a temperatura do ponto de orvalho a uma altitude, em média, próxima dos 400 metros. A partir daí, dada a cedência de energia à atmosfera pelo processo de condensação, a temperatura decresce de uma forma menos brusca, à razão média de 0,6°C por cada 100 metros (Azevedo, 2002).

◆ Precipitação

A precipitação média anual ao nível do mar para a zona do Atlântico Norte onde se localiza o arquipélago dos Açores varia entre os dos 700 mm e os 900 mm. Contudo, o impulso orográfico sofrido pelo ar aquando da proximidade das ilhas faz com que junto ao litoral de cada ilha a precipitação anual seja já superior a estes valores. A precipitação observada ao nível do mar aumenta de Leste para Oeste variando entre os 775 mm observados na ilha de Sta. Maria até aos 1700 mm observados na ilha das Flores, tendo tendência a ser mais elevados nas encostas viradas a Norte, isto, para a mesma altitude. Os meses de Setembro a Março concentram 75% do total da precipitação anual (Azevedo, 2002).

◆ Humidade relativa do ar

A humidade relativa do ar dos Açores é caracterizada por ser elevada durante todo o ano. Os valores médios mensais rodam os 80%. São raros os dias em que se observam valores abaixo dos 50%. A humidade relativa atinge no litoral valores superiores a 90% em mais de 60 dias por ano. A humidade do ar tende a ser inferior na



costa norte quando comparada com a observada nas costas viradas a sul devido à predominante origem tropical das massas de ar que chegam às ilhas pelo sul, em oposição ao ar mais seco que provém da circulação atmosférica que chega de norte (Azevedo, 2002).

◆ **Velocidade e direcção do vento**

No arquipélago predominam os ventos do quadrante Oeste e regra geral verifica-se um aumento dessa predominância das ilhas do grupo Oriental para as do grupo Ocidental. A velocidade média do vento aumenta das ilhas do Grupo Oriental para as do Grupo Ocidental. Em todas as ilhas a velocidade do vento aumenta com a altitude. A velocidade média anual dos ventos ronda os 17 km/h. Nos meses de Inverno a velocidade média aproxima-se dos 20 km/h, enquanto que, nos meses de Verão, a velocidade média diminui para valores próximos dos 10 km/h (Azevedo, 2002).

◆ **Radiação solar e insolação**

Segundo Azevedo (2002) a quantidade de energia proveniente da radiação solar calculada para uma superfície horizontal no topo da atmosfera à latitude média dos Açores é da ordem dos 42 MJ por m²/dia por altura do solstício de Verão, mas diminui para 15 MJ por m²/dia durante o solstício de Inverno. Por se encontrar numa zona de choque de massas de ar com características distintas, o arquipélago está durante grande parte do tempo sujeito a nebulosidade de origem frontal. Além das ilhas se apresentarem como obstáculos à passagem de massas de ar húmido que, devido à orografia característica, é obrigado a contornar o relevo em altitude, as ilhas estão grande parte do tempo sob a influência de nebulosidade de origem orográfica. Destas circunstâncias resulta um índice de insolação baixo, a rondar em média anual os 35% quando comparado com o total de horas de insolação possíveis. Esta circunstância explica que durante o verão os valores ficam reduzidos, em média, a 20 MJ por m²/dia enquanto que no Inverno não ultrapassam os 6 MJ m²/dia. A insolação é significativamente superior junto ao litoral quando comparada com a observada em altitude e, portanto, tende a ser superior nas ilhas mais baixas (Azevedo, 2002).



1.4 Hidrologia

O factor orográfico está na origem de grande parte da precipitação observada, sendo que nas zonas mais elevadas de algumas ilhas a precipitação chega a ser superior aos 5000 mm anuais. A conjugação dessa elevada pluviosidade com os grandes declives decorrentes da juventude geológica e da sua origem vulcânica, leva ao aparecimento de uma densa rede de drenagem em torno dos maciços mais relevantes. A grande maioria desses cursos de água é de regime torrencial com leitos e perfis muito irregulares. Os caudais escoados são geralmente elevados e, devido aos grandes declives, as velocidades de escoamento são frequentemente elevadas (Meneses, 1987).

A maior capacidade de drenagem verifica-se nas vertentes mais inclinadas onde dominam pastagens permanentes, enquanto a maior infiltração ocorre principalmente nas formações basálticas recentes, revestidas por vegetação natural, constituindo assim áreas importantes na recarga dos aquíferos. As formas de relevo são responsáveis, em grande parte, pela forma assumida pelas redes hidrográficas, especialmente neste ambiente insular jovem, onde a erosão ainda não desempenhou um papel preponderante na modelação da paisagem (DROTRH, 2001).

Devido às características geomorfológicas das ilhas, as bacias são caracterizadas pela sua pequena extensão, tendo a bacia hidrográfica de maior dimensão de todo o arquipélago (bacia da Ribeira Quente em S. Miguel) cerca de 38 km². Assim, as zonas onde o relevo se apresenta mais acidentado e os declives são maiores tendem a coincidir com aquelas onde a densidade de drenagem é maior, originando bacias hidrográficas mais pequenas e complexas (Azevedo, 2002).

Os cursos de água existentes não têm uma extensão significativa. O maior curso de água, a ribeira da Povoação, tem cerca de 29 km de comprimento. Devido à sua extensão bem como ao seu regime de escoamento não é adoptada na Região Autónoma dos Açores a designação de rios mas sim de ribeiras e grotas (DROTRH, 2001).



Capítulo 1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ARQUIPÉLAGO

As lagoas do arquipélago decorrem da existência de depressões, resultantes na maior parte dos casos do colapso das bolsas magmáticas dos antigos vulcões, conduzindo à formação de bacias endorreicas¹. Em consequência da alteração dos materiais do fundo das caldeiras, que originaram a sua impermeabilização, verifica-se a acumulação das águas pluviais (Azevedo, 2002).

A maioria dos cursos de água apresenta um regime temporário e torrencial, com valores de caudal relativamente elevados no Inverno e praticamente nulos no verão. As situações de escoamento em regime permanente estão associadas ao descarregamento de lagoas ou ao débito de aquíferos suspensos através de nascentes, ou ainda ao escoamento de águas de superfície acumuladas em zonas de turfeira. (Azevedo, 2002).

¹ Endorreicas - Bacias hidrográficas que não escoam para o mar (Lencastre e Franco, 1984).



Capítulo 2 - CARACTERIZAÇÃO DAS ILHAS EM ESTUDO

2.1 Caracterização geral de São Miguel

2.1.1. Localização geográfica

A ilha de São Miguel, a maior ilha do Arquipélago dos Açores, faz parte do Grupo Oriental, situando-se aproximadamente entre os paralelos 37° 42' e 37° 55' latitude norte e os meridianos 25° 51' e 25° 7' de longitude a oeste de Greenwich.

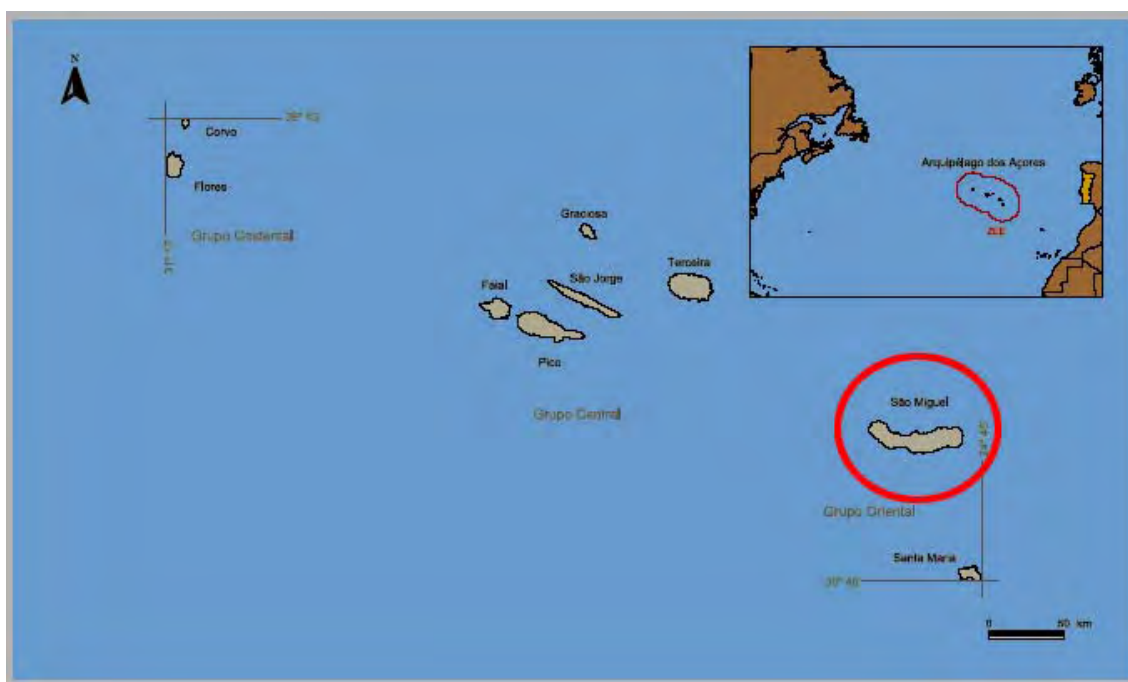


Figura 2.1 – Localização da ilha de São Miguel (Fonte: PRA, 2001).

2.1.2. Geomorfologia

Com um comprimento de cerca de 65 km e uma largura que varia entre os 8 e os 15 km, São Miguel tem uma superfície de 745,48 km² e, segundo Zbyszewski (1958), está dividida em oito regiões morfologicamente diferentes. Estas são: Maciço Vulcânico das Sete Cidades; Região dos Picos; Maciço Vulcânico do Fogo; Planalto do Nordeste e da Serra da Trunqueira e Planalto Litoral Norte (Zbyszewski *in* Pacheco, 1995).

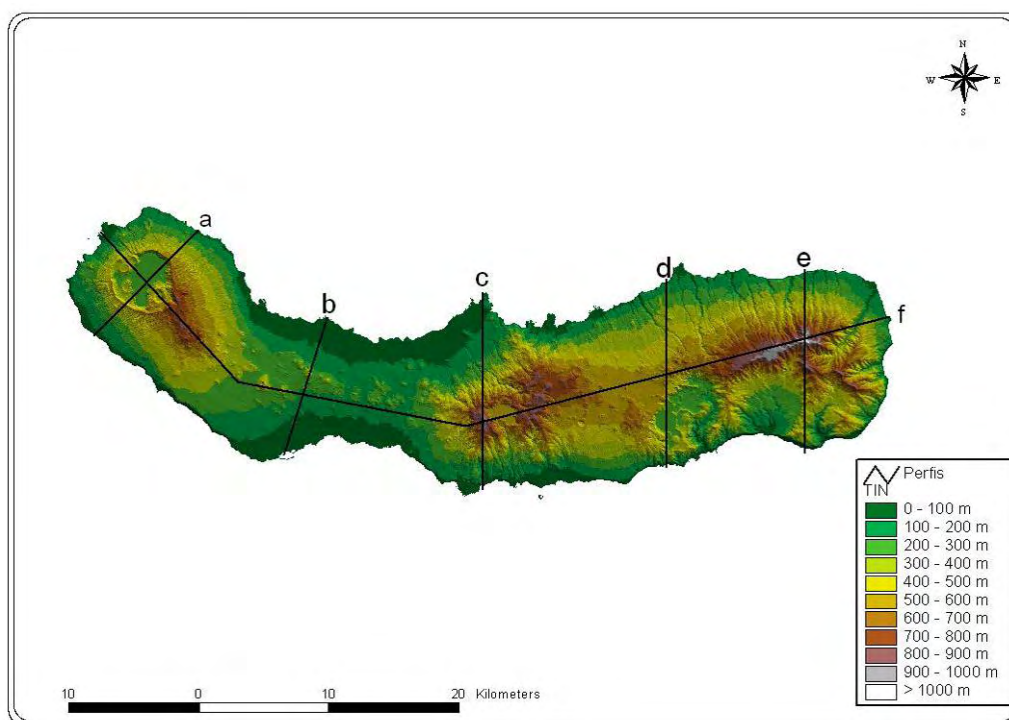


Figura 2.2 - Altimetria da ilha de São Miguel e perfis traçados (Fonte: Serviços de Cartografia do Exército).

Analisando o histograma das áreas e a curva hipsométrica da figura 2.3 podemos verificar que 65,5% da área da ilha se encontra abaixo da cota dos 400m. O território acima dos 800 metros corresponde apenas a 2,37% da área, culminando nos 1105m de altitude no Pico da Vara.

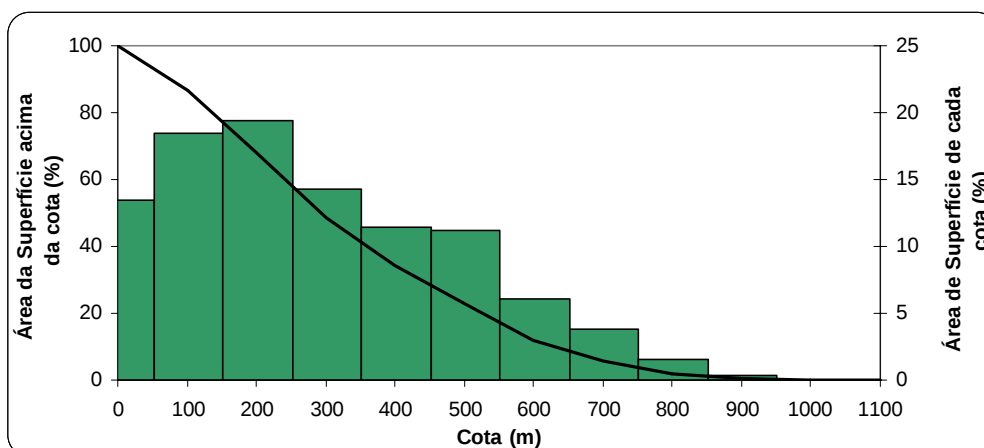


Figura 2.3– Histograma das áreas de superfície e curva hipsométrica da ilha de São Miguel.

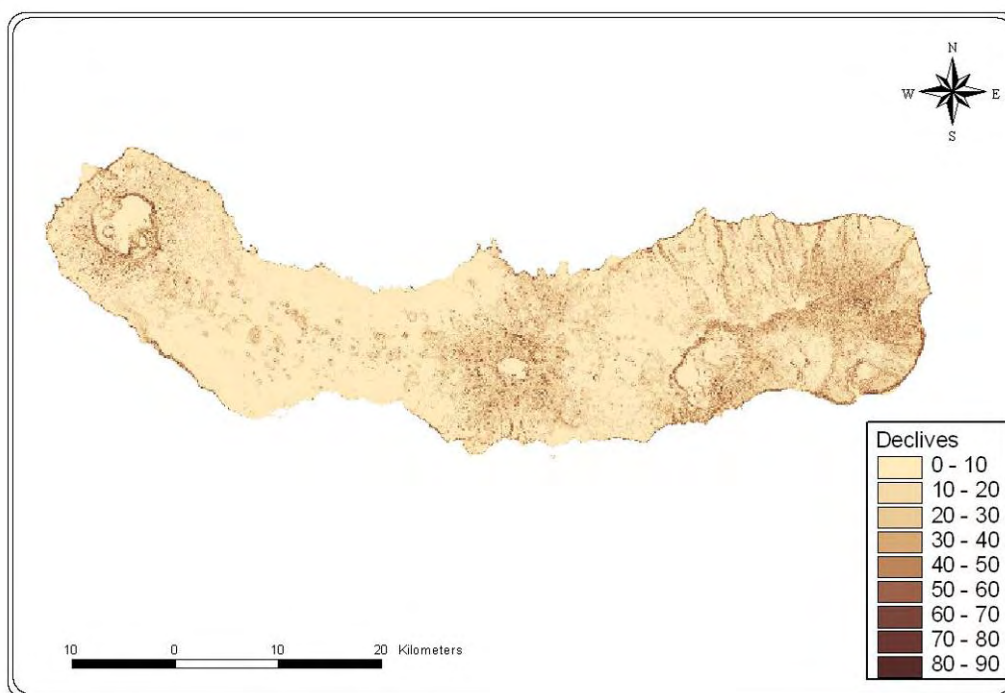


Figura 2.4 - Carta dos declives da ilha de São Miguel.

Como mostram as figuras 2.5 e 2.6, cerca de 71% da área da ilha de S. Miguel apresenta um declive entre 0 % a 20%. Os restantes 29% da área da ilha apresentam declives superiores a 20% atingindo o declive máximo de 90%.

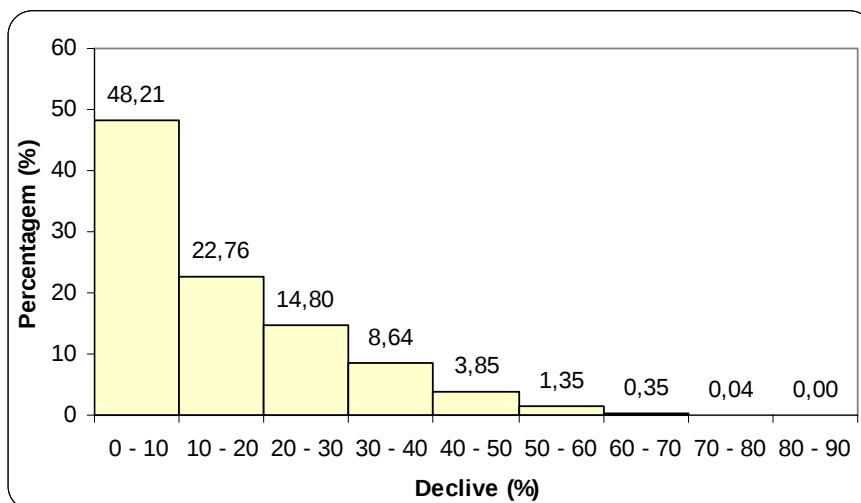


Figura 2.5 - Distribuição dos declives da ilha de São Miguel.



◆ Maciço Vulcânico das Sete Cidades

Este complexo aparelho vulcânico, cujo diâmetro de base é de cerca de 14 km, constitui a parte ocidental da Ilha e tem a parte central ocupada por uma enorme caldeira de explosão e afundamento (Caldeira das Sete Cidades). Esta caldeira é configurada por um limite de paredes verticais com cerca de 5 km de diâmetro e 400 m de profundidade. No seu interior existem vários aparelhos vulcânicos secundários, possuindo a sua maioria lagoas (Pacheco, 1995).

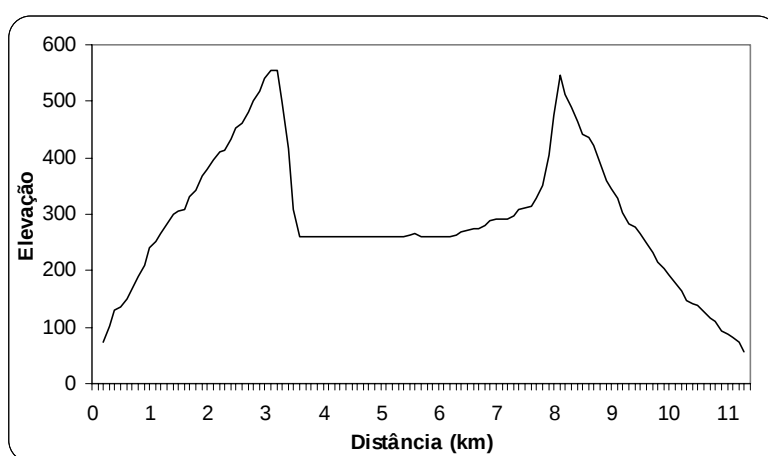


Figura 2.6 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção a no sentido N-S.

◆ Região dos Picos

A Região dos Picos estabelece a ligação entre a região anterior e o Maciço Vulcânico do Fogo. Trata-se de uma área relativamente baixa, com uma altitude média não superior a 200 metros. O seu ponto mais alto é a Serra Gorda com 485 m de altitude. Tem cerca de 12 km de largura (N-S) e possui numerosos cones vulcânicos que na sua maioria estão localizados ao longo de antigas falhas de orientação geral NW-SE (Pacheco, 1995).

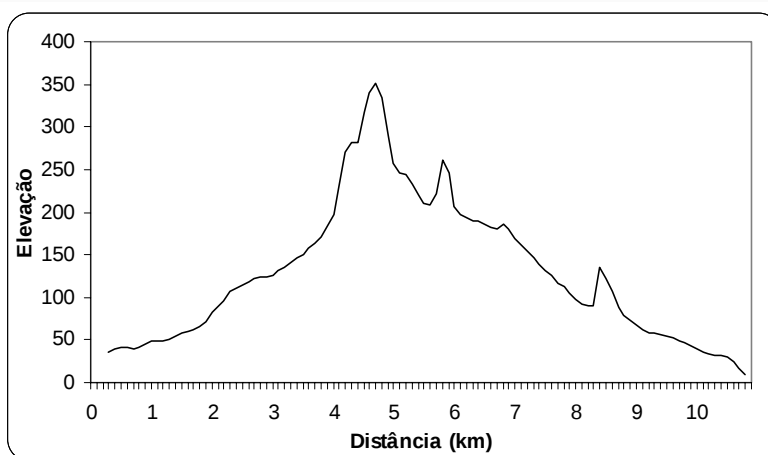


Figura 2.7 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção b no sentido N-S.

◆ Maciço Vulcânico do Fogo

Também conhecido por vulcão da Serra de Água de Pau, este maciço vulcânico possui uma cratera principal cujo diâmetro varia entre os 2,5 km e os 3 km e uma profundidade de 325 m. No seu interior encontra-se a Lagoa do Fogo, cujas margens se encontram a uma cota de 610 m. O ponto mais alto deste maciço vulcânico é o Pico da Barrosa com 949 metros (Pacheco, 1995).

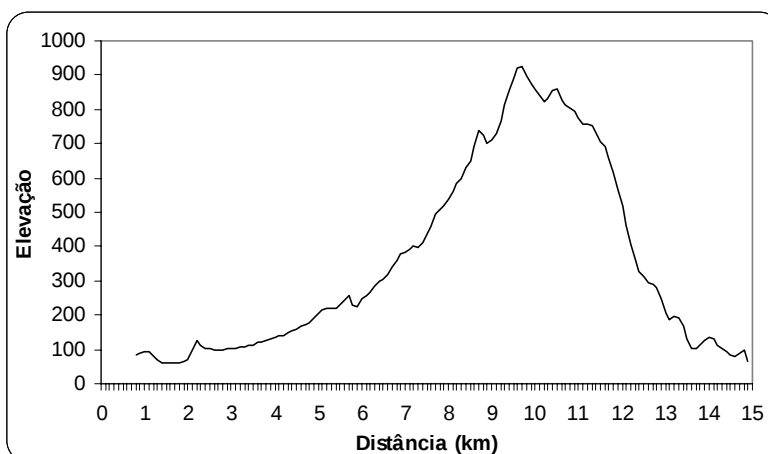


Figura 2.8 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção c no sentido N-S.



◆ Planalto da Achada das Furnas

A separar o vulcão da serra de Água de Pau do Vulcão das Fumas, situa-se o Planalto da Achada das Fumas. É uma estrutura formada por numerosos cones de escórias vulcânicas muitos dos quais possuindo lagoas no interior das suas crateras. A altitude média situa-se entre os 400-500 metros (Pacheco, 1995).

◆ Vulcão das Fumas

O vulcão das Fumas é constituído por uma enorme caldeira de explosão e afundamento, muito erodida, de paredes interiores verticais, cujo maior diâmetro é de cerca de 6 Km e profundidade de 290 m. O fundo é ocupado por uma grande lagoa e uma zona aplanada (Pacheco, 1995).

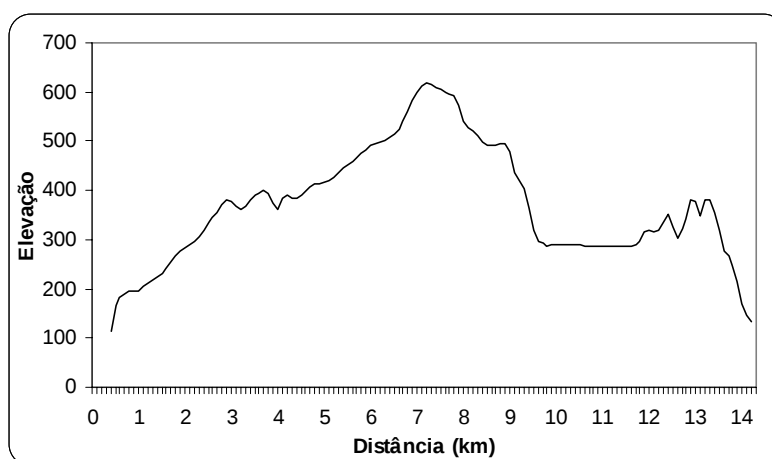


Figura 2.9 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção d no sentido N-S.

◆ Vulcão da Povoação

O vulcão da Povoação é o mais erodido de todos os aparelhos vulcânicos da ilha de S. Miguel. Apresenta uma enorme cratera aberta a sul, com seu interior profundamente escavado por uma densa rede de ribeiras que convergem a sul e se juntam para desaguar na praia da Povoação (Pacheco, 1995).



◆ Região do Nordeste e da Serra da Tronqueira

A principal linha de relevo da região (Serra da Tronqueira) corresponde a uma crista de orientação NW-SE, que se estende entre o Pico Verde e o Lombo Gordo. Os pontos mais altos desta região são o Espigão do Galego (908 m) e o Pico Bartolomeu (888 m), deles divergindo para Leste uma série de “lombas” inclinadas e separadas por vales estreitos e profundos (Pacheco, 1995).

O vale da Ribeira do Guilherme ou dos Moinhos separa a Serra da Tronqueira do Maciço do Pico da Vara, cujo ponto mais alto atinge 1105 m de altitude (ponto mais alto da ilha).

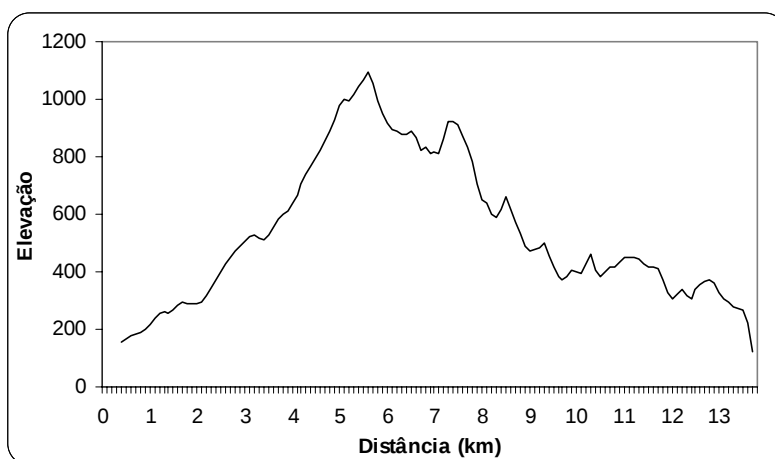


Figura 2.10 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção e no sentido N-S.

◆ Planalto Litoral Norte

É uma região constituída por um conjunto de “lombas”, mais ou menos paralelas que, diminuindo gradualmente o seu declive, descem do Planalto dos Graminhais até à costa Norte. Estas “lombas” estão separadas por vales profundos, moldados pela erosão hídrica (Pacheco, 1995).

Por fim, a figura 2.11, apresenta o perfil longitudinal da ilha de São Miguel, onde é possível reconhecer a Lagoa do Fogo e a Lagoa das Sete Cidades.

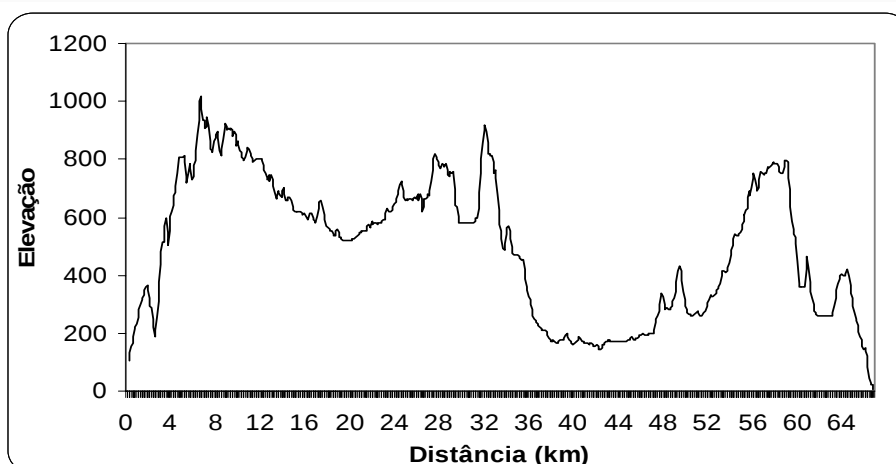


Figura 2.11 - Perfil da ilha de São Miguel segundo a direcção f no sentido E-O.

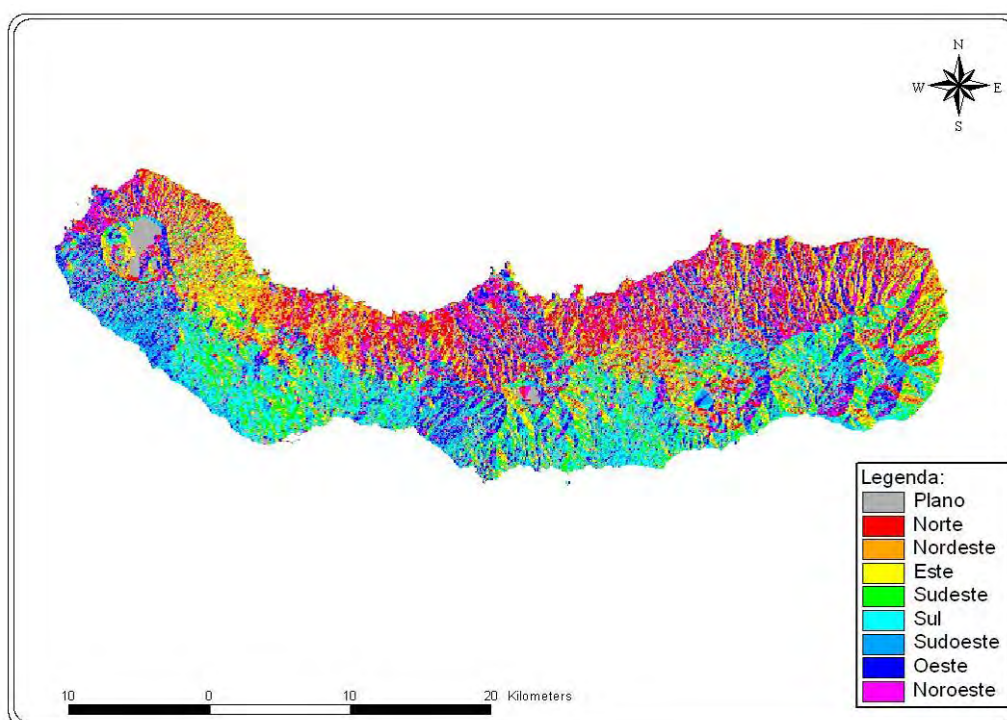


Figura 2.12 – Orientação do relevo da ilha de São Miguel.

Pela observação das figuras 2.12 e 2.13 pode-se concluir que na ilha de São Miguel a exposição do terreno segundo as orientações geográficas está distribuído por todas as orientações geográficas. As orientações geográficas menos representativas são as Norte e Nordeste, com 6,63% e 6,28% respectivamente. Todas as restantes encontram-se distribuídas entre os 10,48% (sul) e os 12,91% (sudeste). Há ainda que realçar o valor de 16,56% do terreno plano, que não é de todo revelador a real situação,



pois as enormes áreas das diferentes lagoas, existentes nesta ilha, são assumidas pela ferramenta de cálculo do ArcView como terreno plano.

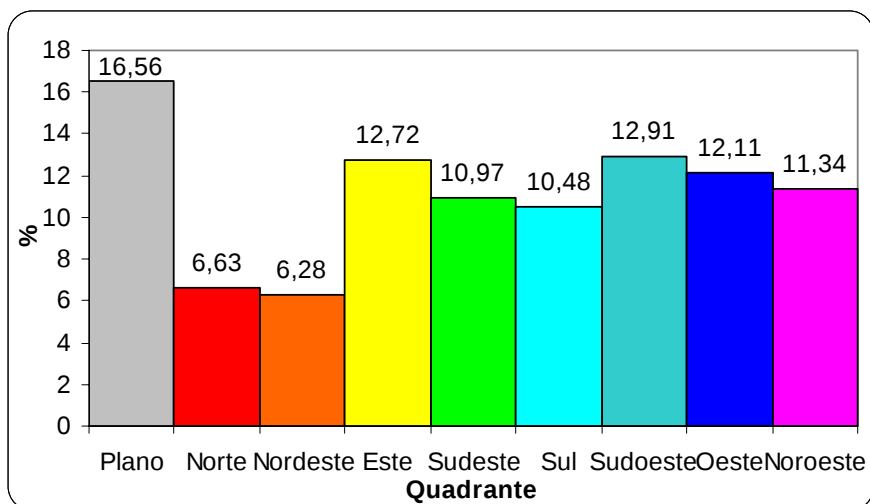


Figura 2.13 – Valores da orientação do terreno da ilha de São Miguel.



2.2 Localização geral de Santa Maria

2.2.1. Localização geográfica

A ilha de Santa Maria, uma das mais antigas do Arquipélago dos Açores, faz parte do Grupo Oriental, situa-se aproximadamente entre os paralelos $36^{\circ}45'$ e $37^{\circ}10'$ latitude norte e os meridianos $24^{\circ}45'$ e $25^{\circ}12'$ de longitude a oeste de Greenwich (Zbyszewski, 1961).



Figura 2.14 - Localização da ilha de Santa Maria (Fonte: PRA, 2001).

2.2.2. Geomorfologia

Com uma superfície de 97,1 km² esta ilha é composta por uma parte praticamente plana, que ocupa toda a parte oeste, e uma parte, a leste, extremamente acidentada. Tem como ponto mais alto o Pico Alto, com uma altitude máxima de 590 metros, que percorre um eixo de orientação SSE-NNW (Agostinho, 1942).

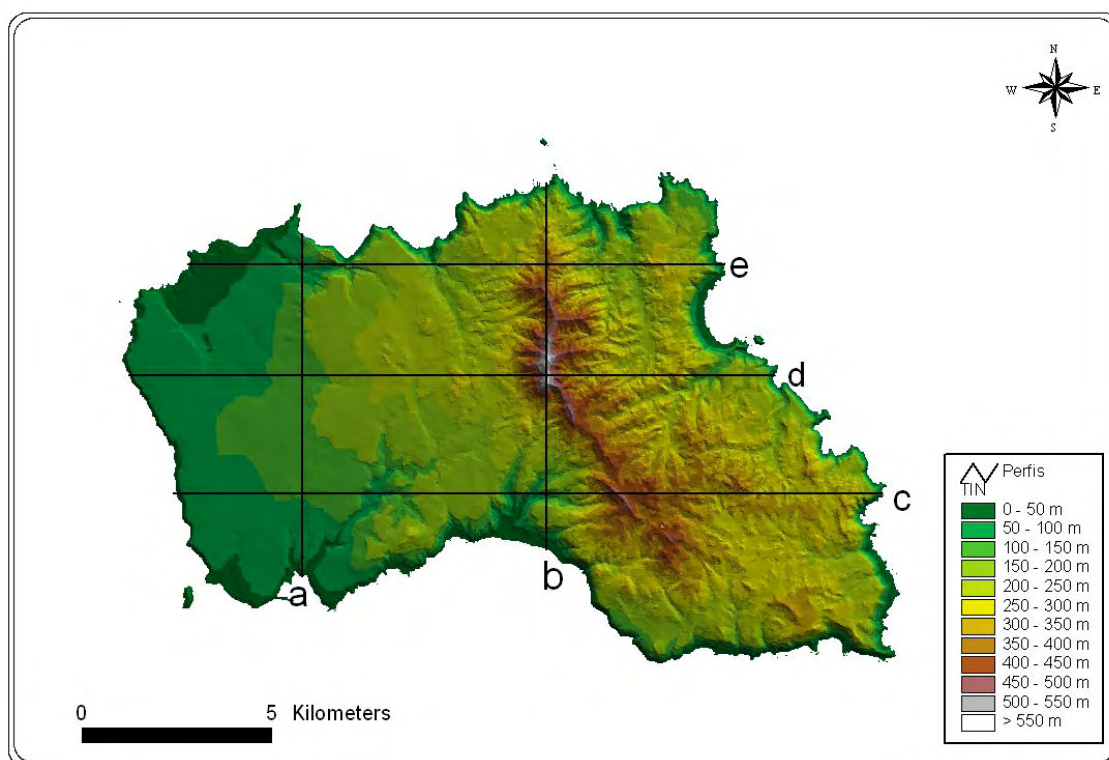


Figura 2.15 - Altimetria da ilha de Santa Maria e perfis traçados (Fonte: Serviços de Cartografia do Exército).

Analisando a figura 2.16, que representa a curva hipsométrica e o histograma das áreas, verificamos que 85% da ilha ($82,5 \text{ km}^2$) encontra-se abaixo dos 300m. Acima desta classe, os restantes 15%, representam uma área de cerca de $14,6 \text{ km}^2$.

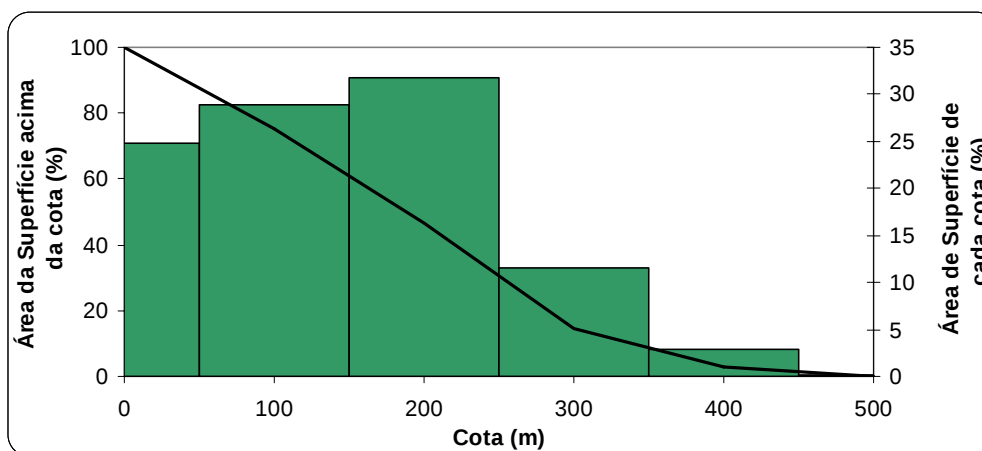


Figura 2.16 – Histograma das áreas de superfície e curva hipsométrica da ilha de Santa Maria.



Capítulo 2 CARACTERIZAÇÃO DAS ILHAS EM ESTUDO

A figura 2.17 e 2.18 mostram-nos a distribuição dos declives onde se pode constatar que a ilha tem, na sua maioria, um declive inferior a 10% correspondente a cerca de 50% da área do território o que equivale a cerca de 48.5 km². Os restantes 50% do território apresentam um declive superior a 10% que, no máximo, pode chegar aos 80%.

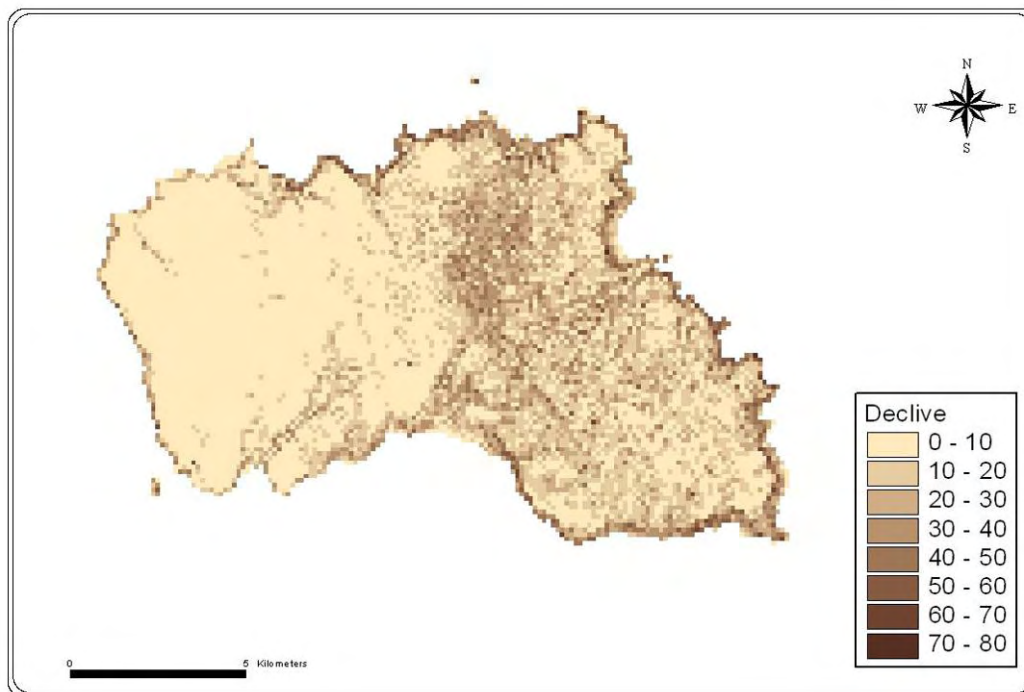


Figura 2.17 - Carta dos declives da ilha de Santa Maria.

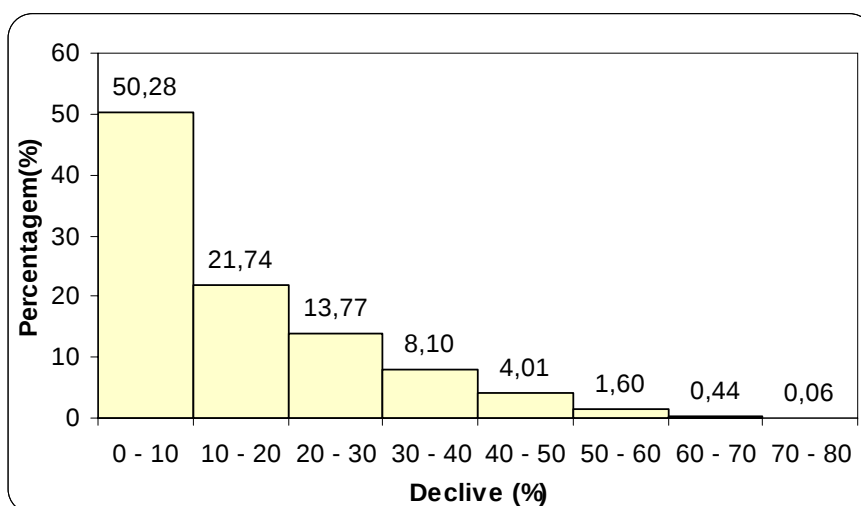


Figura 2.18 - Distribuição dos declives da ilha de Santa Maria.



Morfologicamente a ilha divide-se em duas zonas distintas:

◆ **Região da Vila do Porto:**

Esta zona é caracterizada por um relevo pouco pronunciado como podemos observar no perfil da figura 2.19 que, no sentido S – N, se estende desde a Vila do Porto até à Ponta dos Frades.

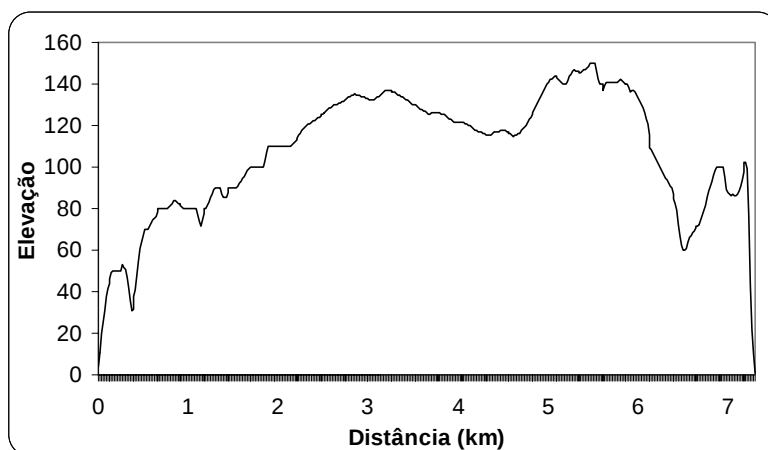


Figura 2.19 – Perfil da ilha de Santa Maria segundo a direcção a no sentido S-N.

◆ **Maciço do Pico Alto**

No Maciço do Pico Alto é o de maior destaque na ilha atingido o ponto de maior altitude que atinge os 590 metros (ver figuras 2.20 e 2.21). Na figura 2.21 é possível distinguir a zona plana da ilha, referida anteriormente, que é ocupada pelo aeroporto da ilha de Santa Maria.

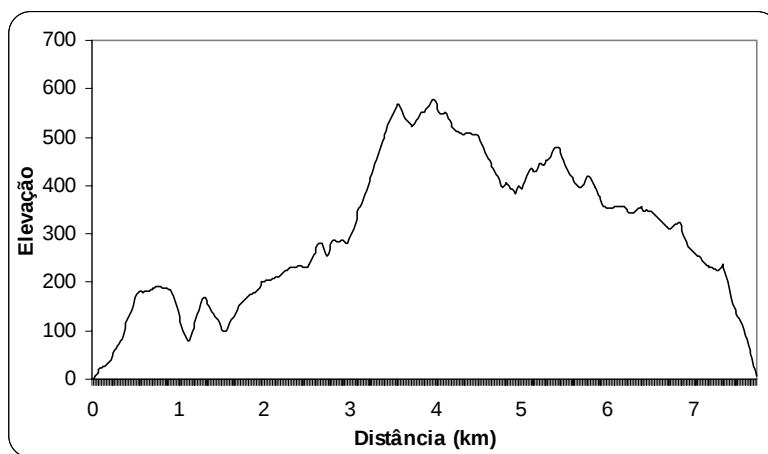


Figura 2.20 - Perfil da ilha de Santa Maria segundo b direcção a no sentido S-N.

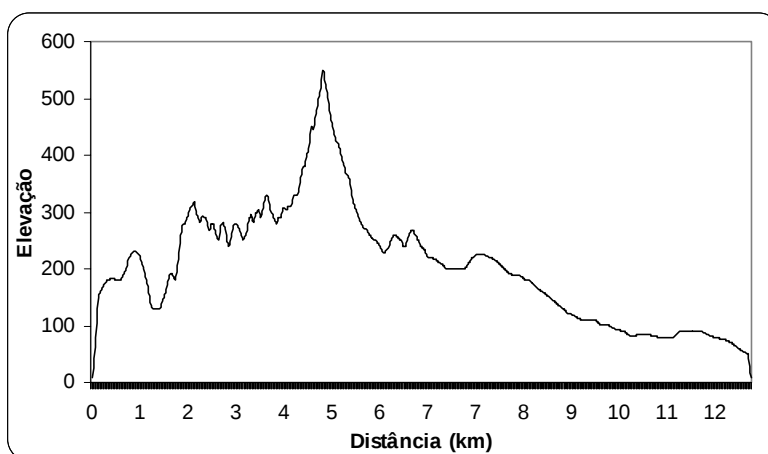


Figura 2.21 - Perfil da ilha de Santa Maria segundo c direcção a no sentido E-O.



Nos perfis das figuras 2.22 e 2.23 pode ser observado o desenvolvimento do maciço do Pico Alto mas agora mais junto da costa. É de realçar o aparecimento, ao longo do perfil, de alterações abruptas do relevo que representam os talwegues de ribeiras como é o caso da Ribeira do Panasco.

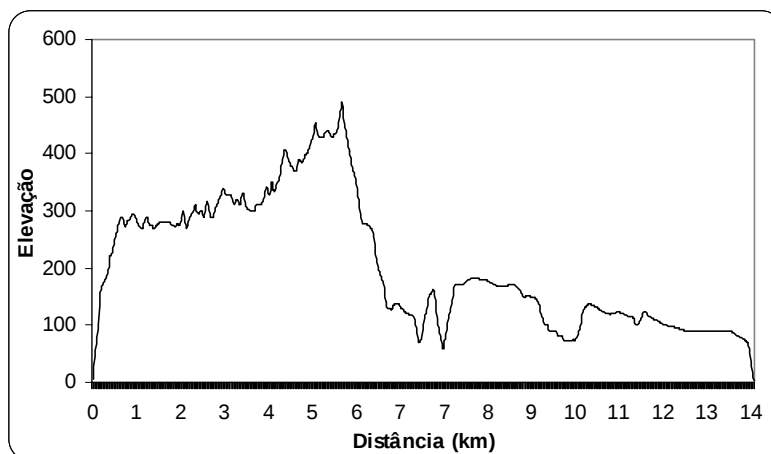


Figura 2.22 - Perfil da ilha de Santa Maria segundo d direcção a no sentido E-O.

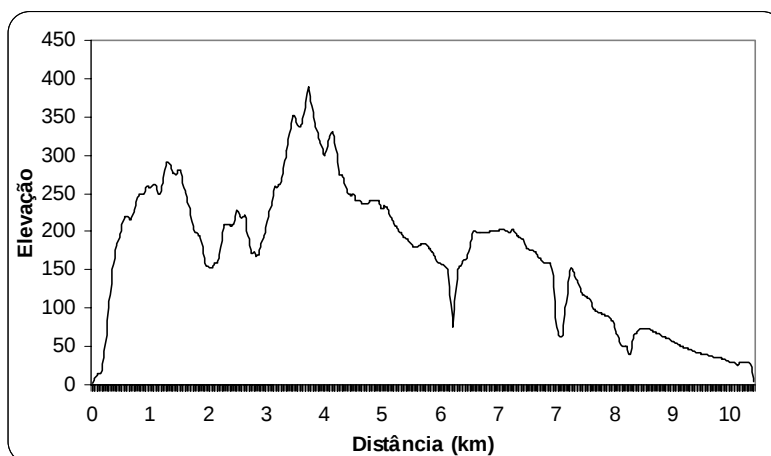


Figura 2.23- Perfil da ilha de Santa Maria segundo a direcção e no sentido E-O.



Capítulo 2 CARACTERIZAÇÃO DAS ILHAS EM ESTUDO

A orientação do relevo da ilha de Santa Maria está representada nas figuras 2.24 e 2.25. A orientação mais significativa é a orientação a nordeste com cerca de 18,21%, seguido dos 16,38% de terreno plano. A orientação oeste representa 15,32%. A orientação de menor representação é a de norte, com apenas 4,7%.

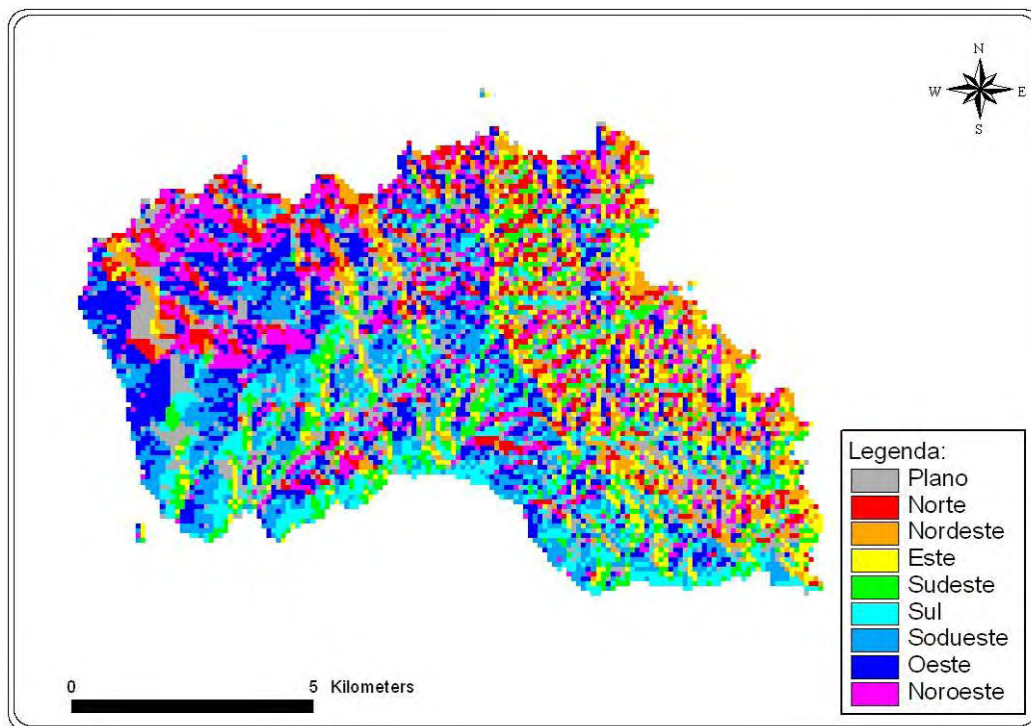


Figura 2.24 – Orientação do terreno da ilha de Santa Maria.

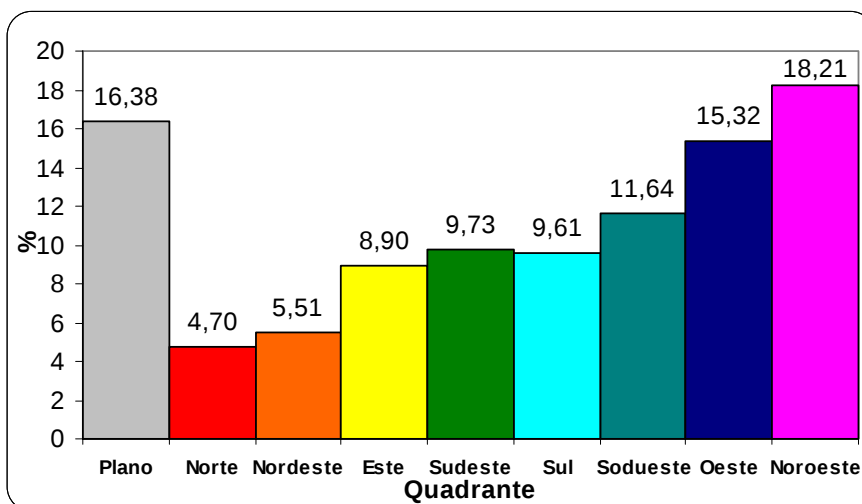


Figura 2.25 – Valores da orientação do terreno da ilha de Santa Maria.



Capítulo 3 - METODOLOGIAS E MODELOS UTILIZADOS

3.1 Caracterização do Clima

A informação meteorológica que serve de base à monitorização ou caracterização do clima das diferentes regiões, neste caso particular as insulares, pode ter várias origens, tendo características específicas de fiabilidade e de resolução de acordo com as metodologias empregues e com limitações que advêm dos meios e processos utilizados na sua obtenção (Azevedo, 1996).

3.1.1. Modelos Empíricos de Base Estatística

A descrição quantitativa do clima das diferentes ilhas dos Açores tem sido feita com base nos valores das observações efectuadas na rede de estações climatológicas sob a tutela do Instituto de Meteorologia (IM), a maioria das quais tem apenas vocação sinóptica enquanto que outras estão dedicadas ao apoio aeronáutico.

Uma vez que, na sua maioria estão localizadas a baixa altitude e próximas do litoral, os parâmetros nelas observados e registados só possam ser representativos das condições climáticas de uma zona limitada do território. Factores específicos e importantes tais como a orografia, os mecanismos advectivos e de intercepção da radiação, não são frequentemente reflectidos neste tipo de informação pelo que a informação assim recolhida dificilmente traduz as condições climáticas da generalidade do território (Azevedo, 1999 In Azevedo et al., 2001).



3.1.1.1. Análise estatística dos elementos climáticos da ilha de São Miguel

Os valores que serviram de referência para esta análise estatística foram recolhidos nas seguintes estações meteorológicas do IM:

- Estação Meteorológica de Ponta Delgada, localizada a 35 metros de altitude, a uma latitude de 37°45' Norte e à longitude 25°40' Oeste. Foram utilizados os registos correspondentes ao período de 1978 a 1990 (Pressão, Temperatura, Humidade e Nebulosidade), e ao o período de 1961 a 1990 para os restantes parâmetros;

- Estação Meteorológica da Nordela, a 71 metros de altitude, com latitude de 37°44' Norte, com longitude 25°42' Oeste, durante o período de 1961 a 1990;

- Estação Meteorológica do Cerrado dos Bezerros, a 440 metros de altitude, com latitude de 37°45' Norte, com longitude 25°22' Oeste, durante o período de 1979 a 1990 (Temperatura, Humidade e Nebulosidade às 9h) e durante o período de 1961 a 1990;

- Estação Meteorológica das Furnas, a 290 metros de altitude, com latitude de 37°46' Norte, com longitude 25°19' Oeste, durante o período de 1979 a 1990;

- Estação Meteorológica de Chã da Macela, a 309 metros de altitude, com latitude de 37°46' Norte, com longitude 25°32' Oeste, durante o período de 1979 a 1990.

Os valores e a representação gráfica das diferentes variáveis climáticas para cada uma das estações referidas encontram-se no Anexo II.

**◆ TEMPERATURA DO AR:**

Ao analisar o gráfico da figura 3.1 podemos concluir que a variação da temperatura ao longo do ano é regular em todas as estações. O mês de Agosto é aquele em que a temperatura média é mais elevada. A temperatura média mais baixa é registada no mês de Fevereiro.

A temperatura média do ar na estação de Ponta Delgada atinge aos 22°C no mês de Agosto. De todas as estações é a que regista, para o mesmo mês, a temperatura mais elevada, em oposição à estação do Cerrado dos Bezerros é a que apresenta a temperatura mais baixa, 18,8°C. A temperatura média mensal mais baixa é registada em Fevereiro atingindo os 13,9°C em Ponta Delgada, e os 10,7°C na estação do Cerrado dos Bezerros. Pode-se de forma clara observar no gráfico que as temperaturas mais altas são obtidas nas estações que se encontram a menor altitude enquanto que as de maior altitude registam valores de temperatura menores.

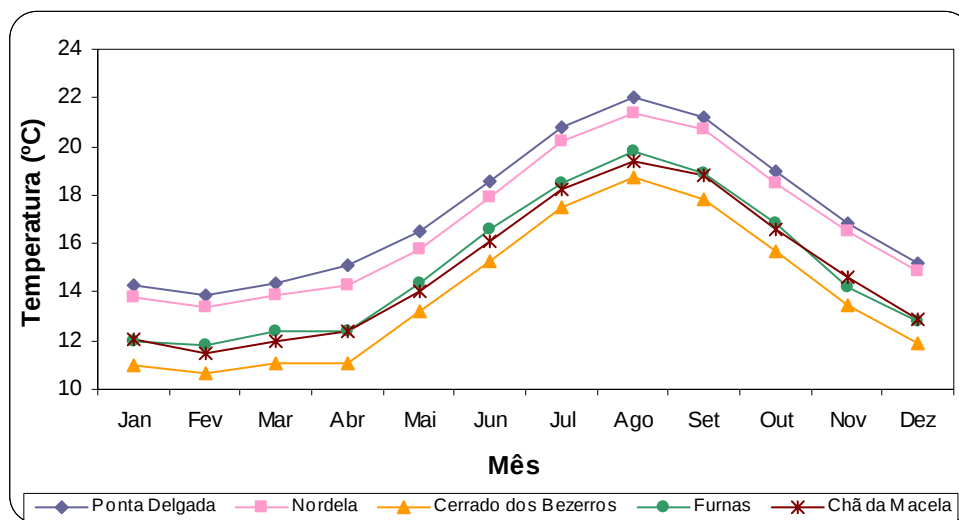


Figura 3.1 – Valores médios da temperatura do ar (°C), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel.



Quanto à análise da amplitude térmica pode-se concluir que esta varia entre os 4,8°C (Chã da Macela) e os 9°C (Furnas). A amplitude térmica tem a sua maior expressão nos meses de verão.

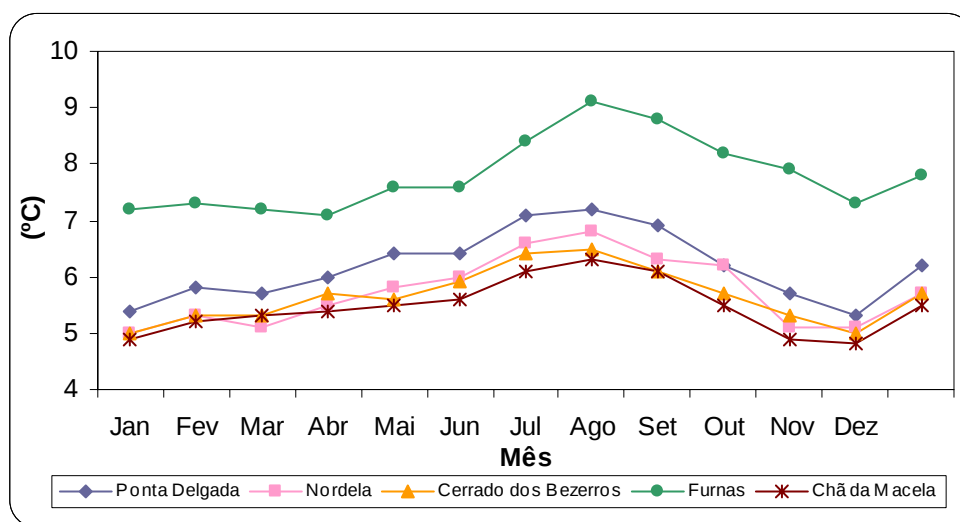


Figura 3.2 – Valores da amplitude da temperatura do ar (°C), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel.

◆ PRECIPITAÇÃO

Como já foi referido anteriormente a precipitação aumenta consideravelmente em altitude por essa razão as estações instaladas a menor altitude registam valores de precipitação menores. De uma forma regular a precipitação é mais elevada nos meses de Inverno e menor nos meses de verão (Junho, Julho e Agosto). Como se observa no gráfico da figura 3.3 o valor mais alto é o de 323,8 mm registado na estação das Furnas, correspondente à média mensal do mês de Novembro, que se revela como o mês mais chuvoso. O mês de menor precipitação é o de Julho com um valor de 29,5 mm para a estação de Ponta Delgada.

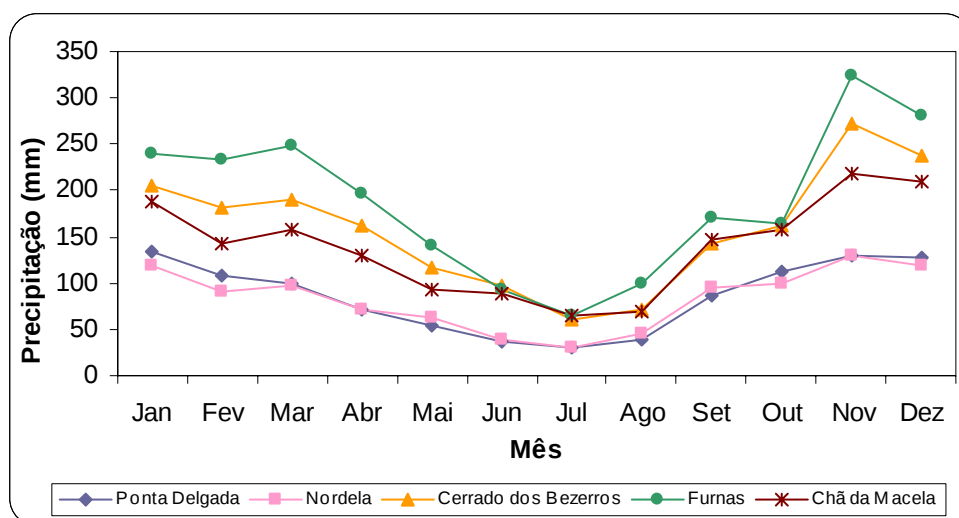


Figura 3.3 – Valores médios da precipitação total (mm), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel

Quanto à precipitação acumulada ao longo do ano, segundo o gráfico da figura 3.4, a estação da Nordela atinge os 994 mm/ano e a estação da Furnas chega aos 2252,2 mm/ano.

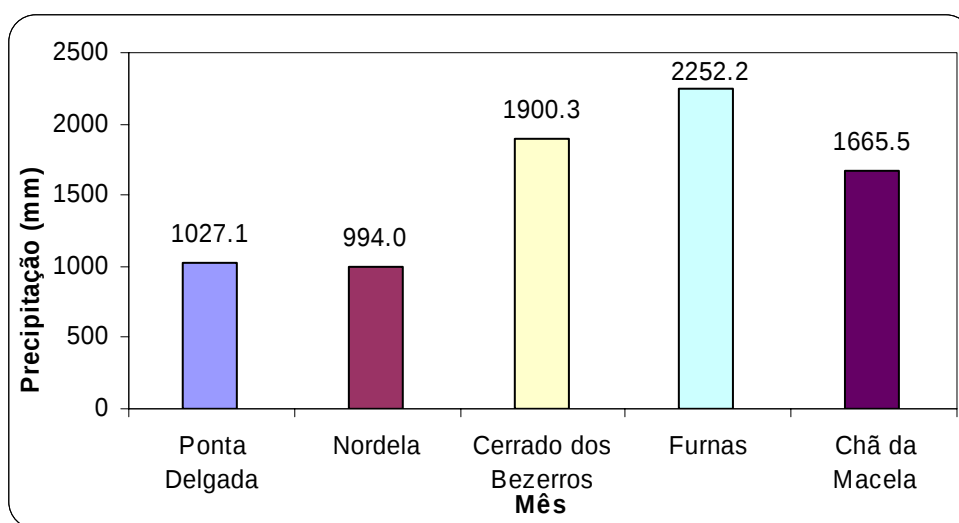


Figura 3.4 – Valores acumulados da precipitação total (mm) anual, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel

**HUMIDADE RELATIVA**

A humidade relativa do ar aumenta em altitude, os valores mais baixos registam-se na estação de Ponta Delgada situando-se entre os 82% e os 86%. Os valores mais elevados situam-se entre os 88% e os 92% e correspondem às estações das Furnas e do Cerrado dos Bezerros.

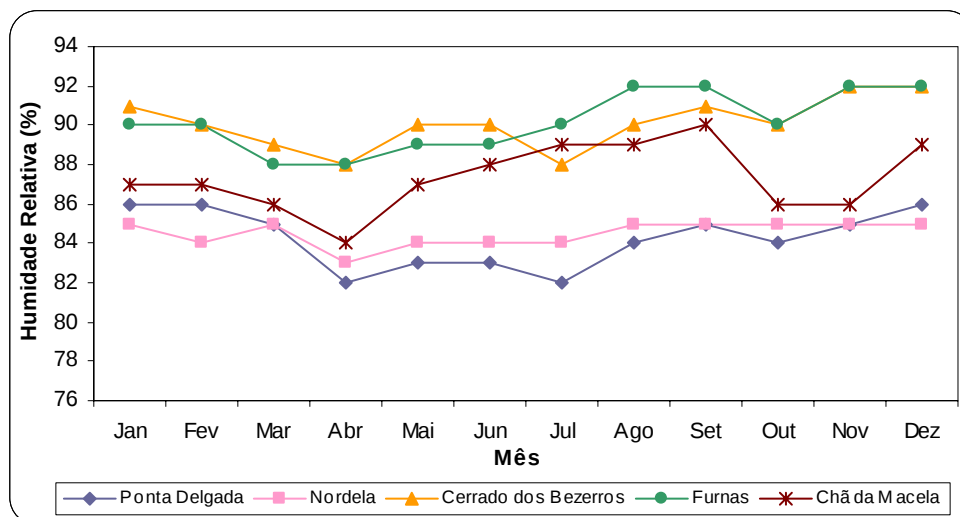


Figura 3.5– Valores médios da humidade relativa do ar às 9 horas (%), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel

VENTO

Para a análise do vento apenas existem valores para três estações: Ponta Delgada, Nordela e Cerrado dos Bezerros. A estação escolhida para servir de referência foi a de Ponta Delgada onde são observadas frequências de (figura 3.6) de 20% para o rumo Norte, 15,5% para o rumo Nordeste e 14,4% para o rumo Oeste, sendo estes os rumos predominantes.

A velocidade média do vento observa-se no mês de Fevereiro (figura 3.7), com um valor de 13,1 km/h. Com 9 km/h apresenta-se o mês de Agosto sendo este o mês menos ventoso.

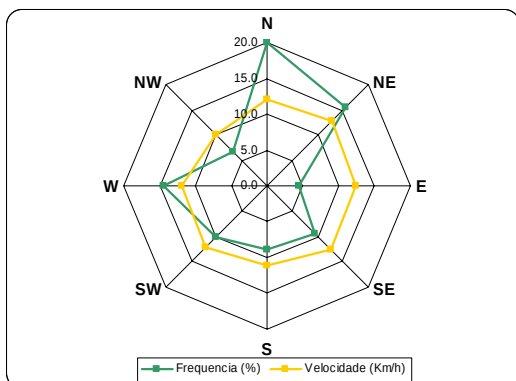


Figura 3.6 – Valores da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, médios mensais, na estação meteorológica de Ponta Delgada.

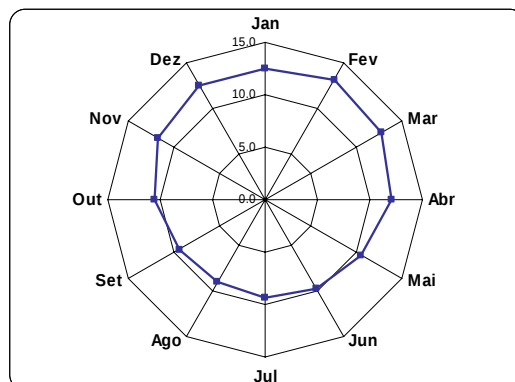


Figura 3.7 – Valores médios mensais da velocidade do vento (km/h), na estação meteorológica de Ponta Delgada.

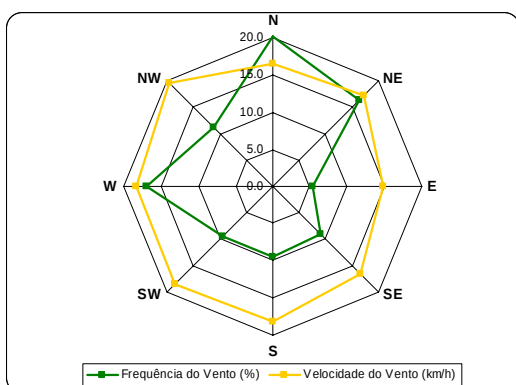


Figura 3.8 – Valores médios mensais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica da Nordela.

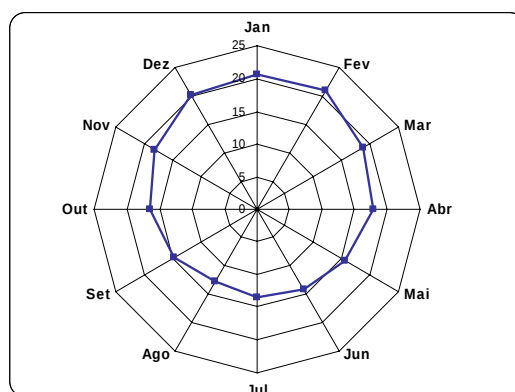


Figura 3.9 – Valores médios mensais da velocidade do vento (km/h), na estação meteorológica da Nordela.



Capítulo 3 METODOLOGIAS E MODELOS UTILIZADOS

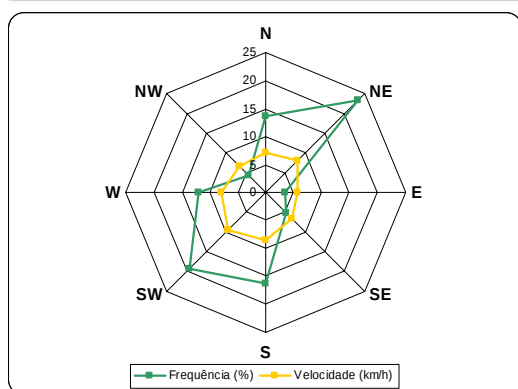


Figura 3.10 – Valores médios mensais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica do Cerrado dos Bezerras.

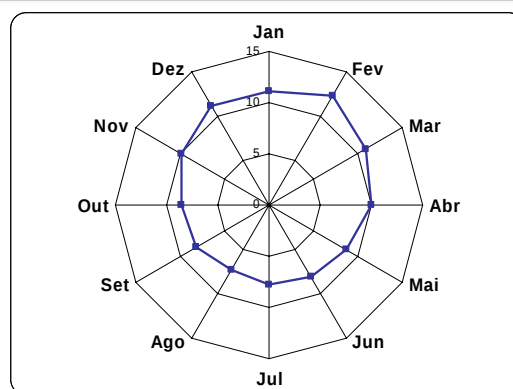


Figura 3.11 – Valores médios mensais da velocidade do vento (km/h), na estação meteorológica do Cerrado dos Bezerras.

◆ NEBULOSIDADE

De acordo com o gráfico da figura 3.12, os valores da nebulosidade (às 9 horas) variam entre os 7/10 e os 8/10 na estação de Chã da Macela, sendo esta a estação onde se regista maior nebulosidade. Nas Furnas é observada uma nebulosidade que se situa entre os 5/10 e os 7/10.

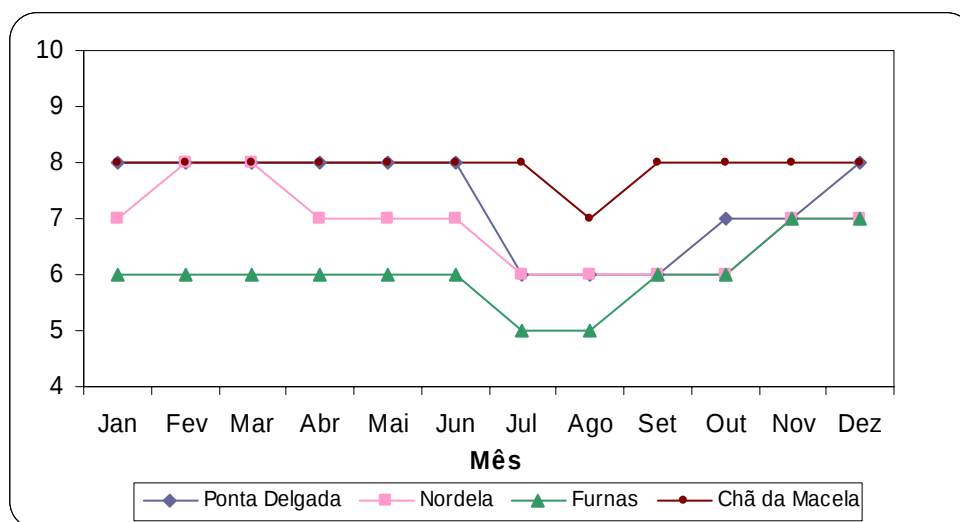


Figura 3.12 – Valores médios da nebulosidade total (horas), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de São Miguel (Não existem valores para a estação do Cerrado dos Bezerras).



3.1.1.2. Análise estatística dos elementos climáticos da ilha de Santa Maria

Os valores que serviram de referência para esta análise estatística foram recolhidos nas seguintes estações meteorológicas do IM:

- Estação Meteorológica do Aeroporto, a 100 metros de altitude, com latitude de 36°58' Norte, com longitude 25°10' Oeste, durante o período de 1961 a 1990;

- Estação Meteorológica das Fontinhas, a 430 metros de altitude, com latitude de 36°57' Norte, com longitude 25°05' Oeste, durante o período de 1961 a 1990.

Os valores e a representação gráfica das diferentes variáveis climáticas para cada uma das estações referidas encontram-se no Anexo II.

TEMPERATURA DO AR:

Para a ilha de Santa Maria a variação da temperatura média do ar varia de forma regular ao longo de todo o ano e para as duas estações meteorológicas em análise. O valor mais elevado, 22,2 °C, regista-se no mês de Agosto na estação do Aeroporto. O valor mais baixo, 11,2 °C, regista-se no mês de Fevereiro na estação das Fontinhas, (gráfico da figura 3.13).

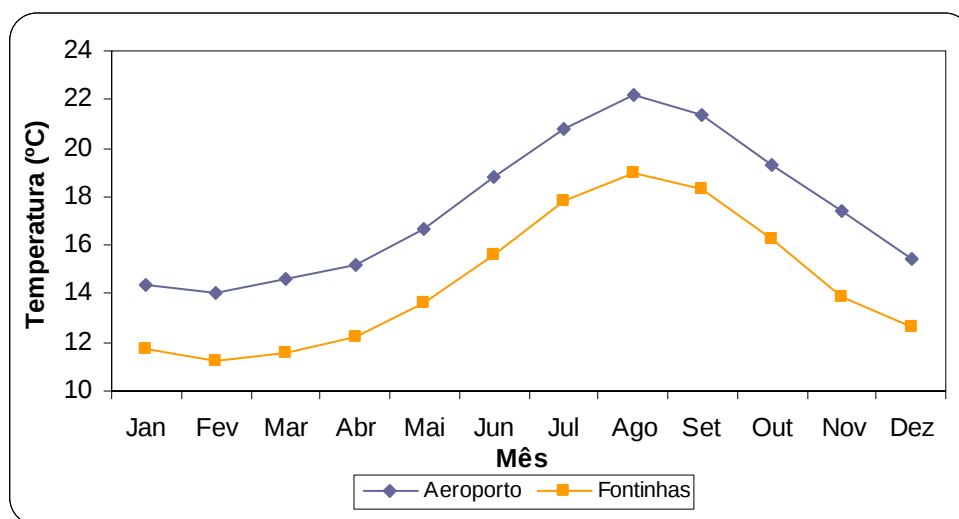


Figura 3.13– Valores médios mensais da temperatura do ar (°C), nas estações climatológicas da ilha de St.ª Maria.

Como se constata no gráfico da figura 3.14 a menor amplitude térmica média mensal é de 3,9°C na estação do Aeroporto em Novembro. O valor mais elevado da amplitude térmica média mensal observado nas duas estações no mês de Julho corresponde a 5,9°C,. Na ilha de Santa Maria a amplitude não sofre alteração significativa entre o verão e o Inverno.

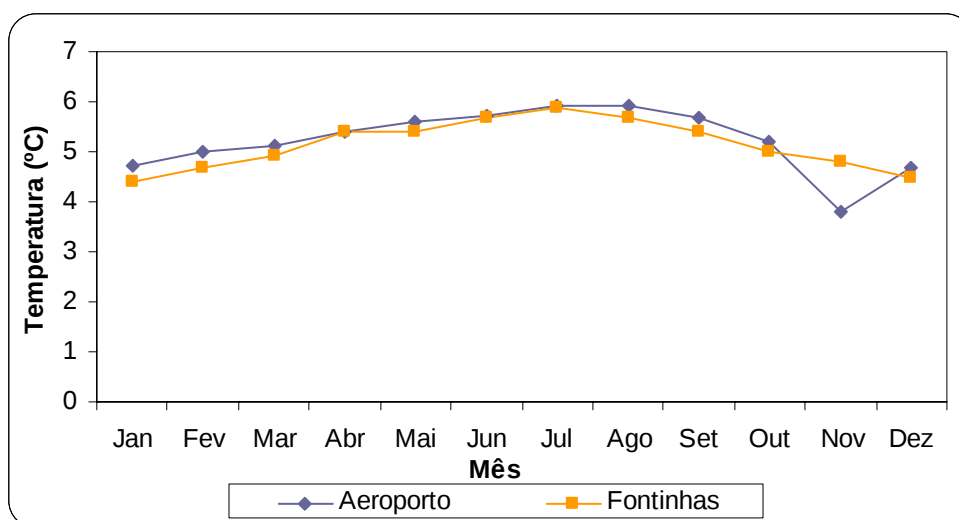


Figura 3.14 – Valores da amplitude média mensal da temperatura do ar (°C), nas estações meteorológicas da ilha de St.ª Maria.

**PRECIPITAÇÃO**

A menor precipitação média mensal observada na estação do Aeroporto corresponde a 22,4 mm no mês de Junho. De uma forma regular a precipitação é mais elevada nos meses de Inverno e menor nos meses de verão. No caso de Santa Maria é nos meses de Maio, Junho e Julho que se observam as menores precipitações (gráfico da figura 3.15). O valor médio mensal mais alto corresponde aos 177,5 mm resultantes do registos do mês de Dezembro na estação das Fontinhas.

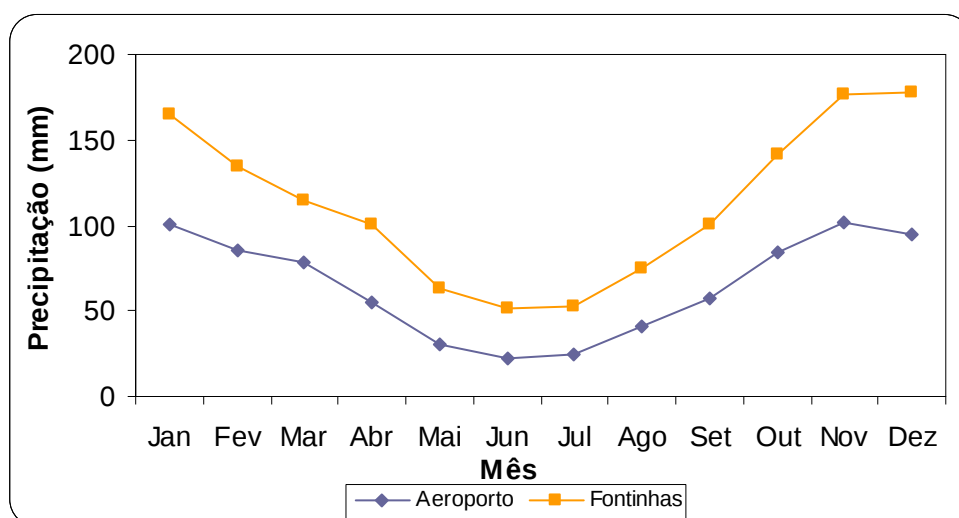


Figura 3.15– Valores médios da precipitação total (mm), mensais, nas estações meteorológicas da ilha de St.^a Maria.

Quanto à precipitação acumulada (gráfico da figura 3.16) na estação do Aeroporto atinge os 775,2 mm/ano enquanto que na estação das Fontinhas chega aos 1351,5 mm/ano.

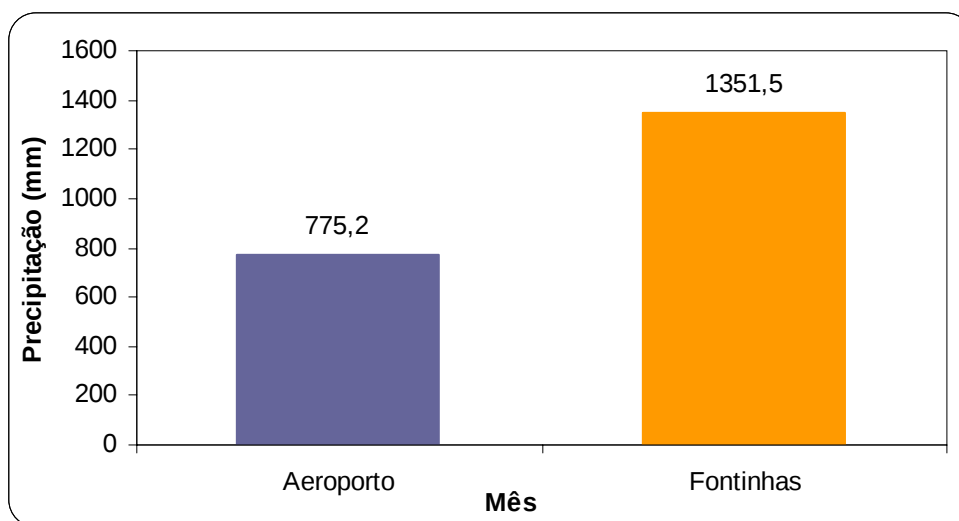


Figura 3.16 – Valores acumulados da precipitação total (mm), anuais, nas estações meteorológicas da ilha de St.^a Maria.

◆ HUMIDADE RELATIVA

Tal como nas restantes ilhas a humidade relativa do ar em Santa. Maria aumenta com a altitude. Os valores da humidade relativa média mensal mais baixos observados correspondem ao registos à estação do Aeroporto, entre os 79% e os 82%, enquanto que os valores mais elevados, que se situam entre os 86% e os 91%, correspondem aos registos da estação das Fontinhas (gráfico da figura 3.17).

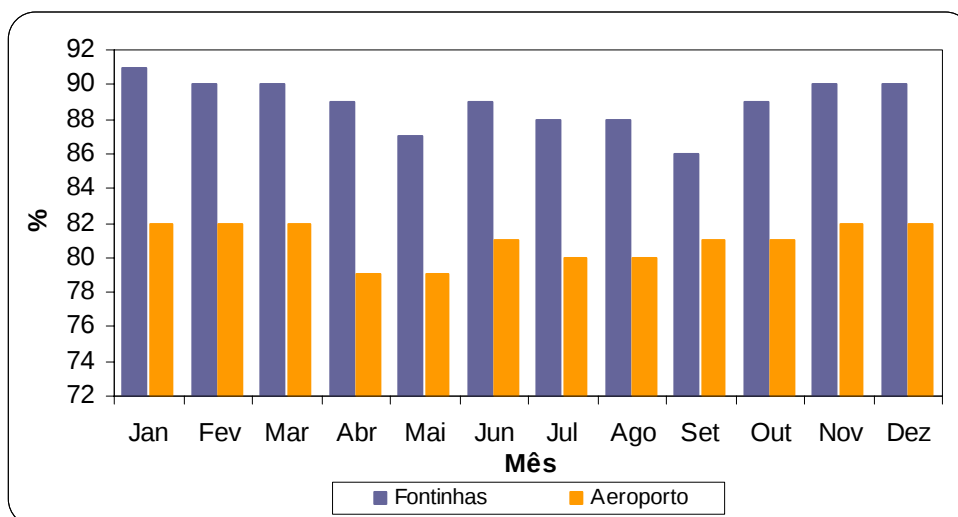


Figura 3.17 – Valores médios mensais da humidade relativa do ar às 9 horas (%), nas estações meteorológicas da ilha de St.^a Maria.



VENTO

Para a análise do vento foi escolhida a estação do Aeroporto para servir de referência. Quanto à frequência esta ronda os 18,2% no rumo Noroeste, sendo este o rumo predominante.

A velocidade média mensal atinge o seu valor mais elevado no mês de Fevereiro, com um valor de 13,3 km/h, enquanto que apenas se observa em média 7,9 km/h no mês de Agosto.

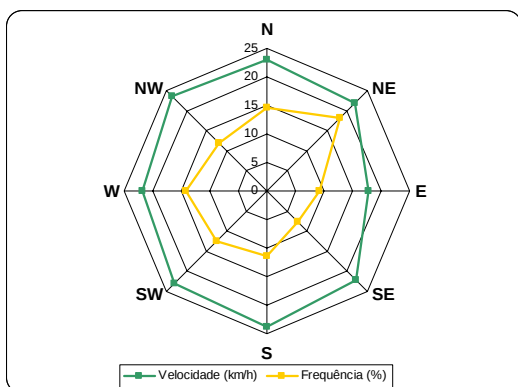


Figura 3.18 – Valores médios anuais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica do Aeroporto.

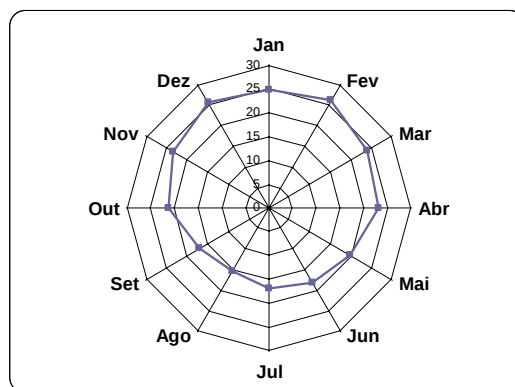


Figura 3.19 – Valores médios mensais da velocidade do vento (km/h), na estação meteorológica do Aeroporto.

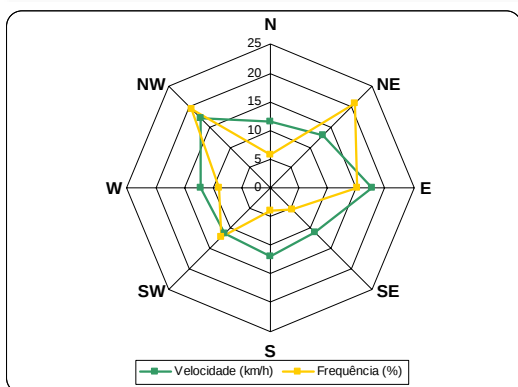


Figura 3.20 – Valores médios anuais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica das Fontinhas.

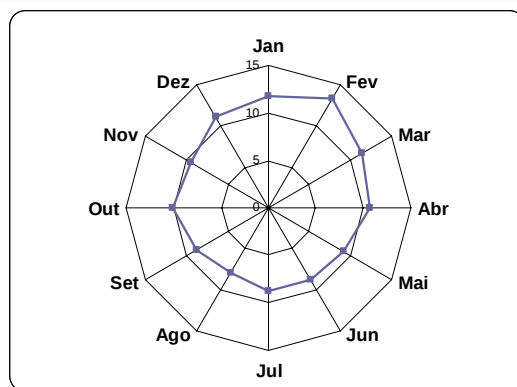


Figura 3.21 – Valores médios mensais da frequência (%) e velocidade do vento (km/h) por rumo, na estação meteorológica das Fontinhas.

NEBULOSIDADE

Segundo o Gráfico 3.22, os valores médios mensais da nebulosidade têm o seu valor mais baixo no mês de Agosto, 6/10 (às 9 horas), 5/10 (às 15 e 21 horas), o mês de Fevereiro apresenta os valores de 8/10 (às 9 e 15 horas) e 7/10 (às 21 horas).

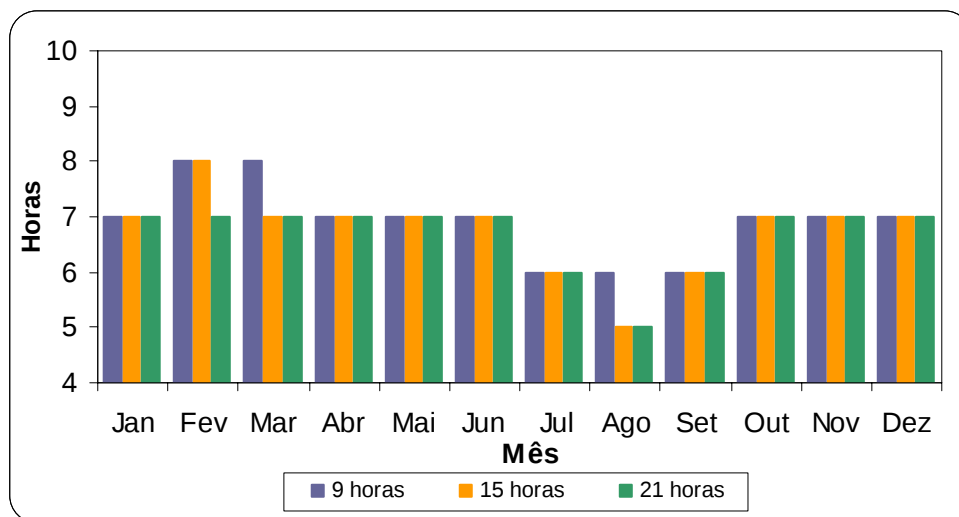


Figura 3.22 – Valores médios mensais da nebulosidade total (horas), na estação meteorológica do Aeroporto.



3.1.2. Modelos de Base Física

Os modelos de base física assentam na interpretação e reprodução do funcionamento dos sistemas através de equações que integram os princípios e as leis que os regem. Desta forma, a estes modelos corresponde uma visão e um acompanhamento sistémico dos processos que caracterizam o funcionamento do sistema modelado (Azevedo, 1996).

Estes modelos permitem “simular” a realidade com um determinado grau de aproximação, sendo possível submete-la de uma forma mais expedita, barata e inócua ao processo científico e, ainda, ensaiar diferentes “realidades” a partir de enquadramentos fictícios distintos. Na prática, desde que previamente testados, calibrados e validados para os diferentes enquadramentos em que são aplicados, podem conduzir rapidamente à visualização de resultados, ao acompanhamento de processos longos ou complexos que de outra forma não poderiam ser seguidos, e à obtenção de soluções para problemas concretos nos mais variados domínios (Viessman et al, 1989 In Azevedo, 1996).

Face à complexidade do meio insular e ao número limitado de pontos de observação, torna-se necessário, para uma caracterização climática do arquipélago, a adopção de modelos que, devidamente fundamentados, generalizem espacialmente a informação disponível (Azevedo, 1996).

3.1.2.1. Modelo CIELO

Na descrição deste modelo segue-se muito de perto o texto original de Azevedo (1996)

O modelo CIELO², desenvolvido por Azevedo (1996), tem como objectivo simular o clima local em regiões insulares de pequena dimensão espacial, mas com uma orografia complexa a uma escala que se ajuste com aquela em que se desenvolve a

² Acrónimo de Clima Insular à Escala Local.



actividade humana, ou em que a variação das condições climáticas tenham impacto significativo sobre o ambiente e os recursos naturais.

Além da simulação do clima local, em condições específicas, este modelo pretende de uma forma expedita produzir contínua, cartografia e informação numérica dos dados climático relevantes, não só para o estudo do clima insular, mas também para aplicação em outros campos científicos como a ecologia, a hidrologia, etc (Arruda, 2004).

Tendo como um dos objectivos a funcionalidade o modelo apenas depende de informação meteorológica mais generalizada registada à superfície, evitando assim a necessidade de recorrer a observações mais complexas e de maior custo.

De uma forma geral e simplista o modelo recorre às condições de fronteira espacial definidas por um modelo tridimensional do terreno sobre o qual se impõem os mecanismos advectivos resultantes da simulação da circulação do ar sobre o território. Quer a criação do modelo digital do terreno³ (MDT) em formato raster⁴, quer a simulação numérica dos processos de cálculo recorrem às capacidades de manipulação ou edição dos formatos *grid* utilizados em SIG.

De acordo com o autor, admite-se por hipótese existir, na generalidade, uma relação entre o evoluir das características dinâmicas e termodinâmicas das camadas mais baixas da atmosfera e deslocação sobre o território (transporte advectivo) que, ao serem afectados por factores climáticos de expressão local, permitem, com base em conceitos físicos, estimar a evolução das condições climáticas observadas àquele nível.

No modelo considera-se como representativo do ar em circulação uma parcela homogénea e finita do mesmo (partícula à escala aerológica), cujas características termodinâmicas e dinâmicas iniciais são deduzidas dos dados meteorológicos observados numa estação meteorológica padrão, tomada como referência, cujos registos são considerados representativos das condições climáticas à escala regional.

³ A designação de modelo digital do terreno corresponde à representação, por meios informáticos, de uma superfície contínua da crosta terrestre, através de um conjunto de pontos seleccionados definidos pelas respectivas coordenadas x, y e z (In Azevedo, 1996).

⁴ Apresentação dos dados sob a forma de uma matriz.



Conceptualmente, da integração bidimensional das parcelas de ar resulta uma lâmina de ar em deslocação sobre o território que apresenta as mesmas propriedades ao nível de toda a fronteira de barlavento (fronteira de iniciação).

Deste modo, e de acordo com Azevedo (1996):

O modelo é baseado no conhecimento das condições iniciais e posterior acompanhamento, ao longo de um perfil altimétrico específico, do comportamento de um volume de ar, de massa inicial unitária, que se desloca no seio de um fluxo laminar contínuo e que aborda a ilha, de acordo com a velocidade e direcção do vento;

A unidade de volume de ar, obrigada a contornar a ilha em altitude, fá-lo mantendo o mesmo rumo e sofrendo expansões e compressões adiabáticas, das quais resultam transformações internas com implicações na variação da respectiva temperatura, humidade relativa e, desde que reunidas as condições necessárias, mudanças de fase da água nele contidas;

Sendo o modelo conservativo no que respeita à massa e à energia, a quantidade total de água contida na unidade de volume no início do seu percurso sobre a ilha iguala, em qualquer ponto do seu trajecto, o conjunto da que permanece sob a forma de vapor, mais a que, na forma líquida, permanece em suspensão e aquela que precipitou até aquela posição da sua trajectória;

Atendendo à reduzida dimensão do território e às características de circulação em equilíbrio dinâmico ao nível dos limites conceptuais do modelo, a simulação dos campos da temperatura e do estado higrométrico do ar não são dependentes nem da intensidade da circulação (caudal do ar) nem do tempo, mas apenas das condições de iniciação e fronteira; isto é, mantendo-se as mesmas condições de iniciação e fronteira, mantém-se o mesmo padrão da temperatura, humidade do ar e nebulosidade orográfica, independentemente do tempo decorrido. Porém, no caso da precipitação, sendo um processo cumulativo, a sua quantificação depende do caudal de ar que aborda o território e, por conseguinte, da velocidade da circulação atmosférica;



No balanço da componente gasosa e líquida da substância água no interior da unidade de volume de ar, são considerados três processos dos quais resultam implicações na evolução das respectivas características termodinâmicas (figura 3.23): i) a condensação (C) que ocorre por arrefecimento adiabático; ii) a evaporação (E) da água líquida em suspensão que ocorre por aquecimento adiabático; iii) a precipitação de uma fracção de água líquida em suspensão, desde que reunidas as condições necessárias;

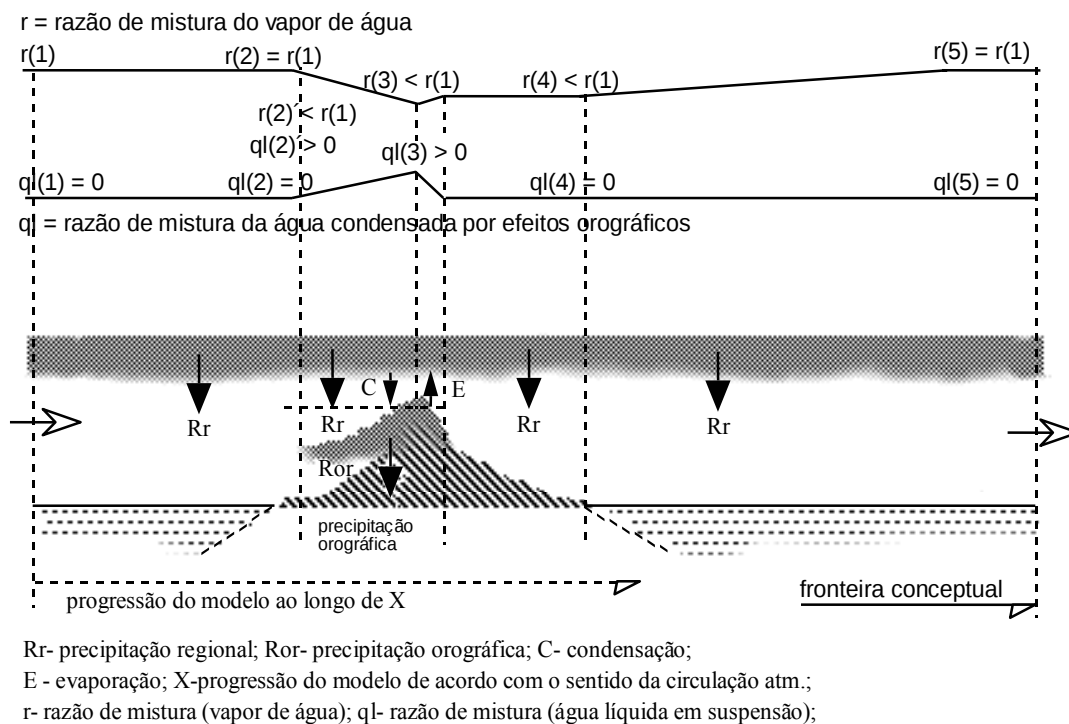


Figura 3.23 – Domínio conceptual do modelo CIELO (Azevedo, 1996)

Na modelação desta última componente considera-se que: i) atingido o ponto de saturação e mantidas as condições de arrefecimento da massa de ar por ascensão adiabática, resulta um remanescente de água líquida em suspensão, considerada como representativa (não em termos absolutos mas em termos relativos) da nebulosidade orográfica média sobre a posição; ii) desta, uma fracção (α) precipita. O remanescente da água em suspensão na forma líquida ($1 - \alpha$) passa à posição seguinte juntando-se-lhe a que condensa nessa posição. A fracção α é um parâmetro de calibração do modelo;



A fracção da água, que precipita, assume-se como representativa da precipitação referente à unidade de volume de ar em deslocação sobre aquela posição (R'_{or}). O campo de valores obtidos em todas as posições do domínio assume assim o significado da variação relativa da precipitação por efeitos orográficos num determinado enquadramento de condições de fronteira e iniciação.

Considerando que a quantificação da precipitação se refere a um determinado intervalo de tempo ($>$ dia), onde se podem observar diferentes condições de iniciação, de orientação e de intensidade da circulação atmosférica (diferentes condições de fronteira), o contributo de cada um dos padrões de circulação para a configuração da distribuição da precipitação é determinado pela ponderação de R'_{or} em função da velocidade média do vento (V_v) em cada um dos rumos observados e em função da respectiva frequência relativa (F_{rv}) no período de tempo considerado. Desta ponderação, aplicada ao valor de R'_{or} obtido para todas as células do domínio, resulta o padrão da distribuição relativa da precipitação (R''_{or}) para o intervalo de tempo considerado.

A avaliação absoluta da distribuição da precipitação orográfica (R_{or}) é obtida a partir da afectação dos valores relativos (R''_{or}), a um factor de escala único para todo o domínio (designado por factor de escala D), cujo significado traduz o conjunto dos restantes aspectos que condicionam os restantes fenómenos pluviosos, nomeadamente o tempo decorrido, as características da atmosfera que contribuem para precipitação, a instabilidade atmosférica e a componente vertical da quantidade de movimento. O factor de escala (D) é estimado a partir de um modelo simples de regressão linear, devidamente calibrado localmente, e em função da precipitação regional (R_r) registada na estação de referência que é, também, necessariamente influenciada por aqueles aspectos;

Assim, a reconstituição do campo do total da precipitação (R_{tot}), durante um determinado intervalo de tempo, é feita integrando as duas componentes – precipitação orográfica (R_{or}) e precipitação regional (R_r) – através de três fases: i) determinação da configuração da deposição relativa da precipitação orográfica em todo o domínio; ii) determinação da componente orográfica absoluta afectando o campo da distribuição



relativo ao factor de escala D; iii) determinação do campo do total da precipitação por adição ao campo da componente orográfica o valor da precipitação observado ao nível do mar numa estação de referência;

Do balanço de água atmosférica na unidade de volume de ar em movimento sobre o território, baseado na interpretação do total de água na forma líquida e gasosa, que o aborda a barlavento em relação ao total das mesmas componentes observadas a sotavento, resulta a noção de eficiência do sistema no que respeita à geração da precipitação orográfica;

Os valores assumidos pelas diferentes variáveis do modelo (pressão, temperatura, razão de mistura, etc.) no seio da partícula em deslocação geram o padrão unidimensional (perfil longitudinal ao longo da linha) do campo do elemento climático equivalente. Da integração espacial de todos os padrões unidimensionais, um por cada linha de progressão do modelo, resulta o padrão bidimensional do elemento em causa.

Se o período de tempo considerado para a modelação compreender várias condições de fronteira e de iniciação, nomeadamente circulação de diferentes quadrantes, o campo bidimensional do elemento em causa resulta da média ponderada dos diferentes campos gerados, um por cada rumo observado durante o mesmo intervalo de tempo (Azevedo et al., 2001).

Da aplicação do modelo com base em valores de iniciação e de referência, correspondentes à média de vários anos, obteve-se assim, para cada mês e para o ano, o que se pode considerar como os valores médios normais para as diferentes variáveis nas respectivas ilhas.

São obtidas cartas da componente advectiva (Temperatura média, mínima e máxima, Precipitação, Precipitação ano seco e ano húmido, Humidade relativa média, mínima e máxima, Velocidade e Direcção do Vento), e da componente radiativa



(Evapotranspiração Potencial⁵, R_s ⁶, R_n ⁷, R_{nl} ⁸ e R_{ns} ⁹), a cartografia obtida é apresentada no Anexo I.

⁵ Evapotranspiração Potencial representa o fluxo de vapor de água do solo para a atmosfera através da vegetação, em condições ótimas à sua ocorrência (solo amplamente abastecido de água)(Peixoto, 1989).

⁶ Radiação Global (R_s) é a quantidade de radiação que efectivamente atinge a superfície terrestre.

⁷ Radiação “net” (R_n), que corresponde à fracção de energia disponível para intervir nos processos físicos e biológicos da litosfera e hidrosfera. De acordo com Rosenberg *et al.* (1983), a temperatura da superfície, regula as taxas fisiológicas e as reacções bioquímicas, e rege os fenómenos de mudança do estado da água, controlando as taxas de evaporação, condensação e sublimação.

⁸ Balanço da radiação de longo comprimento de onda (R_{nl}), entre a que atinge a superfície da terra e a que é por esta irradiada (Rosenberg *et al.*, 1983).

⁹ Balanço da radiação de curto comprimento de onda (R_{ns}), entre a que atinge a superfície terrestre e a que é por esta reflectida (Rosenberg *et al.*, 1983).



3.1.3. Validação e recalibração do modelo CIELO

No presente trabalho procede-se à validação e recalibração do modelo CIELO para as ilhas de S. Miguel e Sta. Maria. Para efectuar a validação e recalibração do modelo foi testada a capacidade de simulação dos campos da temperatura e da precipitação.

A avaliação da capacidade de reprodução do modelo foi feita através da comparação e confrontação dos valores médios mensais simulados e os valores médios observados nas estações de controlo. Foi necessário calcular os valores médios dos dados gerados pelo modelo e dos dados observados nas estações de controlo, porque o modelo foi iniciado com os valores médios observados na estação de referência.

A interpretação e análise dos resultados foram baseadas na confrontação gráfica e estatística da evolução dos valores simulados (y), e dos valores observados nas estações de controlo (x).

Foram utilizados os seguintes parâmetros estatísticos:

- R² (coeficiente de determinação): obtido para a regressão a passar na origem, com base nos valores simulados vs. valores observados, para um intervalo de confiança de 95%.

- b (coeficiente de regressão): confrontados com o coeficiente da recta 1 por 1 (b=1).

Ao observar os resultados da confrontação anteriormente referida conclui-se que, muito embora se observe na generalidade dos casos coeficientes de determinação elevados, os valores dos coeficientes de regressão encontram-se, em alguns casos subestimados e por vezes sobrestimados. Assim torna-se necessário recorrer à recalibração dos valores simulados. Para tal, procedeu-se à determinação de um factor de multiplicação que faça aproximar, o mais possível da unidade, o coeficiente de regressão de tal forma que os valores confrontados fiquem o mais próximo da correlação linear perfeita.

**3.1.3.1. Validação do Campo da Temperatura**

Para efectuar a validação do campo da temperatura foram utilizados os dados das estações climatológicas de Ponta Delgada, Nordela, Cerrado dos Bezerros, Furnas e Chã da Macela, para a ilha de São Miguel, para a ilha de Santa Maria foram utilizadas as estações do Aeroporto e das Fontinhas.

◆ SÃO MIGUEL

O gráfico da figura 3.24 apresenta a confrontação dos valores da temperatura máxima do ar observados nas estações de controlo (X) com os valores do mesmo parâmetro gerados pelo modelo (Y). Apesar do coeficiente R^2 estar muito perto da unidade ($R^2 = 0,9937$), o que indica a muito boa capacidade de determinação do modelo, este subestima os valores em cerca de 4% (declive da recta da regressão = 0,9612) em relação aos valores reais.

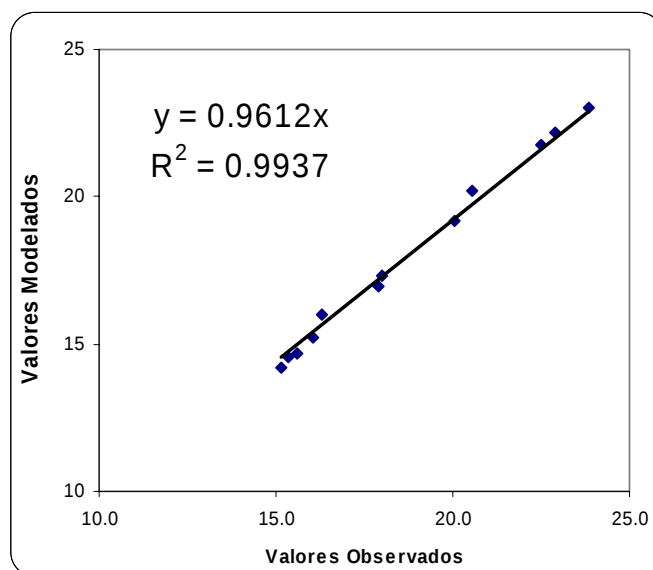


Figura 3.24 - Validação da temperatura máxima do ar, ilha de São Miguel.

Devido a esta subestima de 4% é necessário multiplicar os valores modelados por 1,041 (figura. 3.25), para que o coeficiente da regressão se aproxime de 1, o que permitirá uma melhor correlação entre os valores reais e os valores modelados.

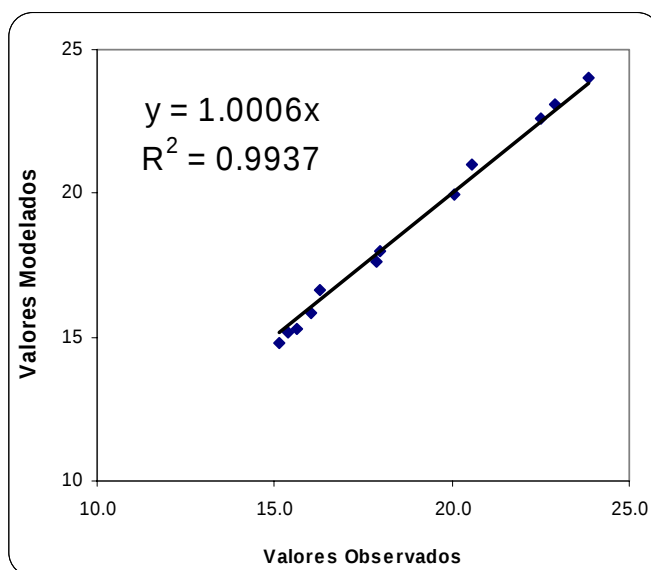


Figura 3.25 - Recalibração da temperatura máxima do ar, ilha de São Miguel.

O gráfico acima representa a correlação entre os valores anteriores, após a multiplicação, e como se pode observar o coeficiente da regressão ($b=1$) traduz a inteira correlação entre os valores modelados e os valores reais.

Ao analisar a figura 3.26 podemos observar os valores da temperatura média do ar observados nas estações (X) com os valores do mesmo parâmetro gerados pelo modelo (Y). Esta validação embora com ($R^2= 0,994$) indicador de boa capacidade de determinação, subestima os valores em cerca de 5%, pois apresenta um declive de 0,9536 (b)

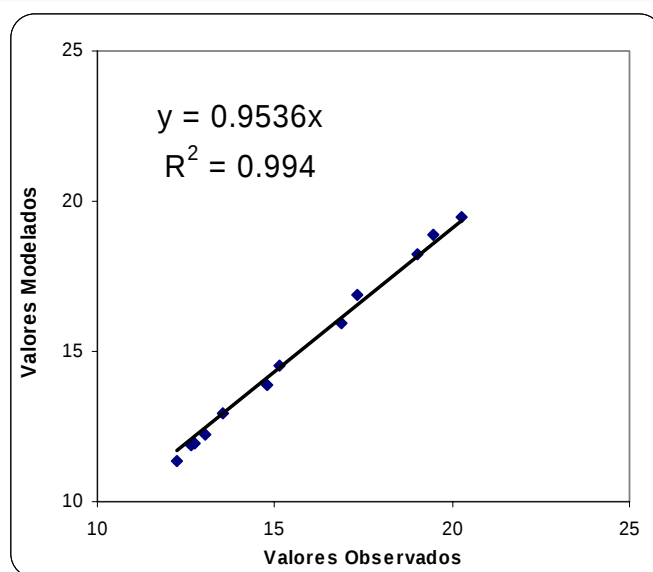


Figura 3.26 - Validação da temperatura média do ar, ilha de São Miguel.

Desta forma é necessário multiplicar os valores modelados por 1,05 (figura 3.27), para colmatar a subestima de 5%.

Após efectuar a multiplicação dos valores modelados o coeficiente da regressão se aproxima-se da unidade, o que indica uma melhor correlação entre os valores reais e os valores modelados, como é demonstrado pelo gráfico da figura 3.27:

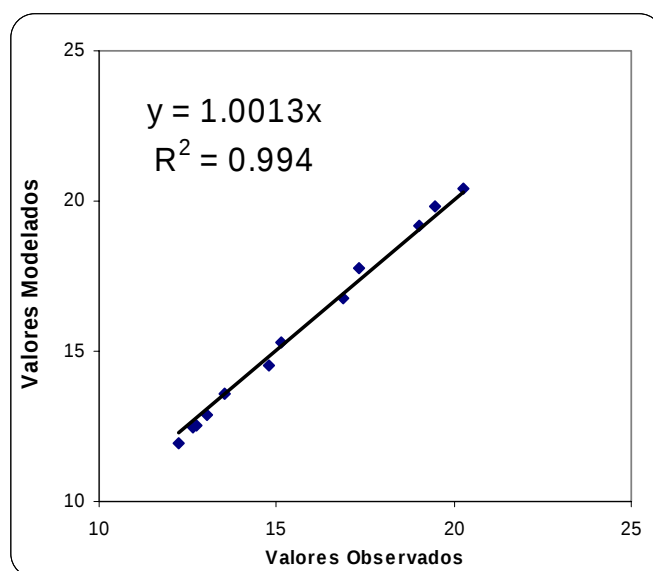


Figura 3.27 - Recalibração da temperatura média do ar, ilha de São Miguel.



Para o campo da temperatura mínima do ar foi efectuado o mesmo procedimento porque o declive da recta da regressão é diferente de 1 ($b = 0,9438$) como se pode ver na figura 3.28, o que indica uma subestima de cerca de 6%.

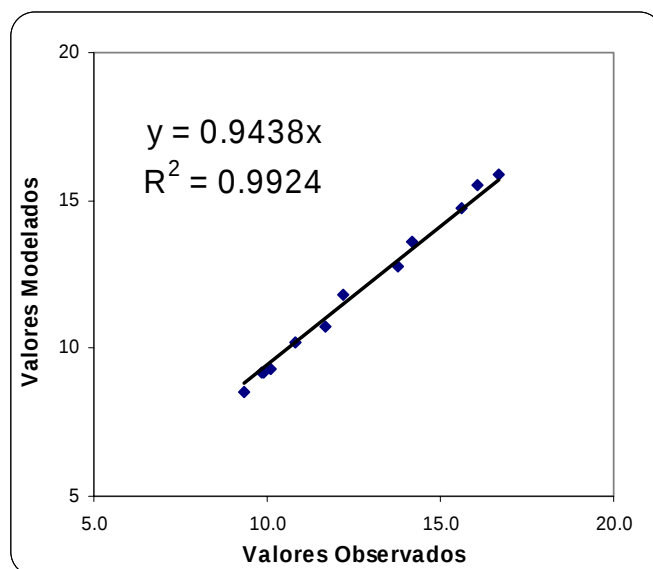


Figura 3.28 - Validação da temperatura mínima do ar, ilha de São Miguel.

O gráfico abaixo (figura 3.29) representa a correlação entre os valores reais e os valores modelados, após a multiplicação por 1,06, o que resultou num coeficiente da regressão ($b=1$) que traduz a inteira correlação entre os valores modelados e os valores reais

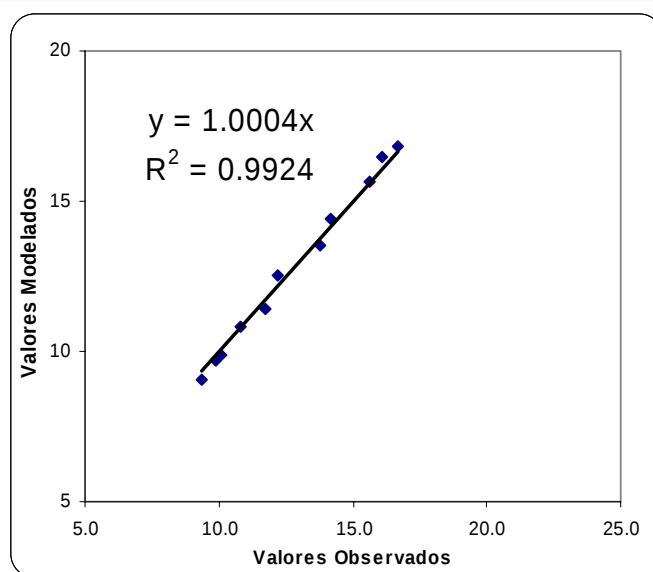


Figura 3.29 - Recalibração da temperatura mínima do ar, ilha de São Miguel.

◆ SANTA MARIA

A figura 3.30 apresenta a confrontação dos valores da temperatura máxima do ar observados nas estações (X) com os valores do mesmo parâmetro gerados pelo modelo (Y). O coeficiente R2 está perto da unidade ($R^2 = 0,9706$), o que indica uma boa capacidade de determinação do modelo, mas o modelo subestima os valores em cerca de 16% (declive da recta da regressão = 0,8425) em relação aos valores reais.

Para efectuar a correcção dos valores modelados é necessário multiplica-los por 1,188.

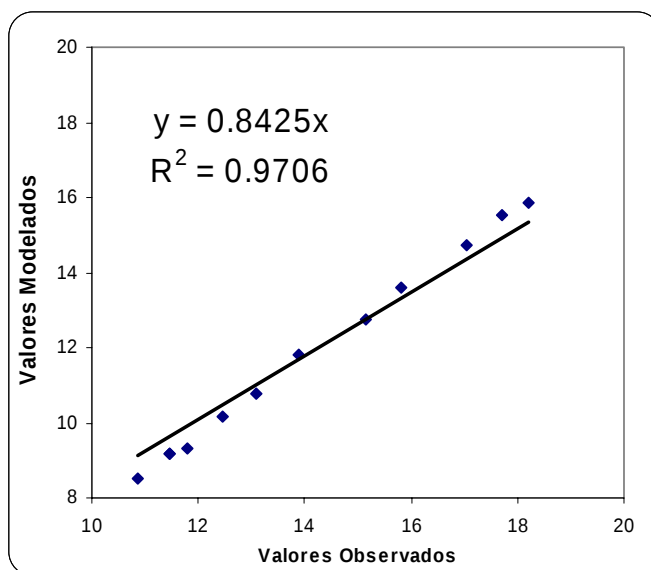


Figura 3.30 - Validação da temperatura máxima do ar, ilha de Santa Maria.

Os resultados da multiplicação estão representados na figura 3.31, e mostram que o valor seleccionado para efectuar a multiplicação, deixa os valores modelados em perfeita correlação com os valores reais, como prova o declive da recta da regressão ($b=1,0009$).

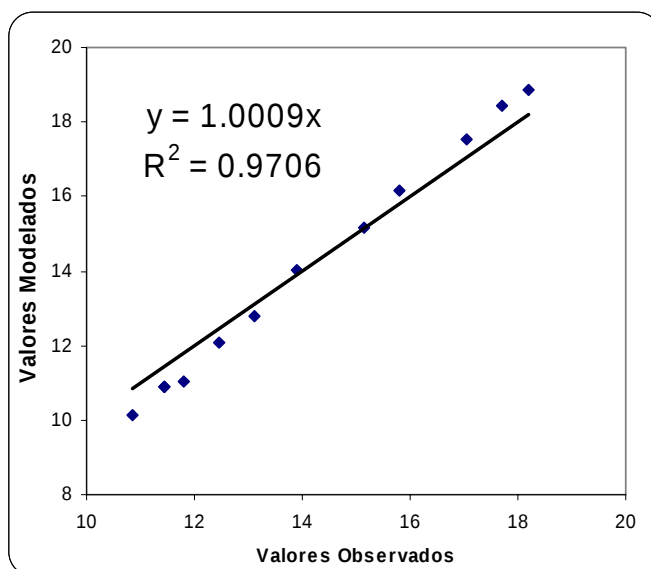


Figura 3.31 - Recalibração da temperatura máxima do ar, ilha de Santa Maria.



Como podemos observar na figura 3.32 não foi necessário efectuar qualquer tipo de correcção nos valores modelados, para o campo da temperatura média do ar, porque o declive da recta da regressão é muito próximo da unidade ($b = 1.0066$) o que prova a boa correlação entre os valores reais e os valores modelados, apesar de $R^2 = 0.9099$, o que revela uma capacidade de cálculo do modelo de apenas 90%.

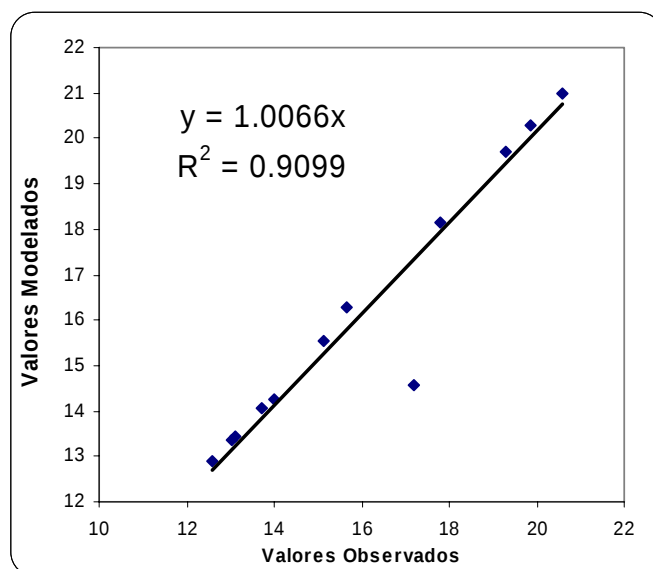


Figura 3.32 - Validação da temperatura média do ar, ilha de Santa Maria.

Para o campo da temperatura mínima do ar, para valores observados nas estações (X) com os valores do mesmo parâmetro gerados pelo modelo (Y), a regressão prova que o modelo subestima os valores em cerca de 11%, pois $b = 0.8978$, mas o coeficiente R^2 está perto da unidade ($R^2 = 0.9858$), o que indica uma boa capacidade de determinação por parte do modelo.

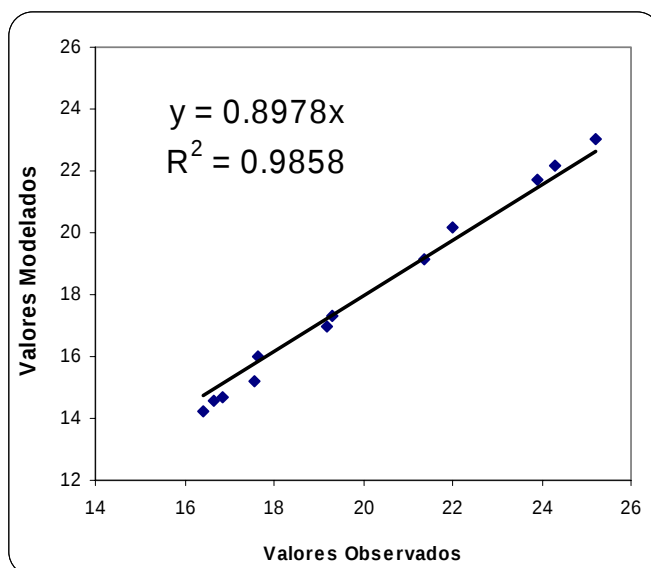


Figura 3.33 - Validação da temperatura mínima do ar, ilha de Santa Maria.

Para que a correlação entre os valores reais e os valores modelados seja perfeita é necessário multiplicar os valores modelados por 1,115, como prova o gráfico da figura 3.34 abaixo, pois $b = 1,0011$, o que confirma a boa correlação.

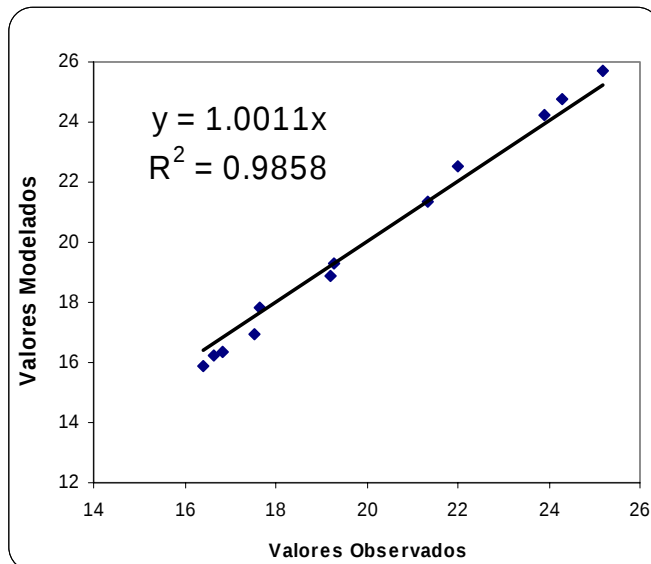


Figura 3.34 - Recalibração da temperatura mínima do ar, ilha de Santa Maria.

Após efectuada a validação para o campo da temperatura podemos concluir que o modelo tem uma boa capacidade de simulação para este campo nas duas ilhas.



3.1.3.2. Validação do Campo da Precipitação

Para efectuar a validação do campo da Precipitação foram utilizados os dados das estações climatológicas de Ponta Delgada, Nordela, Cerrado dos Bezerros, Furnas e Chã da Macela, para a ilha de São Miguel, para a ilha de Santa Maria foram utilizadas as estações do Aeroporto e das Fontinhas.

◆ SÃO MIGUEL

Na figura 3.35, é apresentada a confrontação dos valores da precipitação média observados nas estações (X) com os valores da precipitação média gerados pelo modelo (Y).

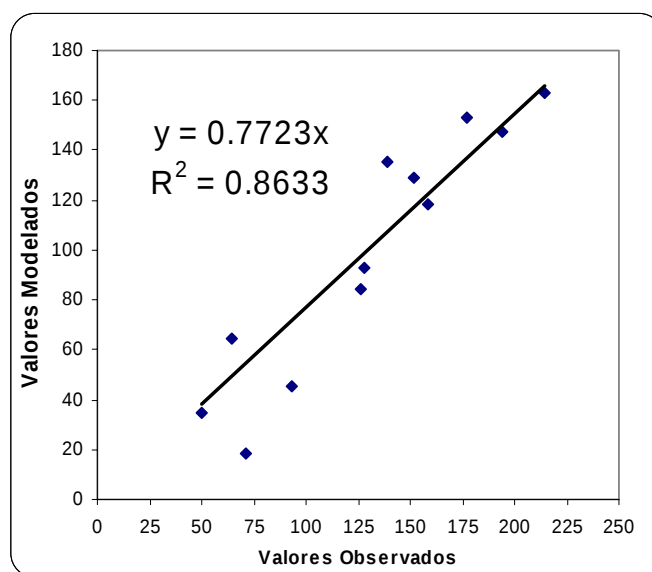


Figura 3.35 - Validação da precipitação, ilha de São Miguel.

Após a análise do gráfico podemos concluir que também é necessário efectuar uma correcção dos dados modelados pois o declive da recta da regressão é $b = 0,7723$, neste caso foi necessário multiplicar os dados modelados por 1,295, para anular a sua subestima de cerca de 23%.

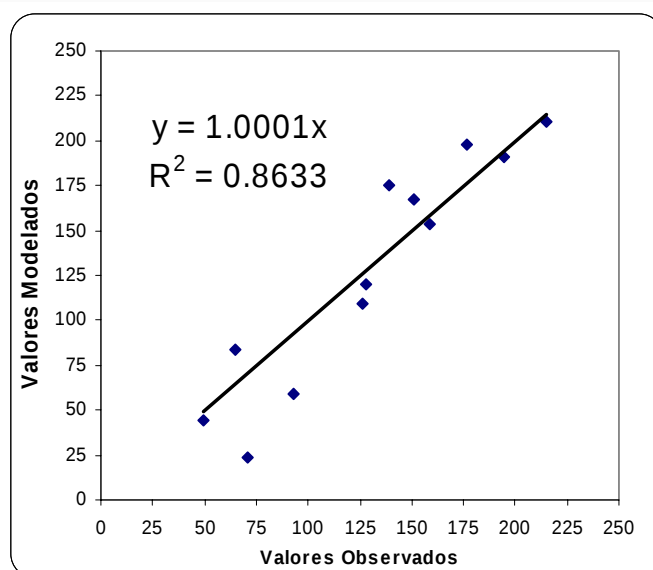


Figura 3.36 - Recalibração da precipitação da ilha de São Miguel.

A figura 3.36, mostra que após ser efectuada a multiplicação referida os valores estão em conformidade com os valores reais pois, o declive da recta da regressão ($b=1,0001$) é igual à unidade.

◆ SANTA MARIA

A figura 3.37 mostra a confrontação dos valores da precipitação média observados nas estações (X) com os valores do mesmo parâmetro gerados pelo modelo (Y). O coeficiente R^2 está perto da unidade ($R^2= 0,9817$), o que indica uma boa capacidade de determinação do modelo, mas o modelo sobrestima os valores em cerca de 15% (declive da recta da regressão = 1,1489) em relação aos valores reais.

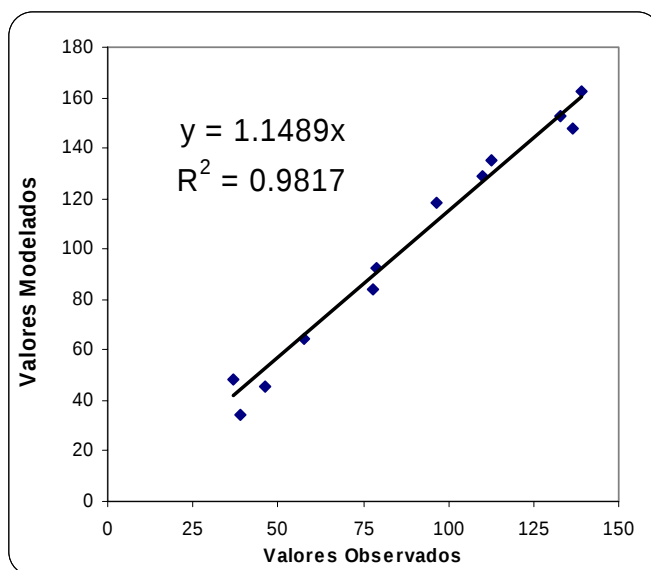


Figura 3.37 - Validação da precipitação, ilha de Santa Maria.

Neste caso os valores obtidos a partir do modelo foram multiplicados por 0,871 para corrigir a sobrestima.

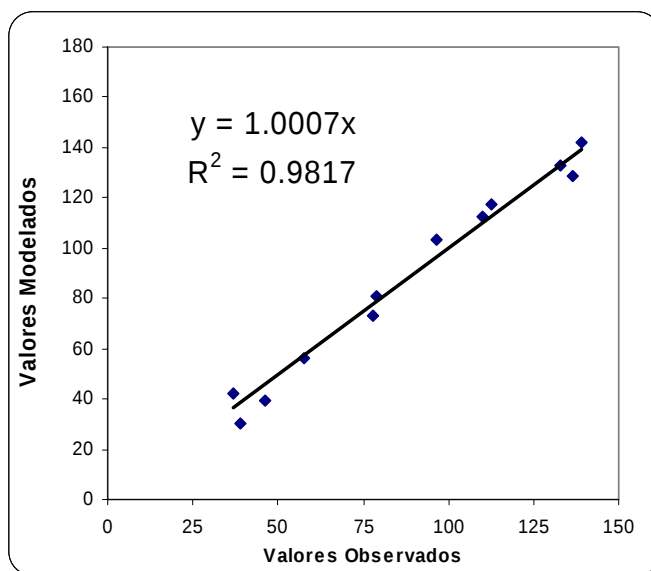


Figura 3.38 - Recalibração da precipitação, ilha de Santa Maria.



O gráfico da figura 3.38 mostra a correlação entre os valores modelados e os valores reais após a multiplicação anteriormente referida. O valor do declive da recta da regressão ($b = 1,0007$) mostra a perfeita correlação entre os valores comparados, pois $b=1$.

Da análise dos gráficos anteriores podemos constatar que a capacidade de simulação do modelo, para o campo da precipitação, é boa para Santa Maria, para a ilha de São Miguel o grau de confiança ficou abaixo dos 90%.

Após confirmada a viabilidade do modelo para as variáveis que era possível efectuar a validação, podemos afirmar que o modelo é válido para as restantes variáveis, isto porque, o modelo é de base física o que implica relações termodinâmicas entre as diferentes variáveis.

Depois da validação dos dois campos, temperatura e precipitação, foi feita a recalibração do modelo, para as variáveis que necessitavam de correcção, com base nos factores de multiplicação determinados. A recalibração foi efectuada através da multiplicação das *grids*, de cada uma das variáveis, pelo respectivo factor de multiplicação. Desta forma foram obtidos, através da modelação, os valores ideais para as mesmas variáveis.



3.1.4. Metodologias de Classificação Climática

Para realizar a classificação climática, foram efectuados os cálculos de índices climáticos e bioclimáticos, de forma a caracterizar as ilhas estudadas e os vários meses do ano em relação ao conforto humano.

3.1.4.1. Índices Climáticos

Além dos elementos climáticos simples, normalmente utilizados, são também utilizados na descrição de elementos climáticos complexos, agrupados dois a dois ou mais, definidos por expressões estatísticas (Peixoto, 1987).

Os elementos complexos têm por objectivo descrever o efeito climático de certos aspectos particulares da paisagem fisiográfica e biológica do globo, como são o caso da aridez do solo, a continentalidade do clima, o conforto humano, o rendimento das culturas etc. (Peixoto, 1987).

Para poder classificar como alguém se sente num dado ambiente, foram desenvolvidos índices climáticos específicos, sendo estes normalmente baseados num ou mais elementos meteorológicos como: a temperatura do ar, a humidade relativa do ar, a velocidade do vento e a radiação solar (Rosenberg et al, 1983).

Para o corrente trabalho a caracterização foi feita com base em dois índices, um climático – Índice de Humidade, e outro bioclimático – Índice de Temperatura-Humidade (THI), referentes ao nível de conforto humano.



◆ ÍNDICE DE HUMIDADE

O Índice de Humidade é, segundo Sys (1991), a razão entre a Precipitação (mm) e a Evapotranspiração Potencial (mm), num dado mês ou num ano.

Nos meses em que a reserva de água no solo (diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial) é usada, a parte consumida nesse mês é adicionada à precipitação mensal do respectivo período (Sys, 1991).

Com base neste índice, pode-se definir:

Meses Húmidos $\rightarrow$ Índice de Humidade $> 1,0$;

Meses Intermédios $\rightarrow 0,5 < \text{Índice de Humidade} < 1,0$

Meses Secos $\rightarrow$ Índice de Humidade $< 0,5$;

Foi com base nas grelhas médias dos valores da precipitação e evapotranspiração potencial, resultantes do modelo CIELO, que foi efectuado o cálculo deste, para todos os meses do ano, e para os valores médios do mesmo, através da ferramenta “map calculator” do ArcView.

A apresentação gráfica desta caracterização, bem como a sua discussão, encontram-se no capítulo 5 e no Anexo 1.

◆ ÍNDICE DE TEMPERATURA - HUMIDADE

Este índice é especialmente útil para calcular o conforto humano, principalmente para os meses de Verão. O Índice de Temperatura - Humidade (THI) tem a particularidade de utilizar um único valor para expressar aproximadamente a reacção da maioria das pessoas ao complexo calor-humidade (Ruffner e Blair, 1977).

Para obter este índice existem várias equações que podem ser utilizadas para o calcular. Estas equações envolvem valores da temperatura do termómetro seco,



temperatura do termómetro molhado e humidade relativa do ar. Mas, devido à inexistência de valores referentes à temperatura do termómetro húmido e da temperatura do ponto de orvalho, neste trabalho, e ao considerar os valores de temperatura existentes como sendo os do termómetro seco, foi escolhida a seguinte equação (Ruffner e Blair, 1977):

$$THI = td - (0.55 - 0.55RH) \times (td - 58);$$

Onde:

THI – Índice de Temperatura Humidade;

td – Temperatura do termómetro seco (°F);

RH – Humidade Relativa, expressa na forma decimal.

Na tabela abaixo é descrita a relação entre o valor do THI e a respectiva categoria bioclimática ([DGV.Unina.](#), 2003):

Tabela 3.1. – Categorias bioclimáticas do THI

Índice THI	Categoria Bioclimática
THI < -40	Hiper Glacial
-40 < THI < -20	Glacial
-20 < THI < -10	Extremamente Frio
-10 < THI < -1.8	Muito Frio
-1.8 < THI < 13	Frio
13 < THI < 15	Fresco
15 < THI < 20	Confortável
20 < THI < 26.5	Quente
26.5 < THI < 30	Muito Quente
THI > 30	Tórrido



Foi com base nas grelhas médias dos valores da precipitação e evapotranspiração potencial, resultantes do modelo CIELO, que foi efectuado o cálculo deste, para todos os meses do ano, e para os valores médios do mesmo, através da ferramenta “map calculator” do “ArcView.

A apresentação gráfica desta caracterização, bem como a sua discussão, encontram-se no capítulo 5 e no Anexo I.



Capítulo 4 – SIG CLIMÁTICO

4.1. Material

Para a criação de um SIG são necessários dois tipos de material: software e hardware. O software engloba todo o equipamento de suporte informático enquanto que o hardware se refere a qualquer equipamento físico usado como parte do sistema do computador.

Software

ArcView 3.2 – ESRI®, e respectivas extensões (Suporte informático dos SIG's);

MGE Applications– Intergraph® (Tratamento da informação gerada no modelo CIELO);

MGNUC – MGE Basic Nucleus;

MTA – MGE Terrain Analyst;

MGGA – MGE Grid Analyst;

MGA – MGE Analyst;

MGAD – MGE Basic Administrator;

Microstation 95 – Intergraph®;

PhotoShop CS (Gestão e tratamento de imagens e ícones);

Microsoft Word (Edição de texto);

Microsoft Excel (Tratamento de dados numéricos).



◆ Hardware

Computador Portátil – CLASUS - Celeron 1.7 Ghz;

Periféricos associados;

Impressora.

4.2. Metodologia

Inicialmente foi criado um projecto em ambiente MGE para cada uma das ilhas em estudo de forma a transformar os ficheiros de saída produzidos pelo modelo CIELO, para uma saída compatível com o ArcView. Os ficheiros foram convertidos para a extensão “RPT” e depois foram convertidos para o formato ASCII para poderem ser importados para o ArcView.

Foi então criado um projecto de ArcView para cada uma das ilhas em estudo, nos quais foram importados os ficheiros de formato “ASCII” para serem convertidos em ficheiros “Grid”, formato final que permite o cálculo e visualização da informação produzida pelo modelo CIELO.



Após concluída a “montagem” do projecto, de ArcView, o interface gráfico ficou com o seguinte aspecto:

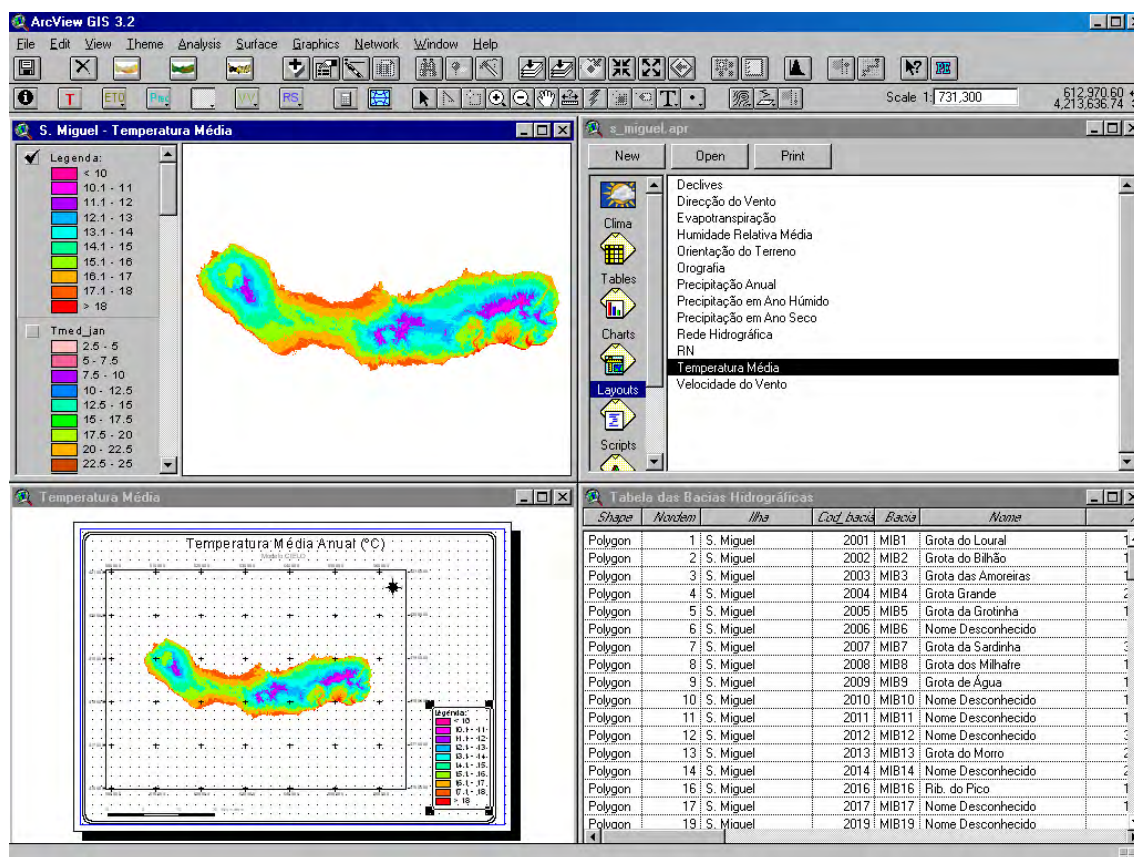


Figura 4.1. – Interface do ArcView 3.2, (SIG de São Miguel).

4.2.1 Recolha de Dados

A recolha de dados para a construção dos SIG's foi iniciada com a importação para o ambiente ArcView da seguinte informação digital:

Ficheiros em formato ASCII, referentes às cartas de distribuição das diferentes variáveis climáticas, da componente advectiva e da componente radiativa, do modelo CIELO;

Ficheiros em formato vectorial, com informação respeitante aos limites das ilhas e respectiva altimetria, assim como a respectiva informação alfanumérica associada, provenientes da componente digital do Plano Regional da Água;



Ficheiros em formato vectorial, respeitantes à divisão administrativa em concelhos e freguesias das respectivas ilhas, obtidas através do site da Direcção Geral do Ambiente (DGA – Min.Amb., 2003).

4.2.2 Organização dos SIG's

Em ArcView todas as actividades são executadas depois de aberto um projecto, que é constituído por um conjunto de janelas associadas, chamadas documentos, que trabalham em conjunto durante a sessão. Os projectos podem conter sete tipos de documentos (ESRI, 1996):

Views (Vistas);

Tables (Tabelas);

Charts (Gráficos);

Layouts;

Scripts;

3D Scenes;

Dialogs.

Dentro dos sete diferentes tipos de documentos que podem ser apresentados num projecto de ArcView, são utilizados nos SIG's desenvolvidos para as ilhas de São Miguel e Santa Maria os seguintes: vistas; tabelas; gráficos; layouts e scripts. Com a organização apresentada na Figura 4.2.

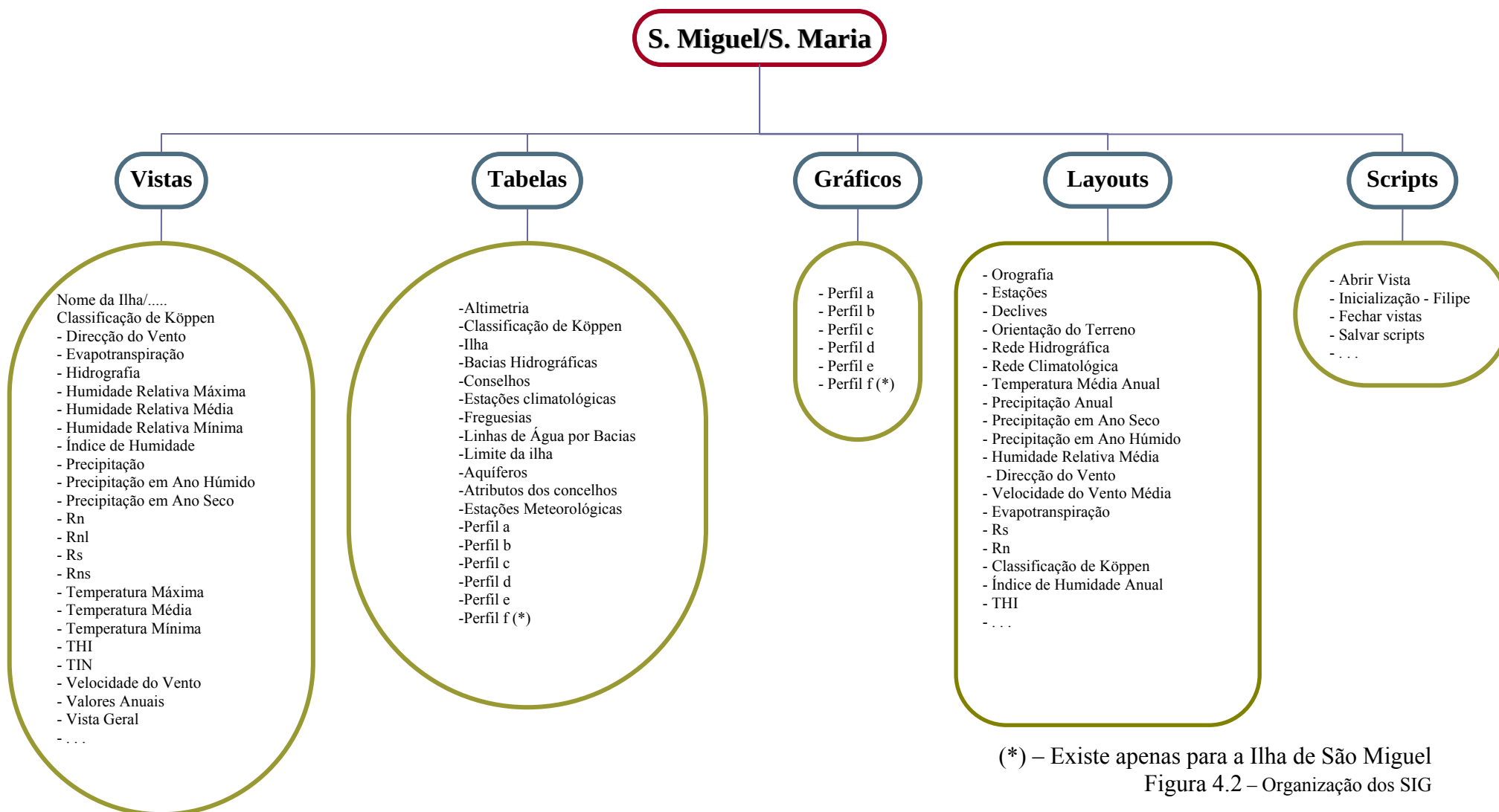


Figura 4.2 – Organização dos SIG



Capítulo 5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO CIELO

Após a interpretação estatística dos valores das matrizes numéricas provenientes do processo de modelação das diferentes variáveis climáticas (presentes no Anexo I e no Anexo III), a sua interpretação foi feita num SIG, que proporciona a delimitação da superfície em análise.

5.1 São Miguel

◆ Temperatura do ar

Analisando os resultados obtidos, podemos verificar, através da carta da temperatura anual (Anexo I, pág. 92) que nesta ilha há uma variação regular da temperatura do ar ao longo do ano, apresentando uma média anual de 15,58°C, que atinge um valor máximo de 19,53°C junto à costa da ilha e um mínimo de 10°C nos pontos mais altos. Com base nos perfis climáticos (Anexo III, pág. 204-207), podemos afirmar que a temperatura aumenta e diminui de forma inversa à orografia, e também, que para uma mesma cota, as temperaturas na vertente Sul são ligeiramente superiores às da vertente Norte, isto, deve-se ao facto de os ventos do quadrante Norte serem, normalmente, portadoras de ar mais frio e seco, bem como o ângulo menos directo de incidência da radiação solar.

O mês de Fevereiro é o mês em que se observam as temperaturas médias mais baixas, cerca de 5,7°C para o valor médio de toda a *grid*, com uma temperatura mínima extrema a descer aos 2,8°C, enquanto a média espacial da temperatura máxima chega aos 17,9°C (Anexo III, pág. 175-177).

O mês de Agosto revela-se como o mês mais quente, pois a temperatura pode atingir os 27°C, a média espacial da *grid* ronda os 19,44°C (Anexo III, pág. 175-177).



◆ **Precipitação**

Na análise desta variável são apresentados valores para três situações distintas, precipitação em ano seco, ano médio e ano húmido (ver Anexo I). É feita, no entanto, a discussão dos valores referentes ao ano médio por serem de maior relevância para a caracterização climática.

A Ilha de São Miguel apresenta um clima com características nitidamente atlânticas onde é possível identificar duas estações bem diferenciadas pelo regime pluviométrico, nomeadamente de Outubro a Março e de Abril a Setembro. Em nenhum mês do ano se verifica ausência de precipitação (Anexo III, pags. 171 e 172).

O efeito que orografia da ilha tem sobre esta variável é notório, observando-se ao nível do litoral valores compreendidos entre os 1200 e os 2000mm por ano, enquanto que no interior da ilha, o impulso orográfico exponencia os valores da precipitação, atingindo estes valores na ordem dos 4800mm por ano.

A distribuição espacial da precipitação nesta ilha está condicionada pelo respectivo desenvolvimento vertical. Este facto pode ser constatado na observação dos perfis apresentados nas páginas 204-207 onde a curva da precipitação é quase paralela à curva da elevação, o que demonstra claramente a sua dependência.

◆ **Humidade Relativa**

A humidade relativa do ar em São Miguel é caracterizada pela regularidade dos valores médios ao longo do ano. O valor mínimo modelado é de 71,1% (Anexo III, página 178) correspondente ao mês de Julho, enquanto que o máximo de 100% ocorre em todos os meses (Anexo III, página 180). Os valores médios são representados no Anexo I, na página 96 e Anexo III, página 179.

Como foi referido anteriormente não existe grande variação da humidade relativa do ar entre os meses de Inverno e os de verão.



Com base na observação da carta referida é mais uma vez notória a influência da orografia, no desenvolvimento e distribuição espacial da variável humidade relativa do ar acompanhando esta a evolução da altitude.

◆ **Regime de Ventos**

Na Ilha de São Miguel o vento sopra de forma regular ao longo do ano, mais moderado nos meses de Verão e de forma mais intensa nos meses de Inverno.

As velocidades médias mensais (Anexo I, pág. 98, Anexo III, pág. 187) mais elevadas registam-se em Fevereiro (49,7 km/h) nas zonas de maior altitude. O mês com valor médio mais baixo correspondente ao mês de Setembro com 29,6 km/h.

Ao longo do ano predominam dois quadrantes de direcção dos ventos. Particularmente nos meses de Julho e Agosto os ventos sopram do quadrante Nordeste (NE) e nos restantes meses provêm do quadrante Sudeste (SE). Não se verifica ao longo do ano grande variação na sua direcção (Anexo I, pág. 97, Anexo III, pág. 186).

◆ **Radiação Solar**

Devido à nebulosidade típica do Arquipélago dos Açores, os valores da radiação no topo da atmosfera são consideravelmente diferentes dos observados à superfície das ilhas.

Os valores da Radiação Global (R_s) junto ao litoral correspondem, para o mês de Julho (Anexo I, pág. 100, Anexo III, pág. 184), a 20,3 MJ por m^2 /dia de valor máximo, o que representa menos de 50% dos 42 MJ por m^2 /dia da radiação solar no topo da atmosfera (R_a) para o mesmo período e para a latitude média dos Açores. O mês de Março é o que regista o valor menor ao longo do ano onde o valor de R_s não ultrapassam os 15,6 MJ por m^2 /dia, ou seja, é similar à respectiva R_a (15 MJ por m^2 /dia) para a latitude média dos Açores.



◆ **Índice de Humidade**

Na análise dos resultados do cálculo do Índice de Humidade podemos concluir que há uma predominância dos meses húmidos, nomeadamente entre Setembro e Maio e os meses considerados secos são os meses de Junho a Agosto, embora em altitude todos os meses são considerados húmidos (Anexo III, pág. 212).

Com base no cálculo deste índice para os valores anuais pode-se verificar (Anexo I, pág.102) que toda a ilha apresenta clima húmido, onde há apenas a registar algumas zonas costeiras na vertente sul da ilha que são consideradas de clima intermédio.

◆ **Índice de Temperatura Humidade**

Com base no cálculo do Índice de Temperatura-Humidade, apresentado em forma de cartografia no Anexo I, pág. 101, e em forma de gráfico no Anexo III, pág. 213, podemos constatar que São Miguel apresenta uma área maioritariamente confortável, apresentando no entanto zonas frescas e frias apenas nas zonas de maior altitude. Junto à costa existe uma faixa classificada como quente, esta é uma faixa estreita que se estende para o interior, quer do lado norte quer do lado sul, verificando-se esta situação apenas na zona central da ilha.



5.2 Santa Maria

◆ Temperatura do ar

Ao analisar a carta da temperatura média (Anexo I, pág. 108) para a ilha de Santa Maria, verifica-se que a ilha apresenta uma variação regular da temperatura do ar ao longo do ano (Anexo III, pág. 192), com um valor mínimo das mínimas a descer aos 7,2°C (Anexo III, pág. 191) nos pontos mais altos, ou seja, no complexo do Pico Alto, enquanto que o valor médio das médias é de 13,16°C. O valor máximo das máximas atinge os 24,13°C no mês de Agosto.

O mês de Agosto apresenta-se como o mês mais quente com valores médios de 20,98°C, e com a média do respectivo máximo das máximas a atingir os 24,13°C. Em contraposição o mês de Fevereiro apresenta as temperaturas médias mais baixas (12,88°C), assim como o respectivo mínimo das médias (9,9°C) (Anexo III, pags. 191 e 193).

Os perfis climáticos da ilha (Anexo III, pág. 208), confirmam-nos a diferença da temperatura entre o lado Oeste da ilha e o lado Este. Esta diferença resulta da orografia característica da ilha de Santa Maria. A Oeste Santa Maria é praticamente plana, mas na parte Este da ilha o complexo do Pico Alto com 587 m de altitude influencia toda essa região, não apenas para esta variável, como vamos ver na análise das outras variáveis em estudo.

◆ Precipitação

Tal como para a Ilha de São Miguel, são apresentados valores referentes a três situações distintas: ano seco, ano médio e ano húmido (Anexo I e nas pág. 111, 109 e 110). No contexto da presente discussão será feita apenas a análise dos valores referentes ao ano médio, por serem de maior relevância para a caracterização climática.



A sazonalidade da precipitação em Santa Maria revela um clima com características nitidamente atlânticas onde, muito embora seja possível identificar duas estações diferenciadas pelo regime pluviométrico, nomeadamente de Outubro a Março e de Abril a Setembro, em nenhum mês do ano se verifica ausência de precipitação (Anexo III, pág. 188-190).

A indução orográfica à proximidade da ilha conduz a valores compreendidos entre os 670 e os 800 mm por ano na Oeste da ilha bem como em algumas zonas do litoral; no interior da ilha, a orografia desempenha a sua função e dá origem a valores de precipitação, compreendidos entre os 1100 e os 1700 mm por ano, o que pode ser constatado na observação dos perfis climáticos da ilha (Anexo III, pág. 208-211).

◆ **Humidade Relativa**

A humidade relativa do ar na Ilha de Santa Maria é caracterizada pela regularidade dos valores médios ao longo do ano, tendo por valor mínimo das médias 83,41%, no mês de Julho, e o máximo das médias de 98,90%, correspondente ao mês de Janeiro (ver carta do Anexo I, na página 112).

Com base na observação da carta referida é mais uma vez notória a influência da orografia, no desenvolvimento e distribuição espacial da variável humidade relativa do ar, pois os valores mais elevados predominam em altitude.

Como foi referido anteriormente não existe grande variação entre os meses de Inverno e os de verão o que pode ser observado no Anexo III, pags. 194-196.

◆ **Regime de Ventos**

Em Santa Maria, o vento sopra de forma regular ao longo do ano, mais moderado nos meses de Verão e de forma mais intensa nos meses de Inverno (Anexo I, pág. 114; Anexo III, pág. 203).



A velocidade média mensal mais elevada observa-se no mês de Janeiro (38,31 km/h) e nas zonas de maior altitude da ilha. Os meses de Verão não apresentam velocidades muito elevadas, sendo o valor mais baixo registado no mês de Agosto (26,42 km/h).

Ao longo do ano os ventos predominam do quadrante Noroeste-Oeste, verificando-se, no entanto, nos meses de Outubro a Abril, uma grande variação na sua direcção (Anexo I, pag, 113; Anexo III, pág. 202).

Este facto pode ser justificado “pela sua localização em plena zona de confluência de diferentes sistemas de circulação atmosférica, tal como as restantes do arquipélago. É assim abordada tanto por ventos que derivam do Anticiclone dos Açores, como por aqueles gerados a partir dos sistemas depressionários associados à evolução dos meandros da Frente Polar. De uma maneira geral, de Inverno, a evolução dos sistemas depressionários a Norte do arquipélago, conduz a que os ventos rondem a ilha por Norte e de Oeste para Leste (Silva, 2004).

◆ **Radiação Solar**

Devido aos factores de extinção da atmosfera, os valores da radiação no seu topo são consideravelmente diferentes dos observados à superfície das ilhas.

Os valores da Radiação Global (R_s) junto ao litoral correspondem, para o mês de Julho (Anexo III, pág. 200), a 21,63 MJ por m^2 /dia de valor máximo, o que representa pouco mais de 50% dos 42 MJ por m^2 /dia da radiação solar no topo da atmosfera (R_a) para o mesmo período e para a latitude média dos Açores. O mês de Janeiro é o que regista o valor menor ao longo do ano onde o valor de R_s não ultrapassa os 15,95 MJ por m^2 /dia.

No Anexo I, pág. 116, pode observar-se a carta da distribuição da radiação solar sobre a ilha de Santa Maria.



◆ Índice de Humidade

Na análise dos resultados do cálculo do Índice de Humidade podemos concluir que há uma predominância dos meses húmidos em toda a ilha, nomeadamente entre Novembro e Janeiro. Os meses de Junho e Julho são considerados como secos, enquanto que os meses de Maio e Agosto são predominantemente intermédios, embora apresentem áreas com a classificação de seco a húmido, correspondendo esta situação às zonas mais altas da ilha (Anexo III, pág. 212).

Com base no cálculo deste índice para os valores anuais pode-se verificar (Anexo I, pág.118) que esta ilha apresenta um clima com as três classificações bem demarcadas, seco, intermédio e húmido, e que este parâmetro é significativamente afectado pela influência do complexo do Pico Alto.

◆ Índice de Temperatura Humidade

Com base no cálculo do Índice de Temperatura-Humidade, apresentado no Anexo I, pág. 117, podemos constatar que Santa Maria apresenta uma área maioritariamente confortável, apresentando no entanto zonas frescas apenas nas zonas mais altas do complexo do Pico Alto. Junto à costa existe uma faixa classificada como quente, esta é uma faixa estreita que contorna toda a ilha. Os meses de Julho a Setembro apresentam uma classificação de quente na quase totalidade da ilha.

A evolução mensal deste índice pode ser observada no Anexo III, pág. 213, de onde se destacam os meses de Junho a Setembro por nenhuma área das ilha estar classificada como húmida.



CONCLUSÃO

Com base nos resultados anteriormente discutidos, conclui-se que as Ilhas de São Miguel e Santa Maria apresentam condições climáticas muito próprias, que podem ser justificadas pela sua localização, dimensão, morfologia e orografia, isto porque, estes factores obrigam a uma variação espacial dos diferentes elementos do seu clima, de uma forma mais ou menos significativa.

O Modelo CIELO, aplicado ao objecto de estudo deste relatório, revelou ser uma ferramenta de muita utilidade e fiabilidade (que foi testada), na caracterização e distribuição das diferentes variáveis climáticas.

O Sistema de Informação Geográfica demonstrou, sem dúvida, que é uma ferramenta importante na área da Climatologia, porque permite a organização e armazenamento de dados. Este tipo de software revelou-se útil também como ferramenta de modelação e criação desses mesmos dados.

O presente trabalho proporcionou a interiorização de conhecimentos no âmbito da Climatologia e da manipulação dos Sistemas de Informação Geográfica.

Deve ter-se em conta que as bases de dados desenvolvidas nos SIG's São Miguel e Santa Maria podem, e devem, ser actualizadas, de forma a que garantir a sua utilização futura.



BIBLIOGRAFIA

- ✚ Agostinho, J.. 1942. *Pluviosidade – Clima dos Açores*. Separata da *Açoreana*. Boletim da Sociedade Afonso Chaves. Angra do Heroísmo.
- ✚ Arruda. C.. 2004. *Caracterização Climática das Ilhas Pico e Faial com Base no Modelo CIELO*. Angra do Heroísmo.
- ✚ Azevedo, E. M. V. B.. 1996. *Modelação do Clima Insular à Escala Local – Modelo CIELO aplicado à Ilha Terceira*. Tese de Doutoramento. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.
- ✚ Azevedo, E. M. V. B.; Rodrigues, A.C.. 2001. *Plano Regional da Água; Relatório da Fase I; Caracterização e Diagnóstico da situação actual; Temas: Clima, Hidrografia e Recursos Hídricos*. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.
- ✚ Azevedo, E. M. V. B.. 2002. *Projecto de remodelação da Central Geotérmica do Pico Vermelho (CGPV); Estudo de Impacte Ambiental; Factores Climáticos*. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.
- ✚ Belerique, J. H. C.. 1993. *Caracterização Pedológica e Carta de Capacidade de Uso dos Solos dos perímetros florestais das Ilhas de S. Jorge e da Graciosa*. Relatório de estágio do Curso de Engenharia do Ambiente. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.
- ✚ Centro de Estudos de Povos e Culturas de Expressão Portuguesa da Universidade Católica Portuguesa; Direcção Regional da Cultura, Governo Regional dos Açores. 2002. *Enciclopédia Açoriana*. Ponta Delgada.
- ✚ Cruz, J. V.. 1997. *Estudo Hidrogeológico da Ilha de Santa Maria*. Dissertação de Doutoramento no Ramo da Geologia, Especialidade de Hidrogeologia. Departamento de Geociências. Universidade dos Açores.
- ✚ DGA – Min.Amb. [www.dga-min.amb.pt]. Data Consulta: 09/04/2003.
- ✚ DGV.Unina. [www.dgv.unina.it/meteo/biometeo]. Data Consulta: 26/10/2003.



-
- ✦ DROTRH, 2001. *Plano Regional da Água – Relatório Técnico*. Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos; Secretaria Regional do Ambiente. Ponta Delgada.
 - ✦ ESRI. [www.esri.com]. Data Consulta: 4/11/2003.
 - ✦ IGEOE. [www.igeoe.pt]. Data Consulta: 28/07/2003.
 - ✦ Instituto de Meteorologia – Delegação Regional dos Açores. *Normais Climatológicas correspondentes a 1961-1990*.
 - ✦ Silva, I.. 2003. *Caracterização Climática das Ilhas Graciosa e S. Jorge com Base no Modelo CIELO*. Angra do Heroísmo.
 - ✦ Lencastre, A.; Franco, F. M.. 1984. *Lições de Hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.
 - ✦ Madruga, J. S.. 1995. *Caracterização e Génese do Horizonte Plácico em Solos Vulcânicos do Arquipélago dos Açores*. Tese de Doutoramento. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.
 - ✦ Pacheco, J.. 1995. *Caracterização dos Solos do Perímetro Florestal da Ilha de S. Miguel*. Angra do Heroísmo.
 - ✦ Peixoto, J. P.. 1987. *O Sistema Climático e as Bases Físicas do Clima*. Secretaria de estado do Ambiente e dos Recursos Naturais. Gabinete de Estudos e Planeamento e da Administração do Território. Lisboa.
 - ✦ Rosenberg, N. J.; Blad, B. L.; Verma, S. B.. 1983. *The Biological Environment*. 2ª Edição. John Wiley & Sons, Inc. USA.
 - ✦ Ruffner, J. A.; Blair, F. E.. 1977. *The Weather Almanac*. 2ª Edição. Gale Research Company. Book Tower. Michigan.
 - ✦ Strahler, A. N.. 1986. *Geografia Física*. 8ª Edição. Ediciones Ómega, S. A.. Barcelona.
 - ✦ Sys, C.; Ranst, V.; Debaveye, J.. 1991. *Land Evaluation; Parte II – Methods in Land Evaluation*. General Administration for Development Cooperation. Bruxelas.
-



- ✚ Zbyszewski, G.; Medeiros, A. C.; Ferreira, O. V.. 1961. *Notícia explicativa da Carta Geológica da Ilha de Santa Maria, Escala 1:25 000*. Direcção geral de Minas e Serviços Geológicos. Lisboa.
- ✚ Zbyszewski, G.; Medeiros, A. C.; Ferreira, O. V.. 1958. *Notícia explicativa da Carta Geológica da Ilha de São Miguel, Escala 1:25 000*. Direcção geral de Minas e Serviços Geológicos. Lisboa.

ANEXOS

ÍNDICE

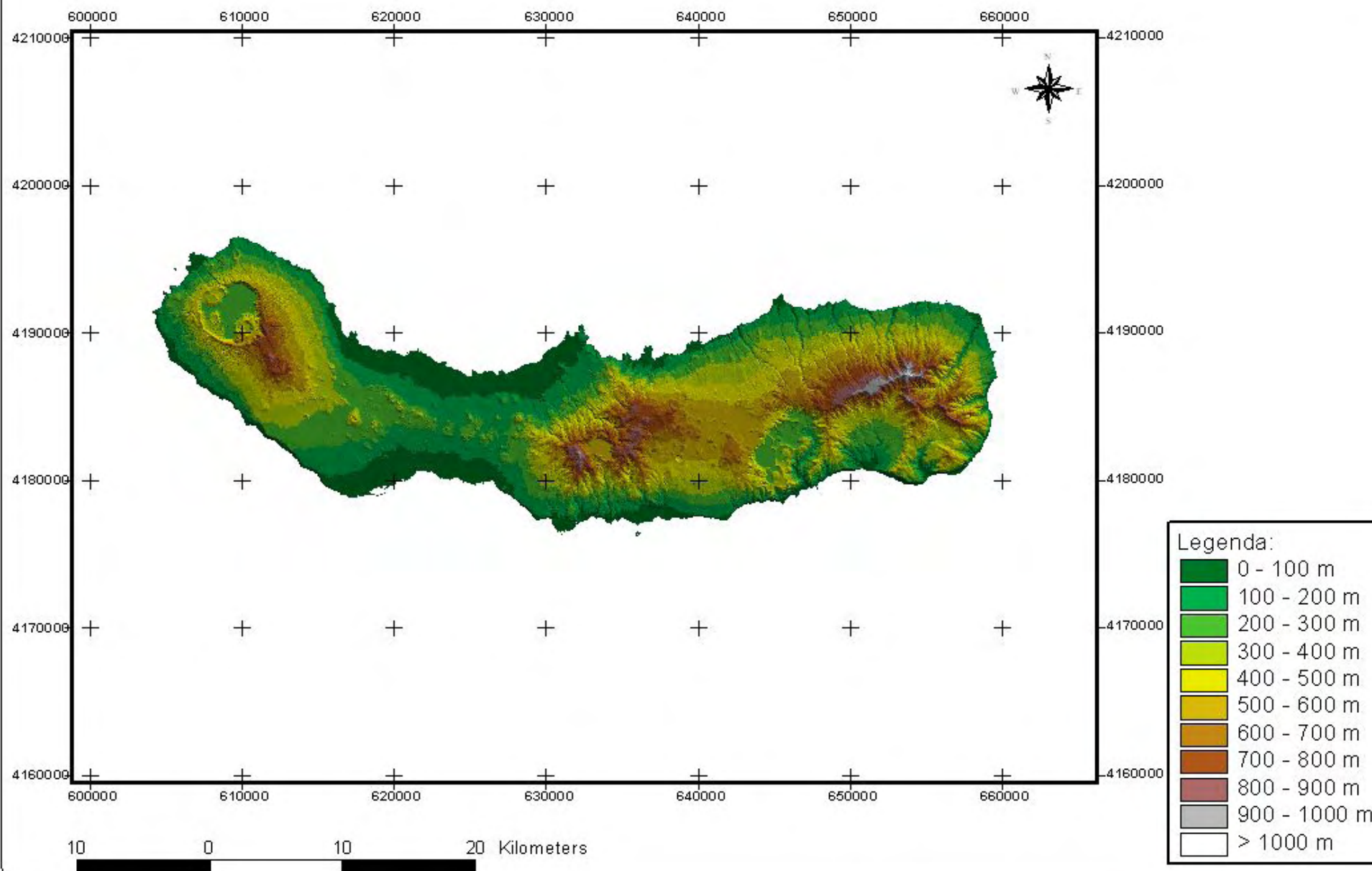
ANEXO I (Cartografia Obtida)	86
São Miguel.....	87
Santa Maria.....	102
ANEXO II (Rede Climatológica de Referência).....	117
II.1. – São Miguel.....	118
II.1.1 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE PONTA DELGADA.....	118
II.1.2 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DA NORDELA.....	126
II.1.3 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DO CERRADO DOS BEZERROS ...	135
II.1.4 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DAS FURNAS	142
II.1.5 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE CHÃ DA MACELA	147
II.2. – Santa Maria	152
II.2.1 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DO AEROPORTO	152
II.2.2 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DAS FONTINHAS	160
ANEXO III (Resultados do Modelo CIELO).....	167
III.1 GERAIS ILHA	168
III.1.1 Valores dos Parâmetros	168
III.1.1.1 SÃO MIGUEL.....	168
III.1.1.2 SANTA MARIA.....	185
III.1.2 PERFIS CLIMÁTICOS.....	201
III.1.2.1 São Miguel.....	201
III.1.2.2 SANTA MARIA.....	205
III.1.3 ÍNDICES CLIMÁTICOS	209
III.1.3.1 Índice de Humidade.....	209
III.1.3.2 Índice Temperatura-humidade.....	210

ANEXO I

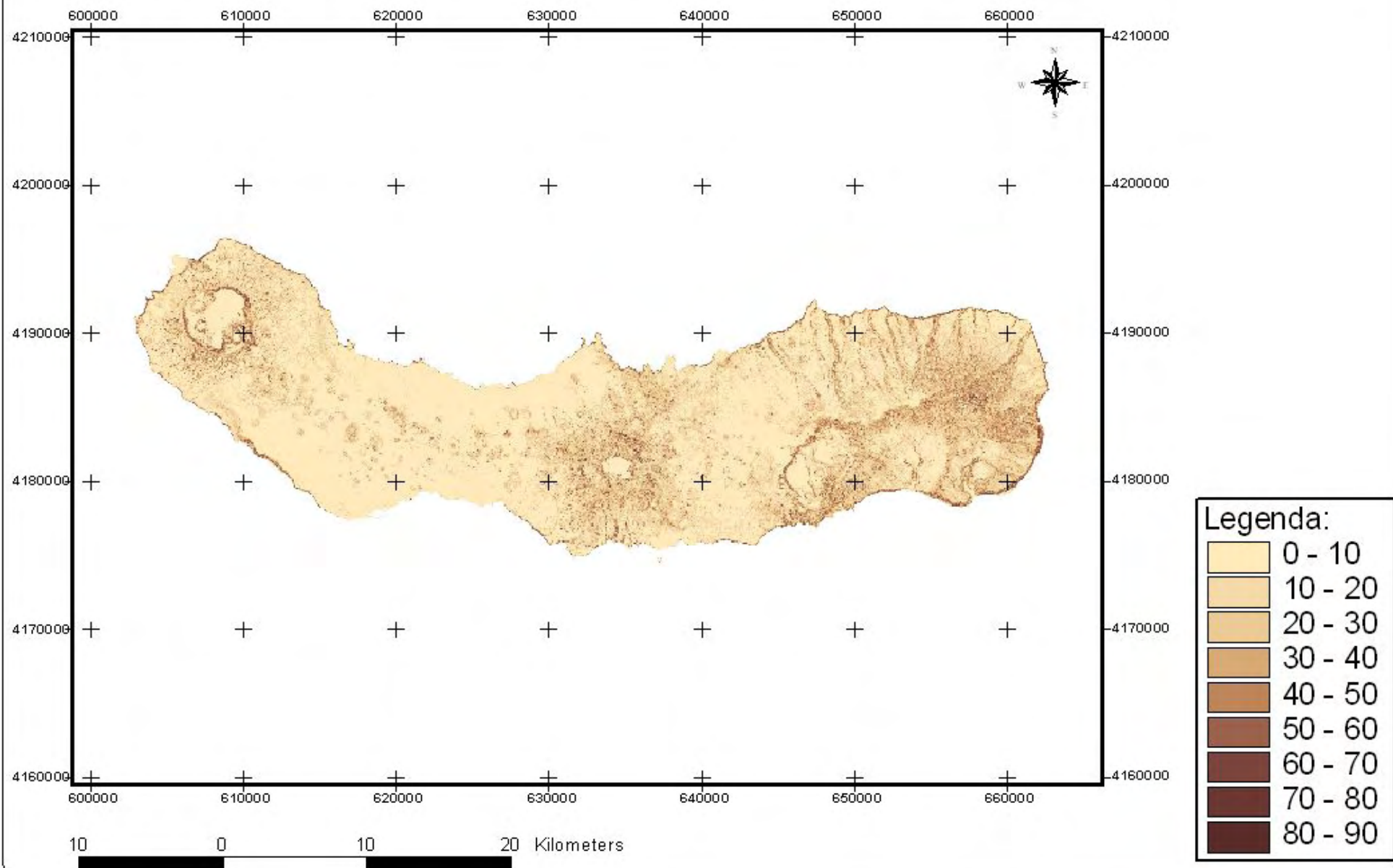
Cartografia Obtida

São Miguel

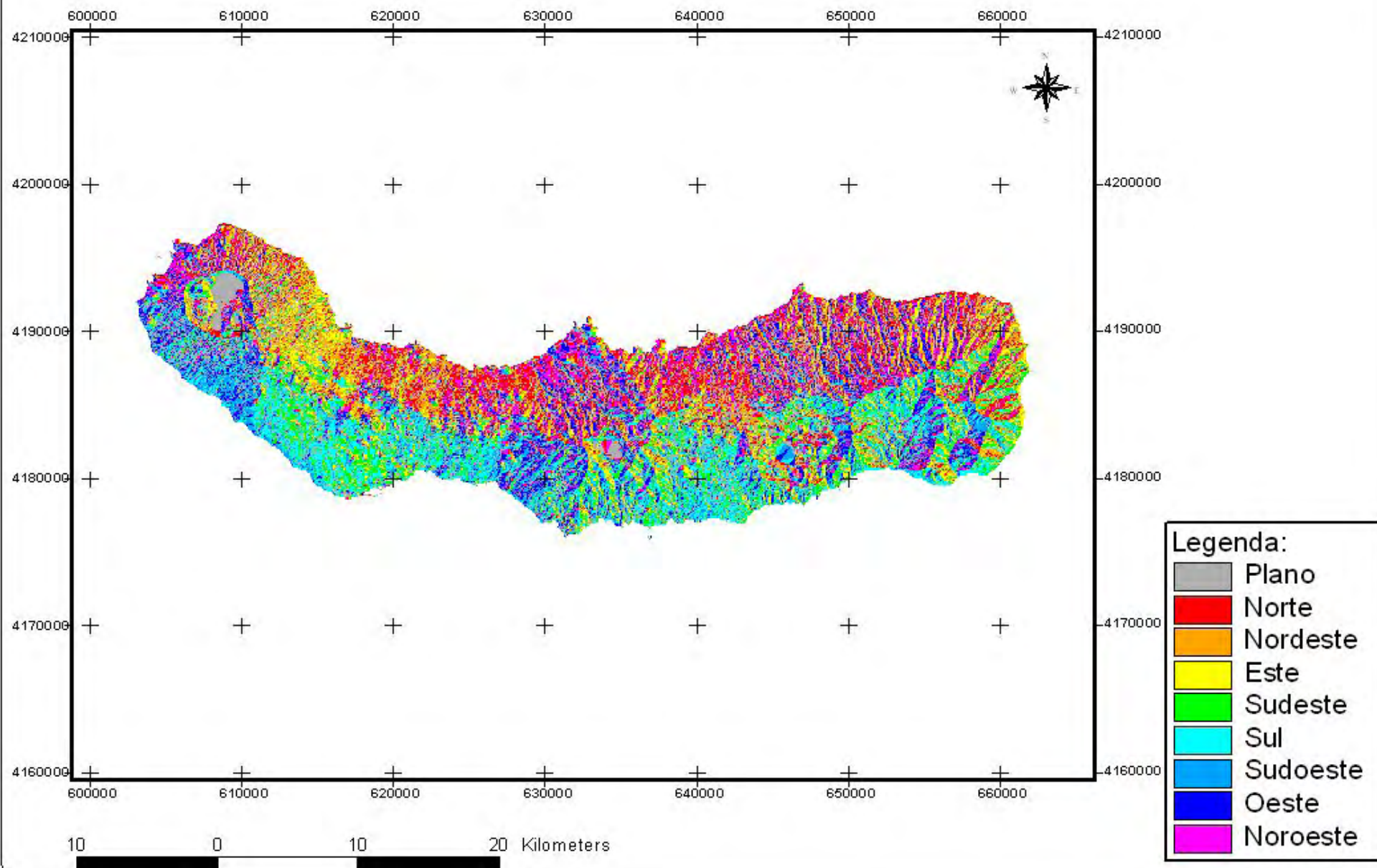
Orografia São Miguel



Carta dos Declives São Miguel

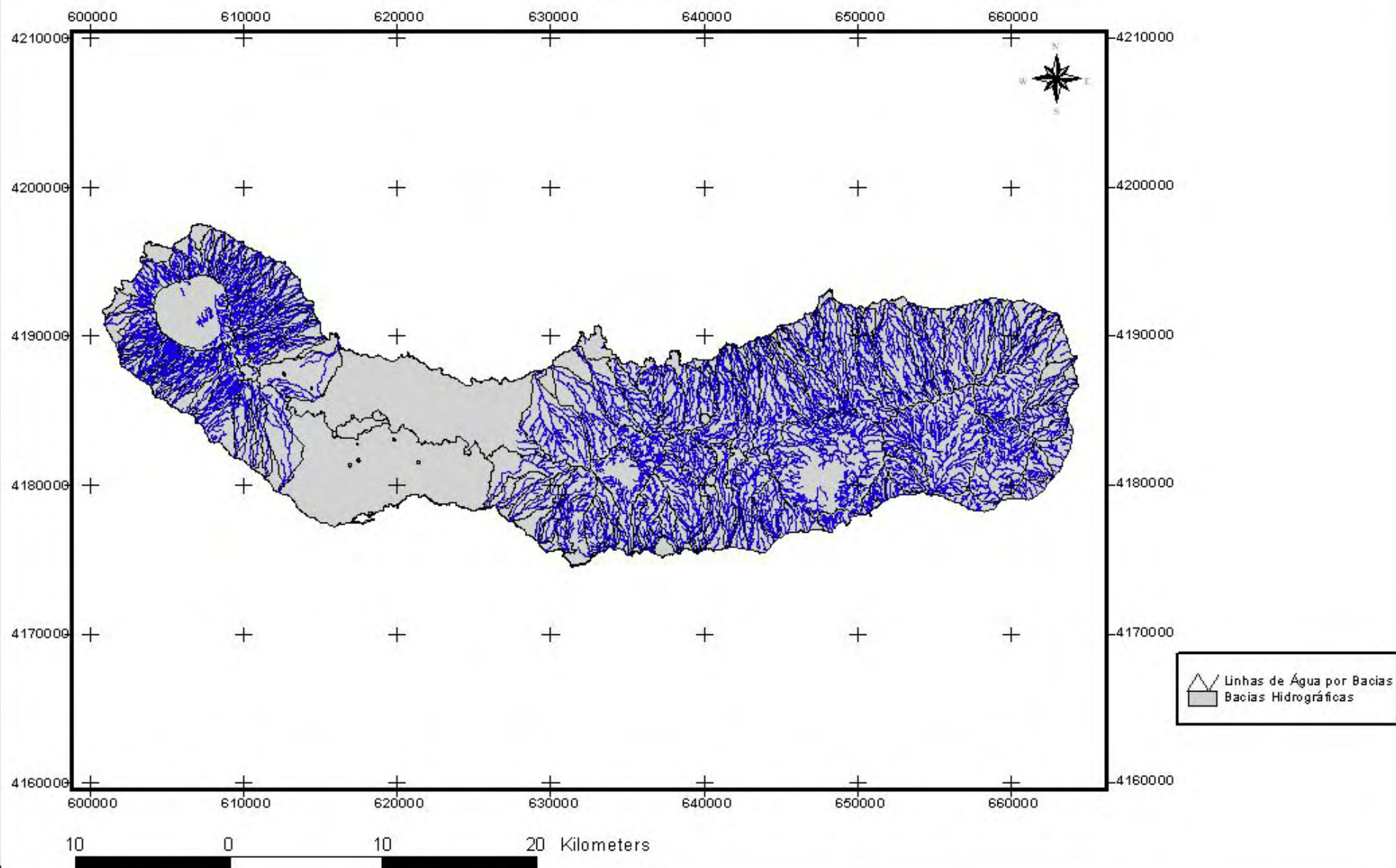


Orientação do Terreno São Miguel



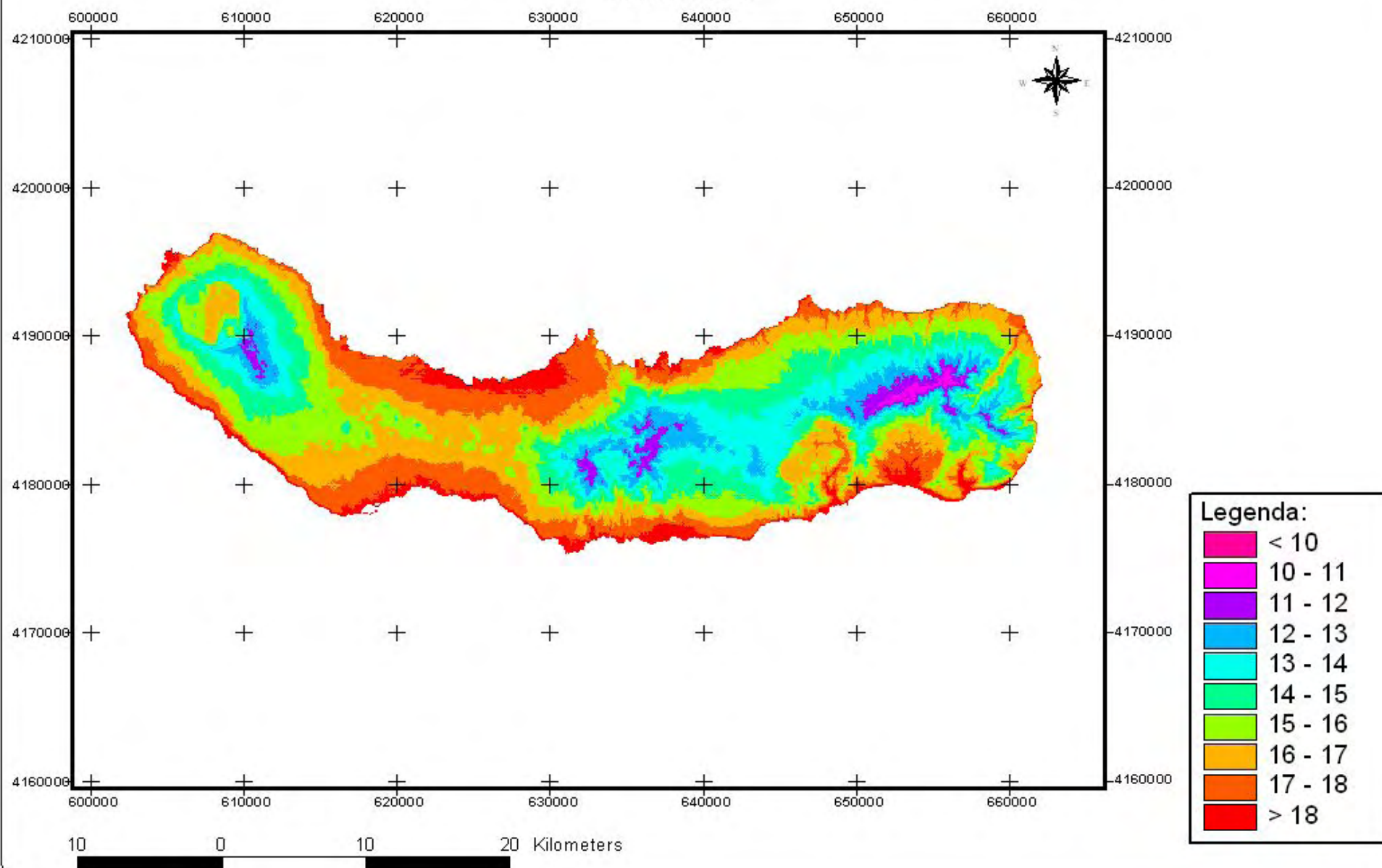
Rede Hidrográfica São Miguel

Modelo CIELO



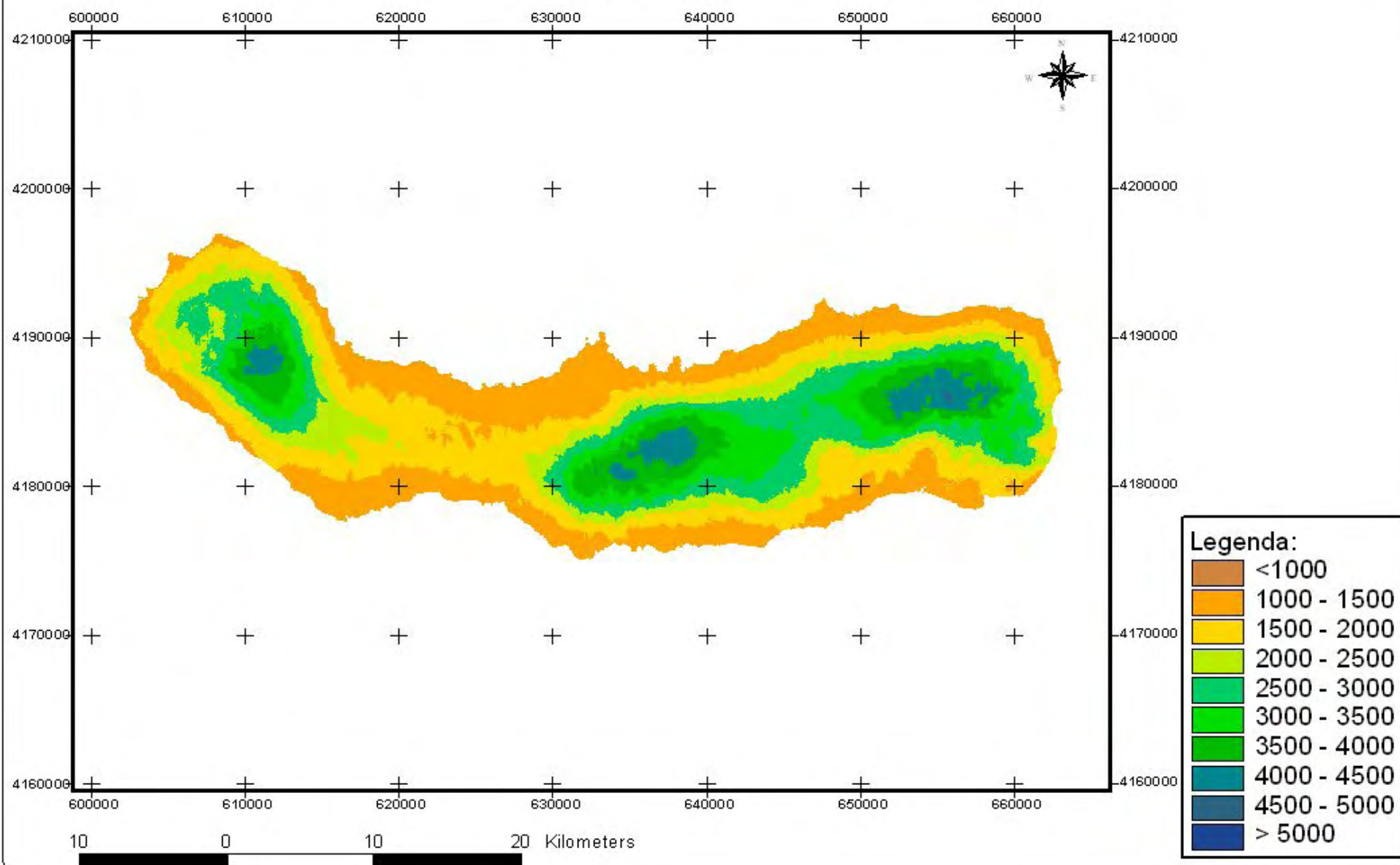
Temperatura Média Anual (°C)

Modelo CIELO



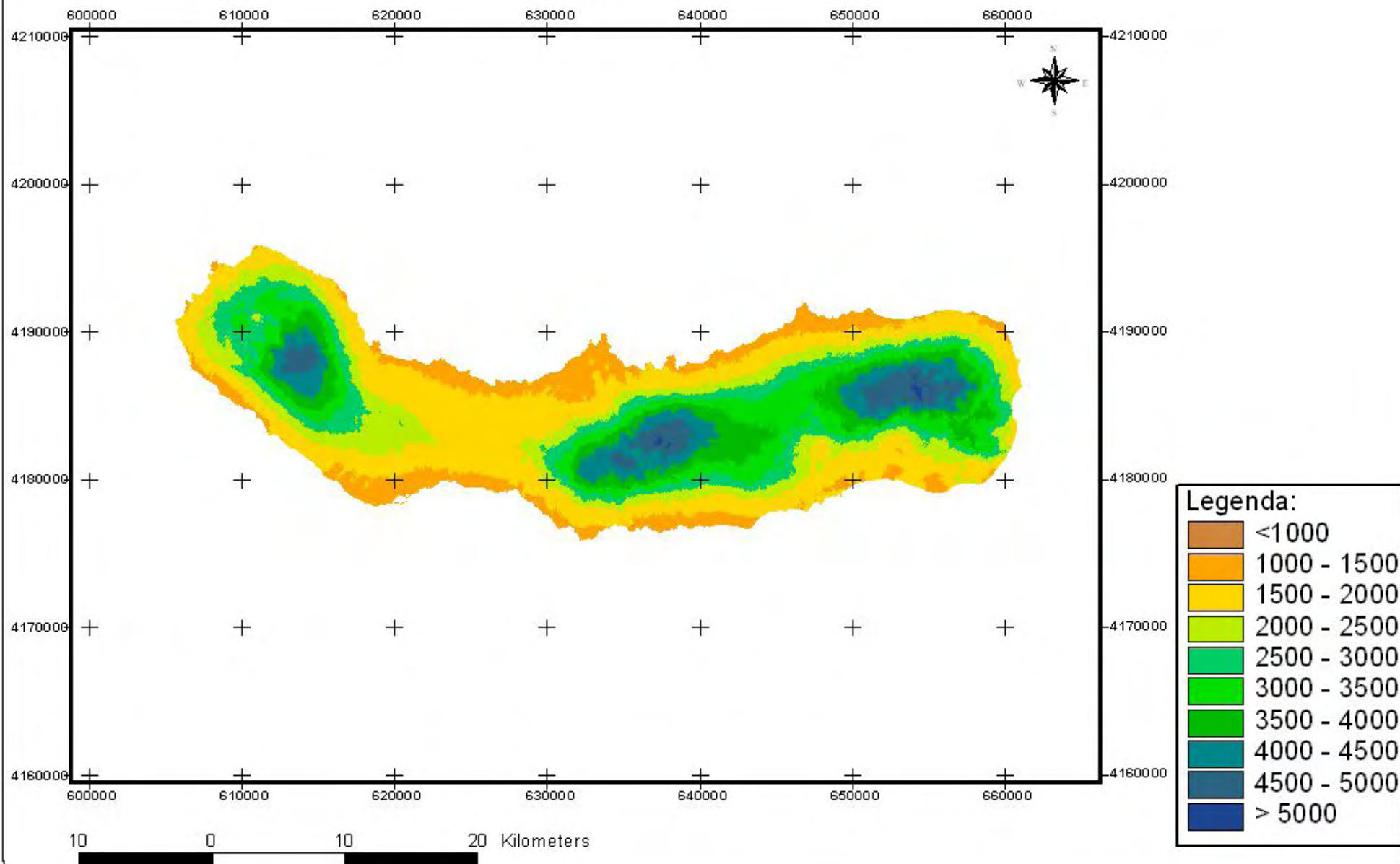
Precipitação Total Anual (mm)

Modelo CIELO



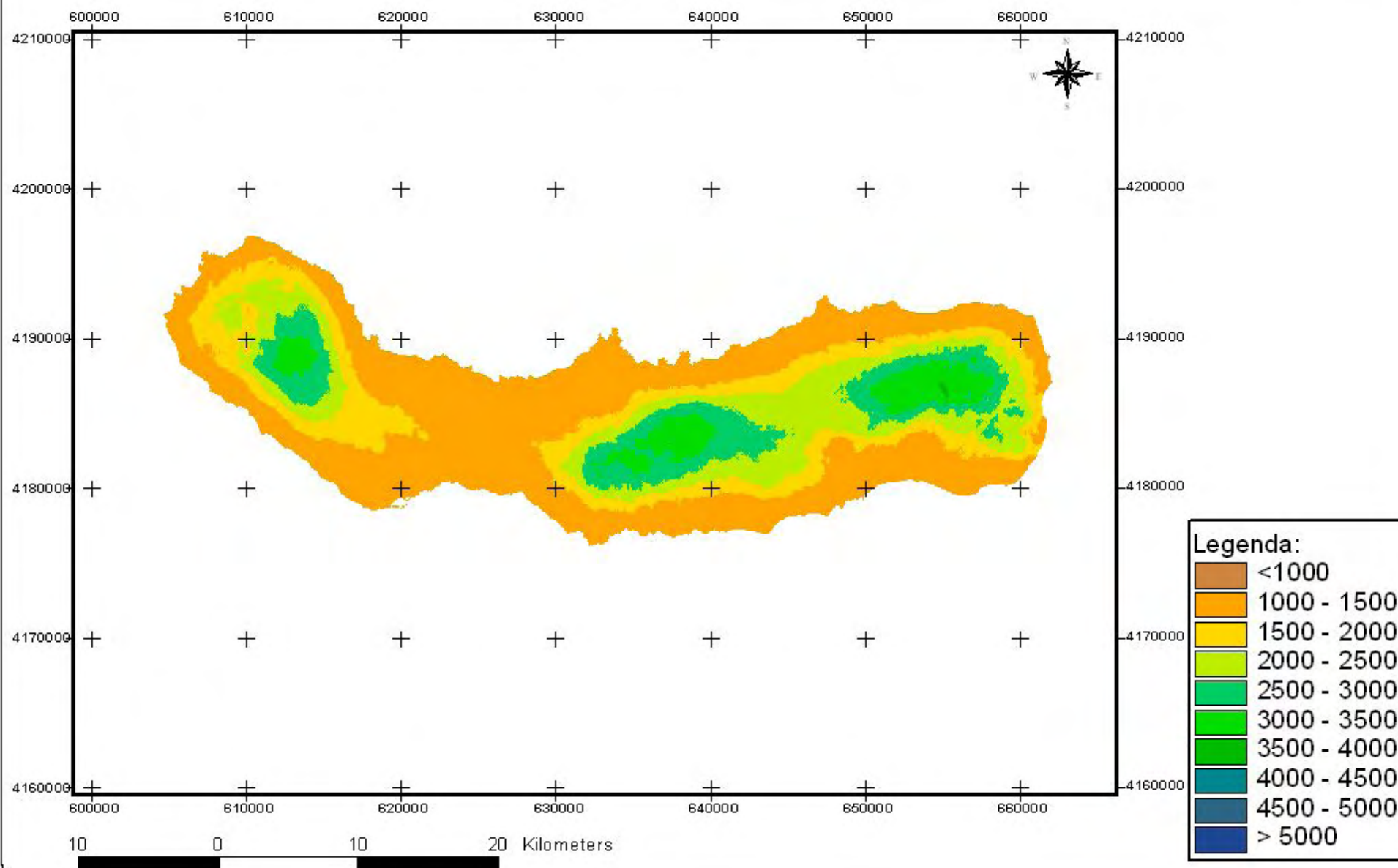
Precipitação em Ano Húmido Total Anual (mm)

Modelo CIELO



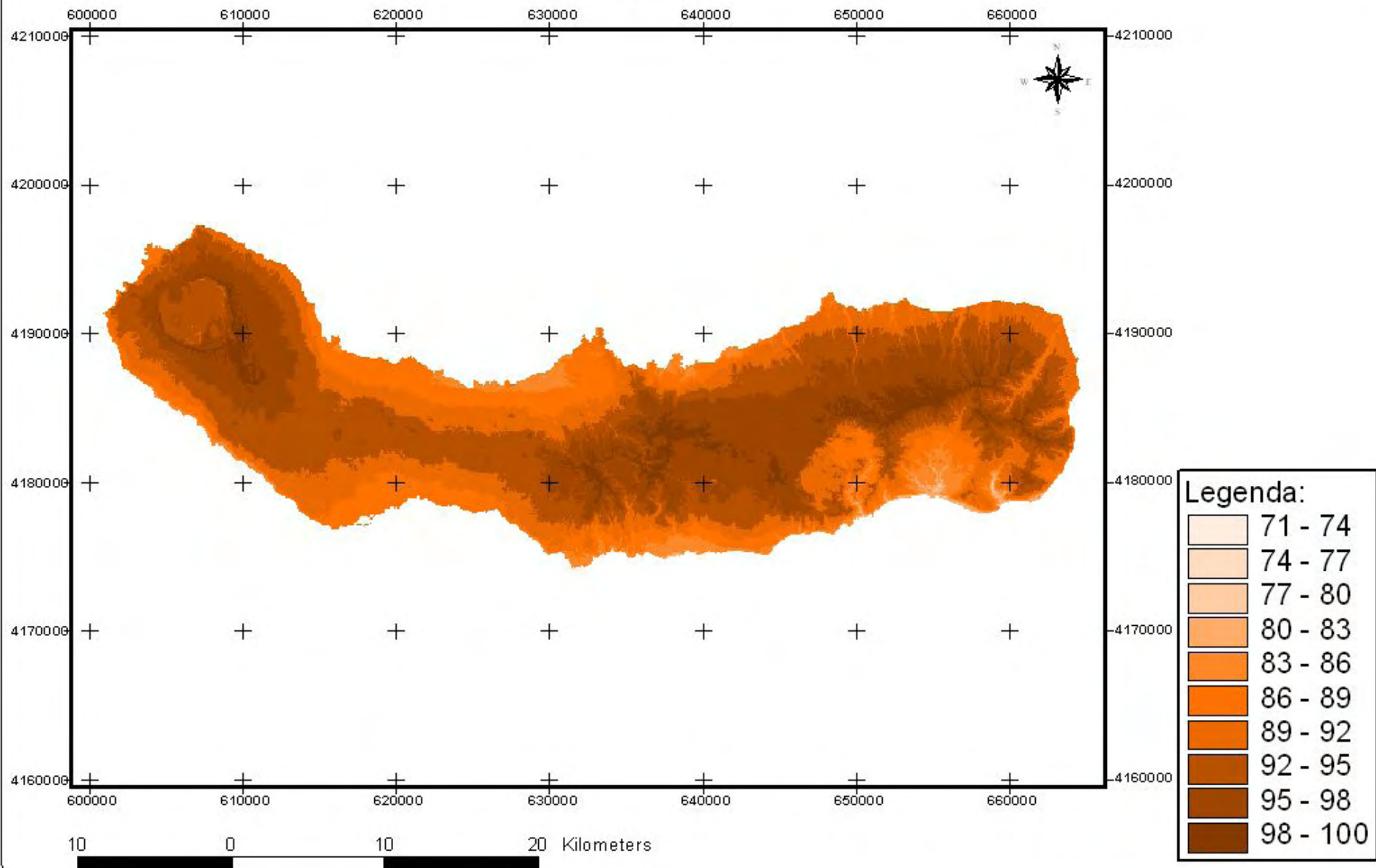
Precipitação em Ano Seco Total Anual (mm)

Modelo CIELO



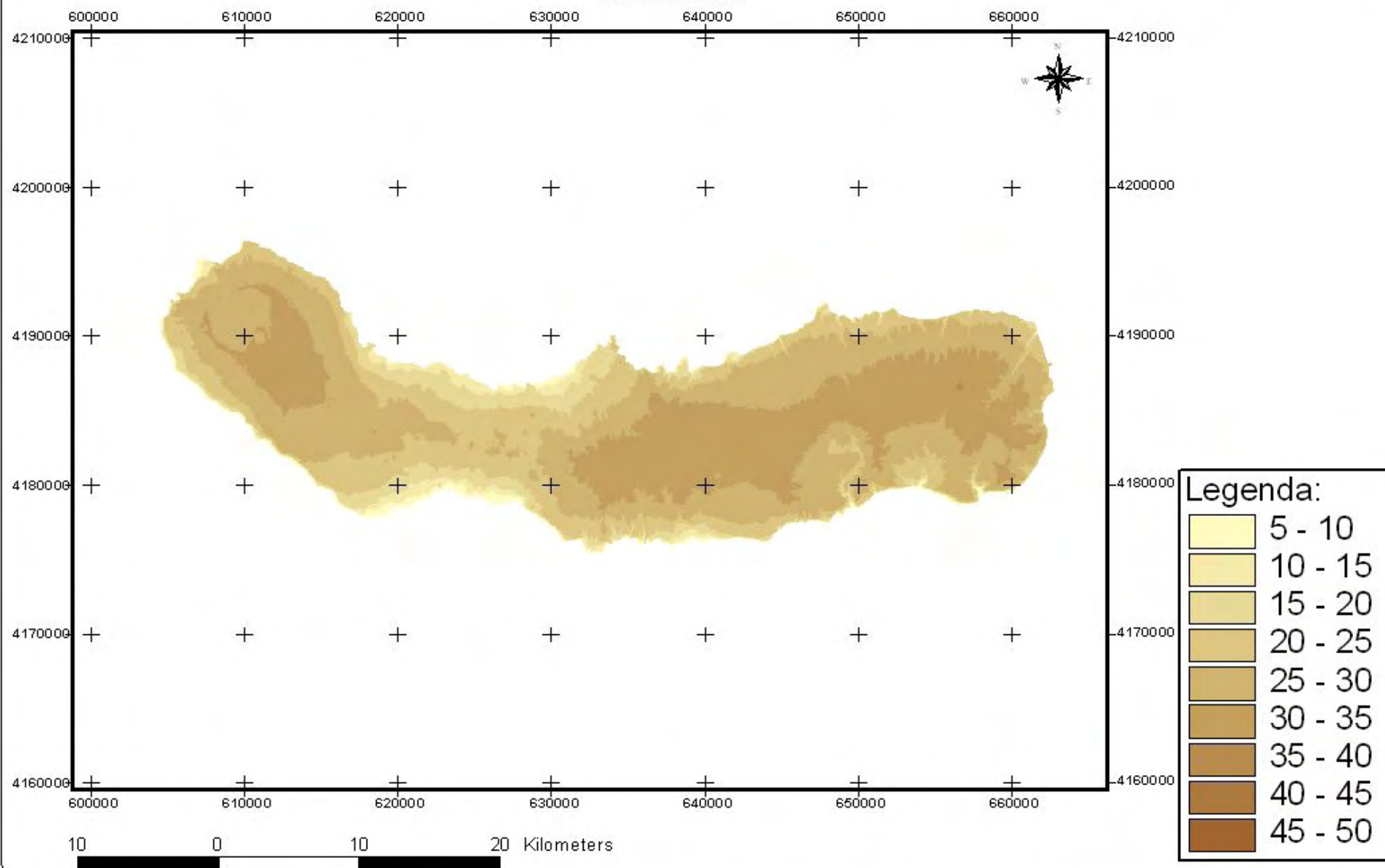
Humidade Relativa Média Anual (%)

Modelo CIELO



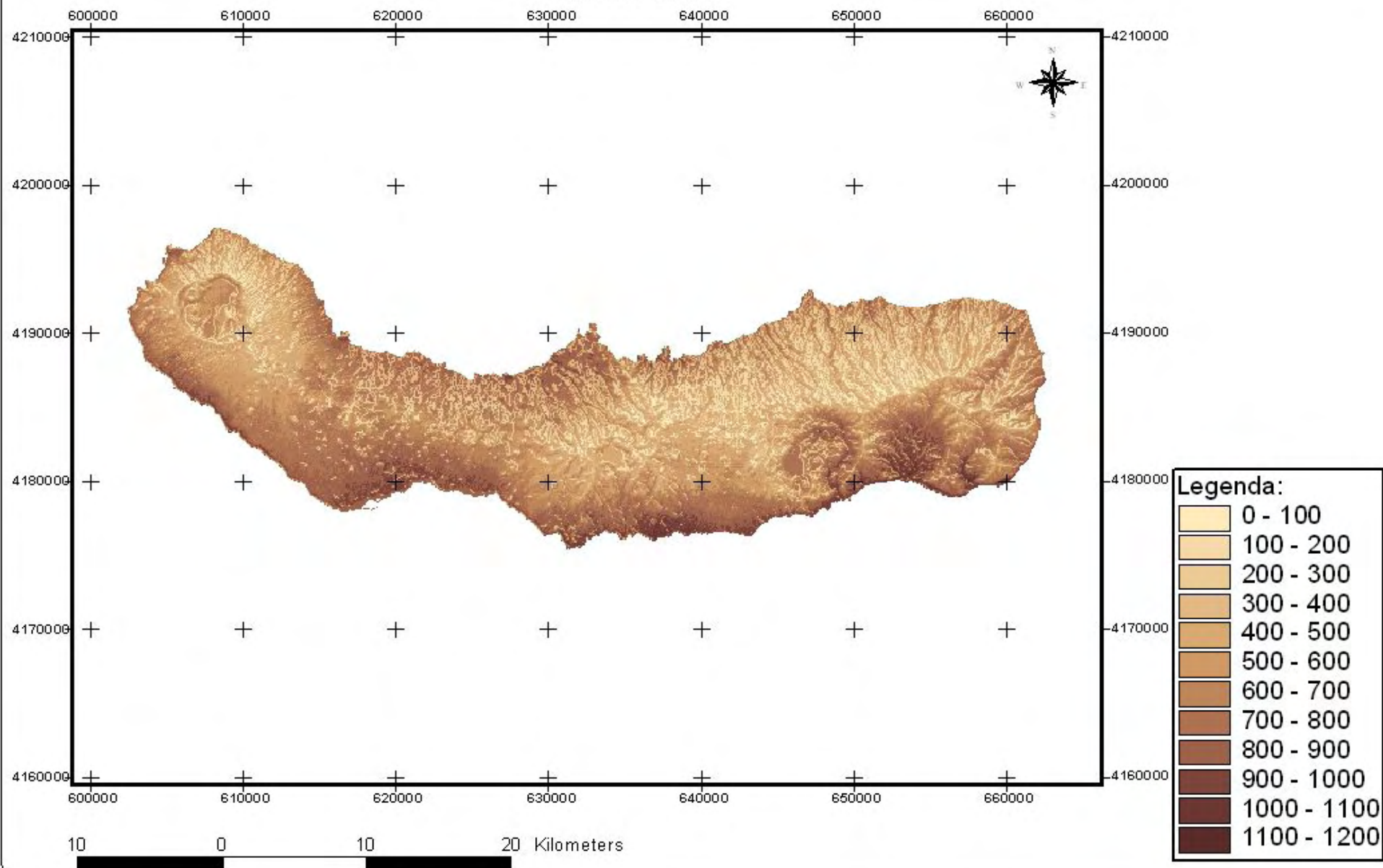
Velocidade do Vento Média Anual (km/h)

Modelo CIELO



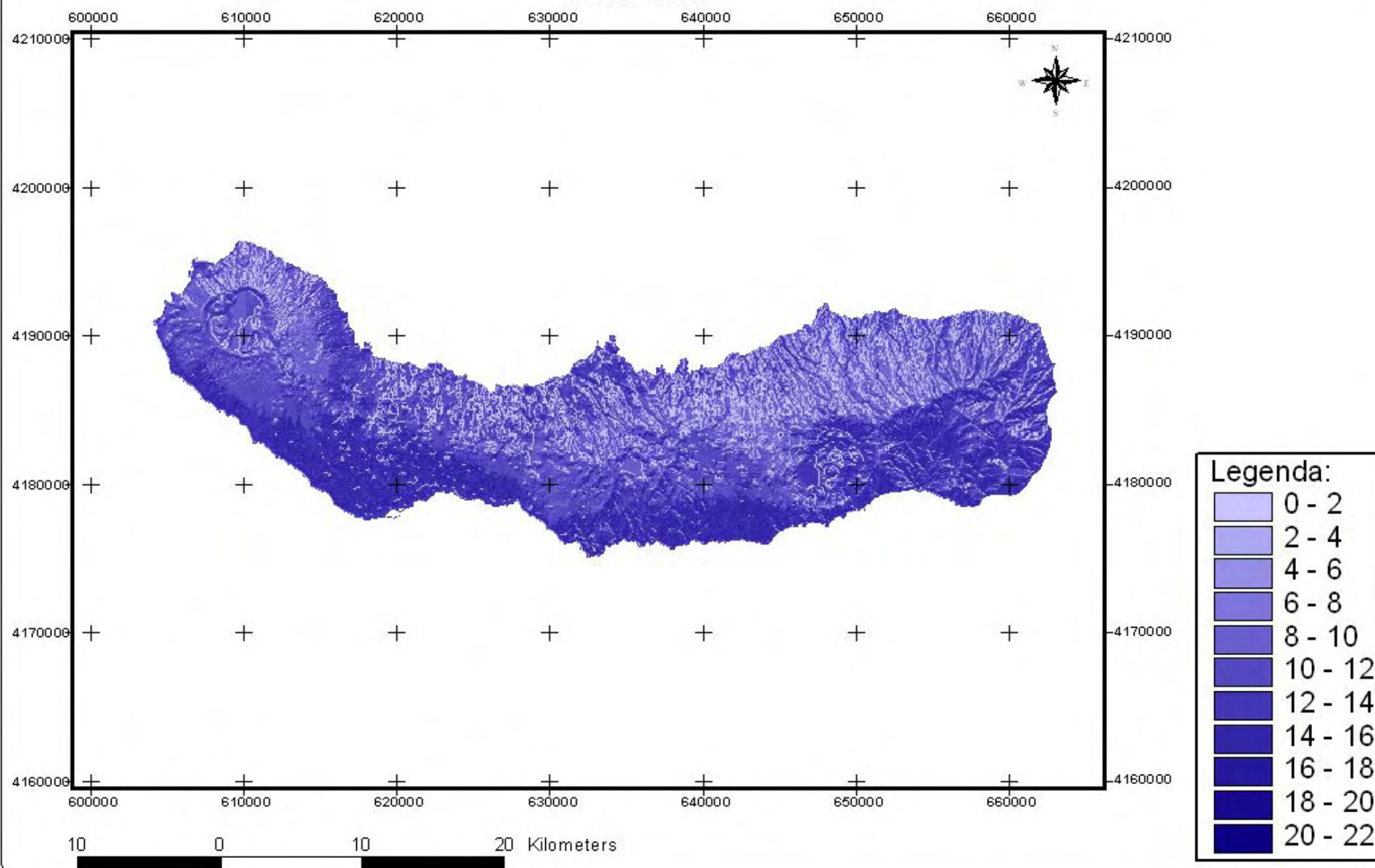
Evapotranspiração Total Anual (mm)

Modelo CIELO

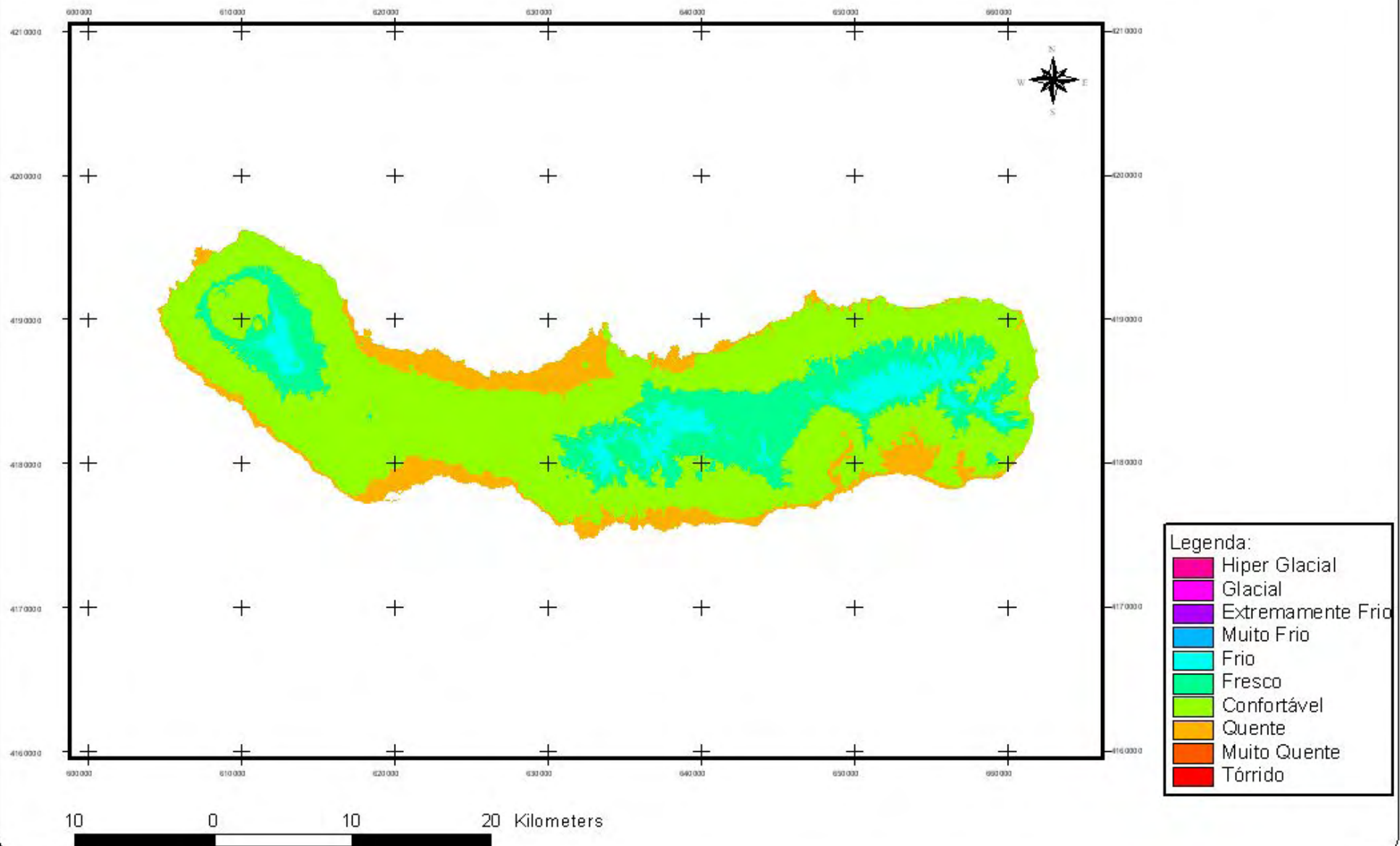


RS Média Anual (MJ por m²/dia)

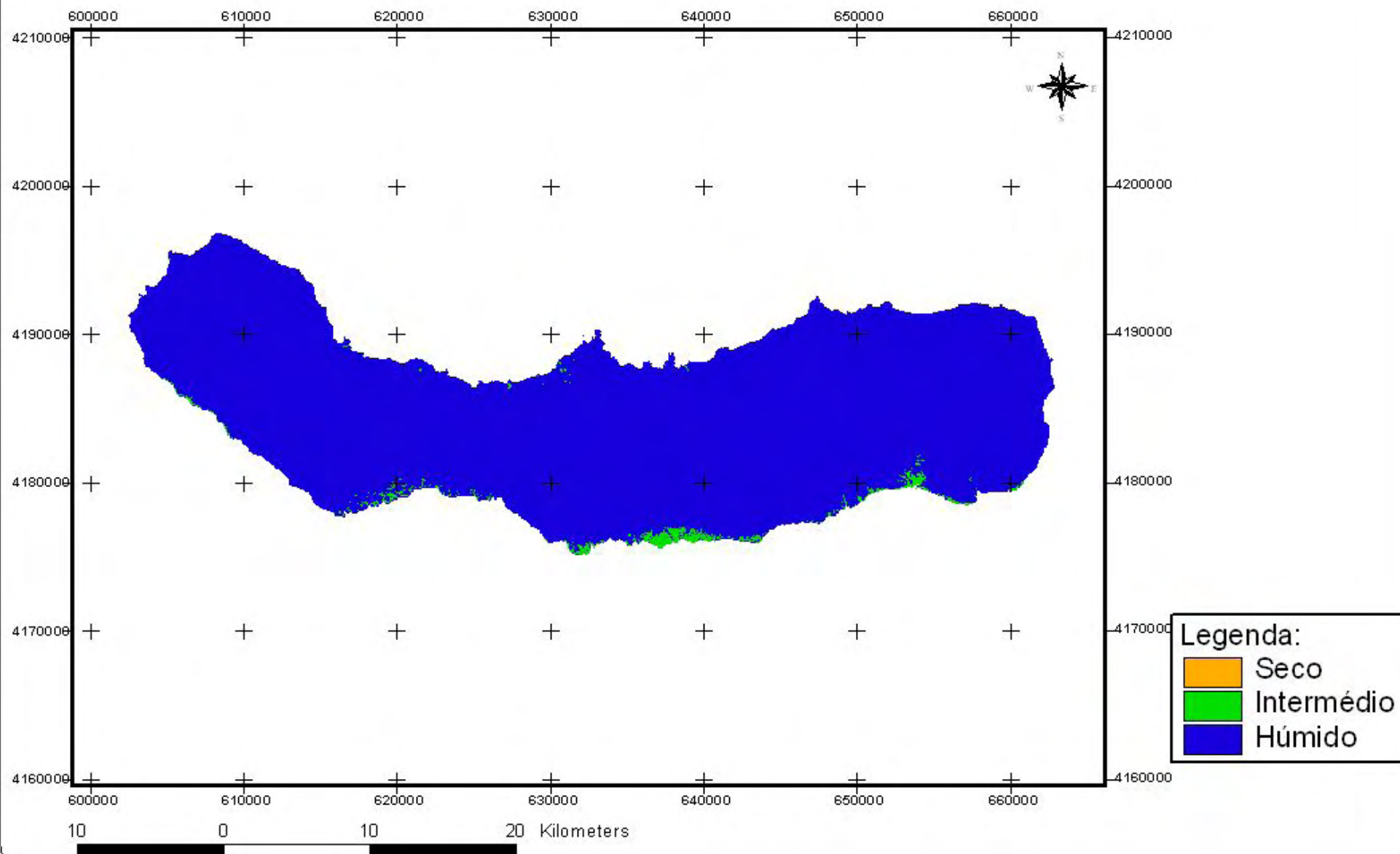
Modelo CIELO



Índice Temperatura - Humidade

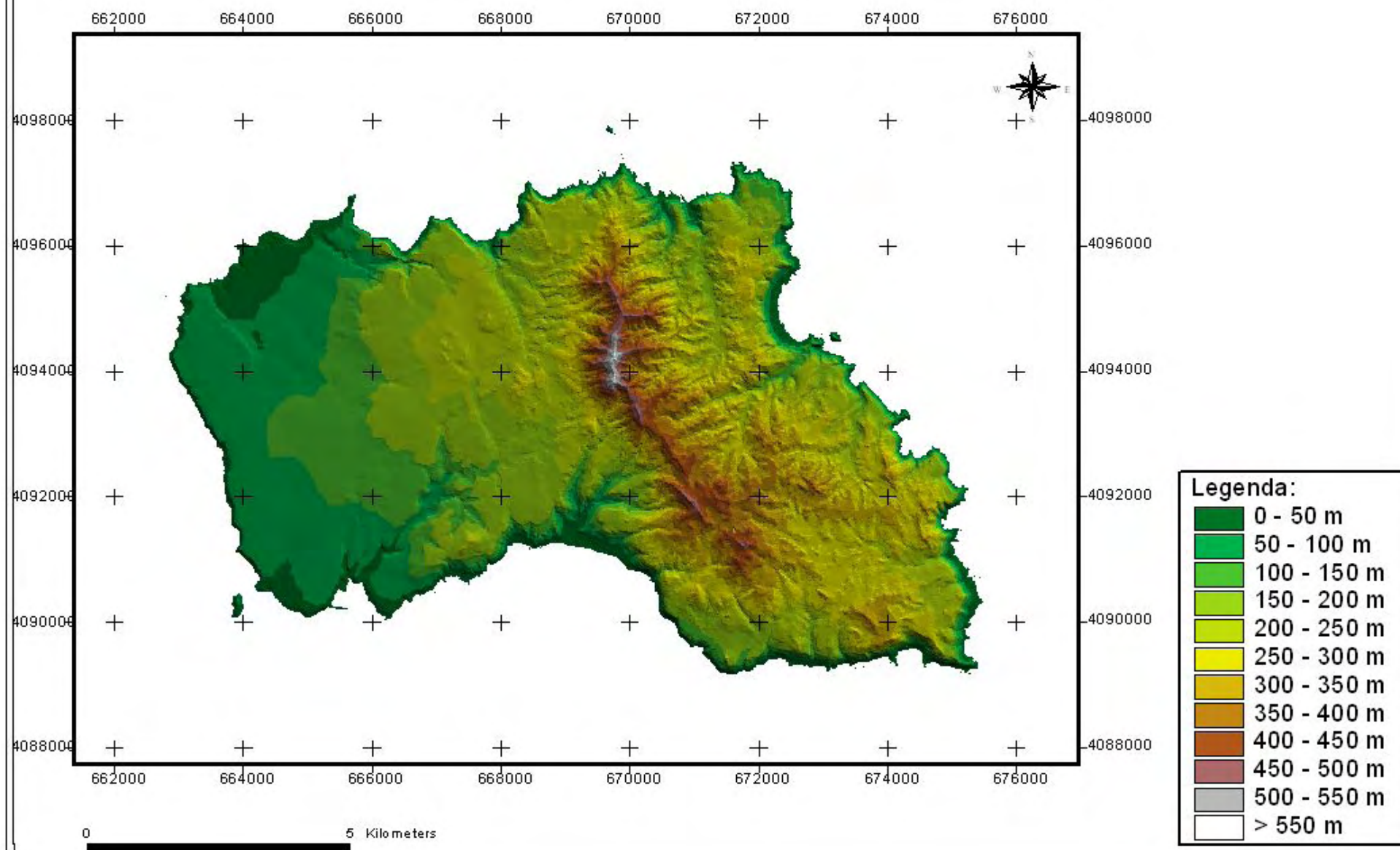


Índice de Humidade

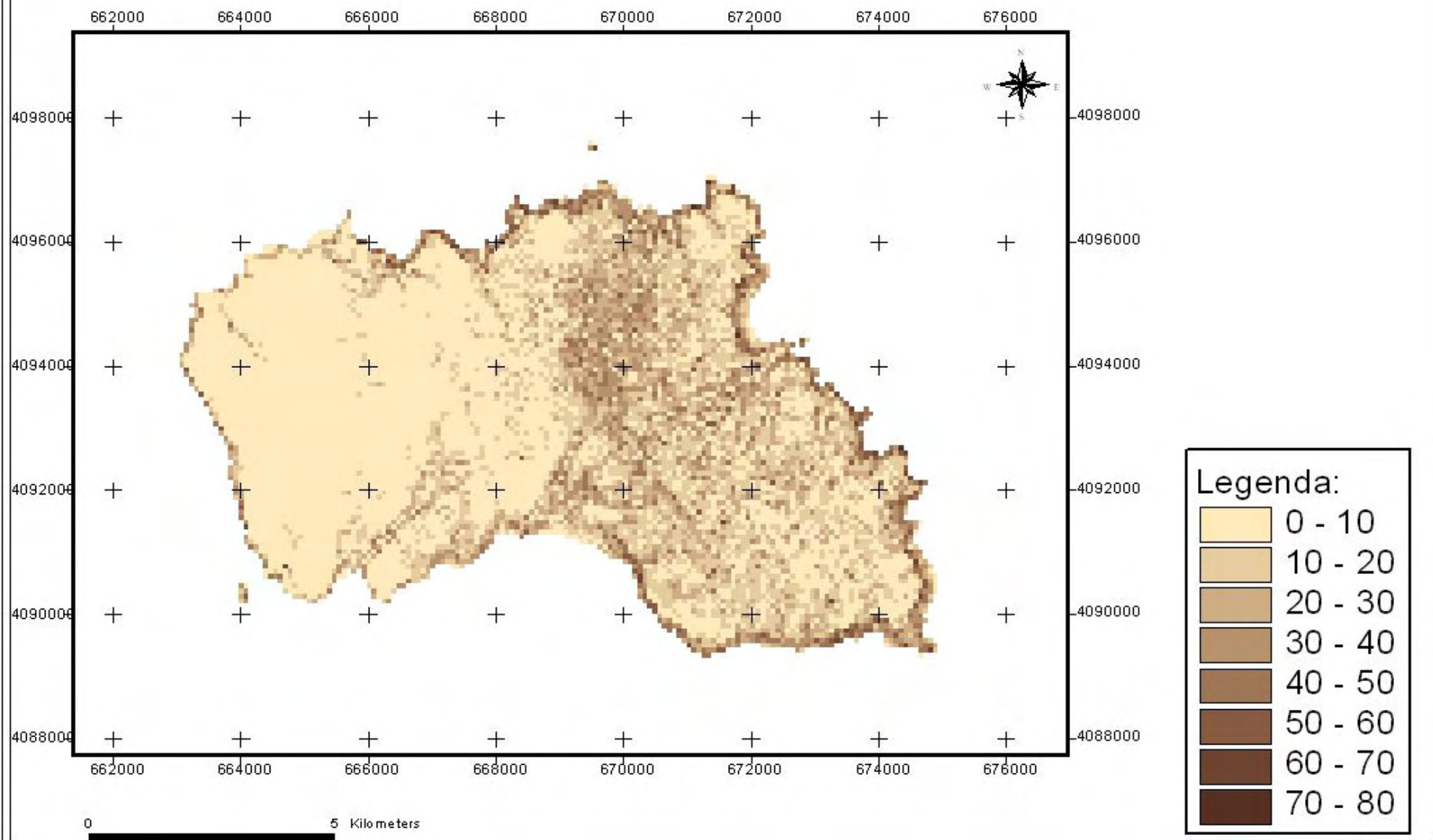


Santa Maria

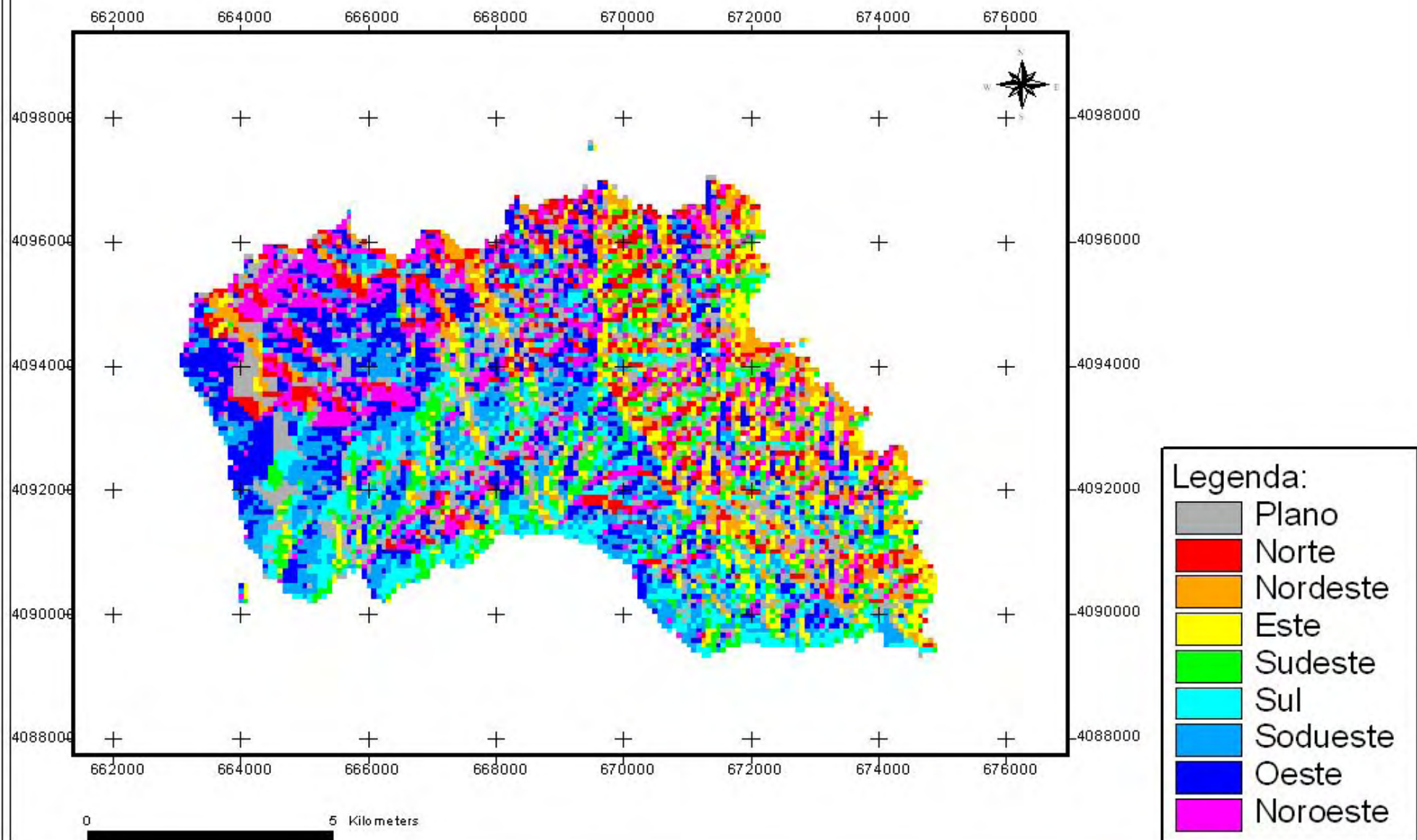
Orografia de Santa Maria



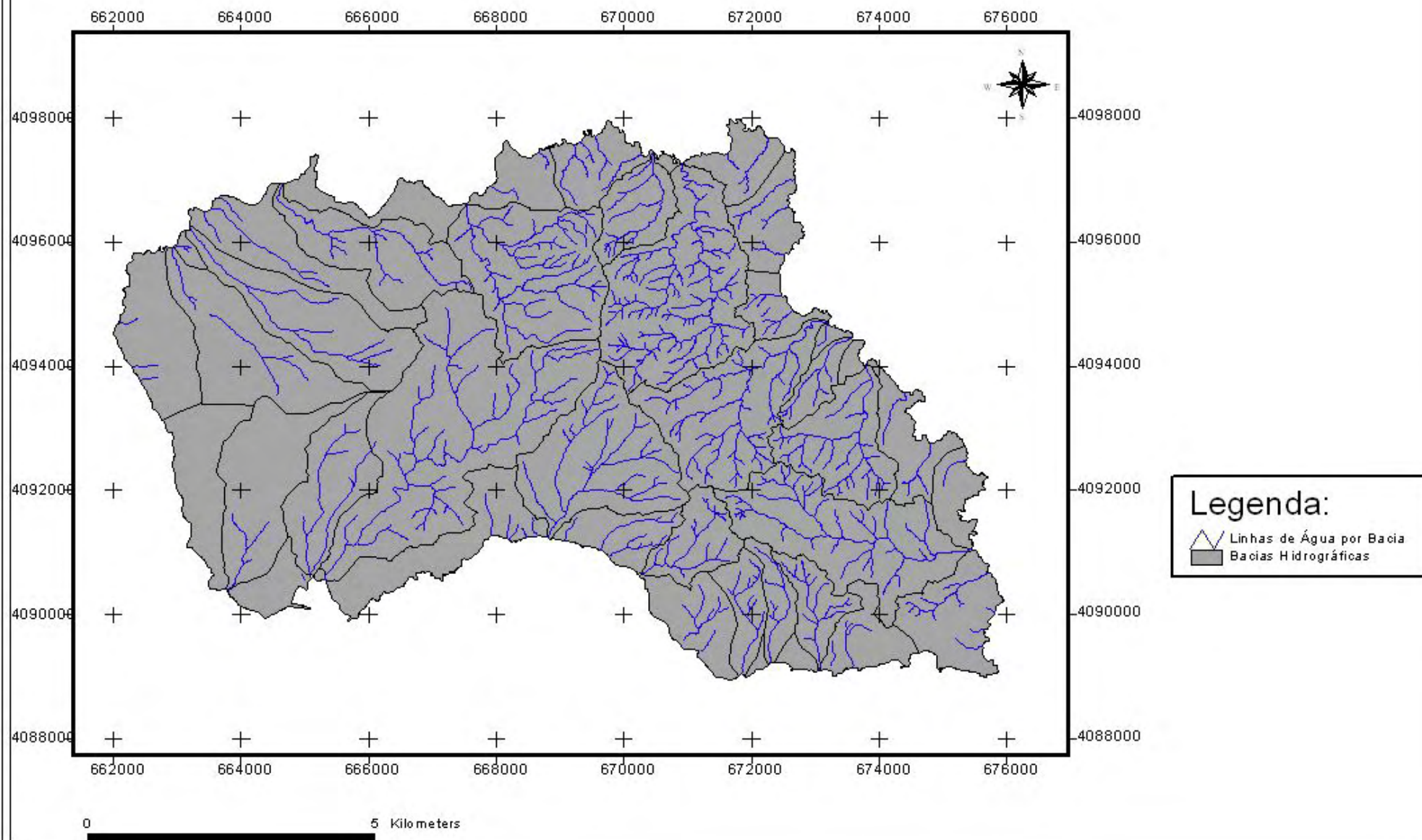
Carta de Declives Santa Maria (%)



Orientação do Terreno de Santa Maria

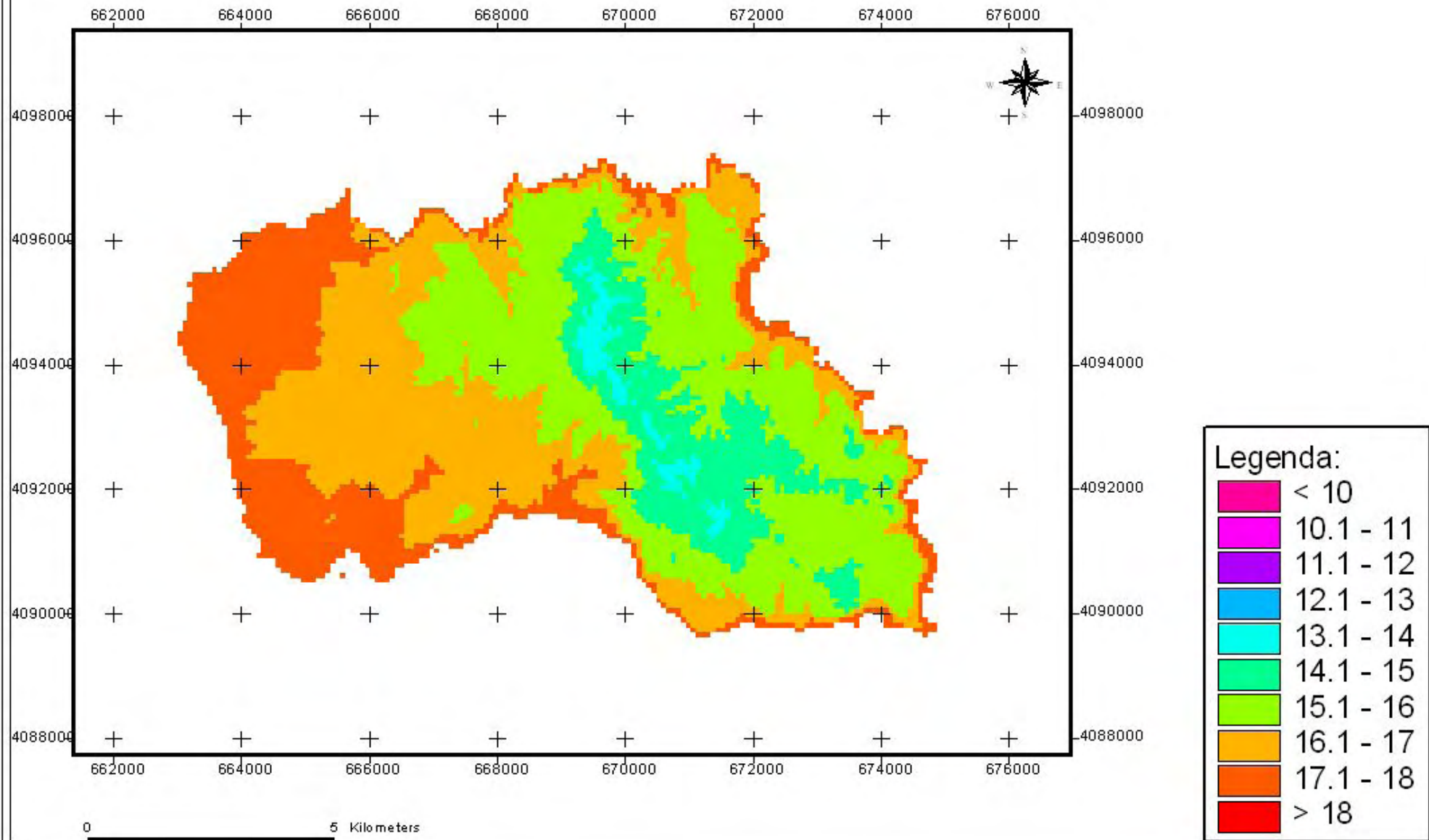


Rede Hidrográfica de Santa Maria



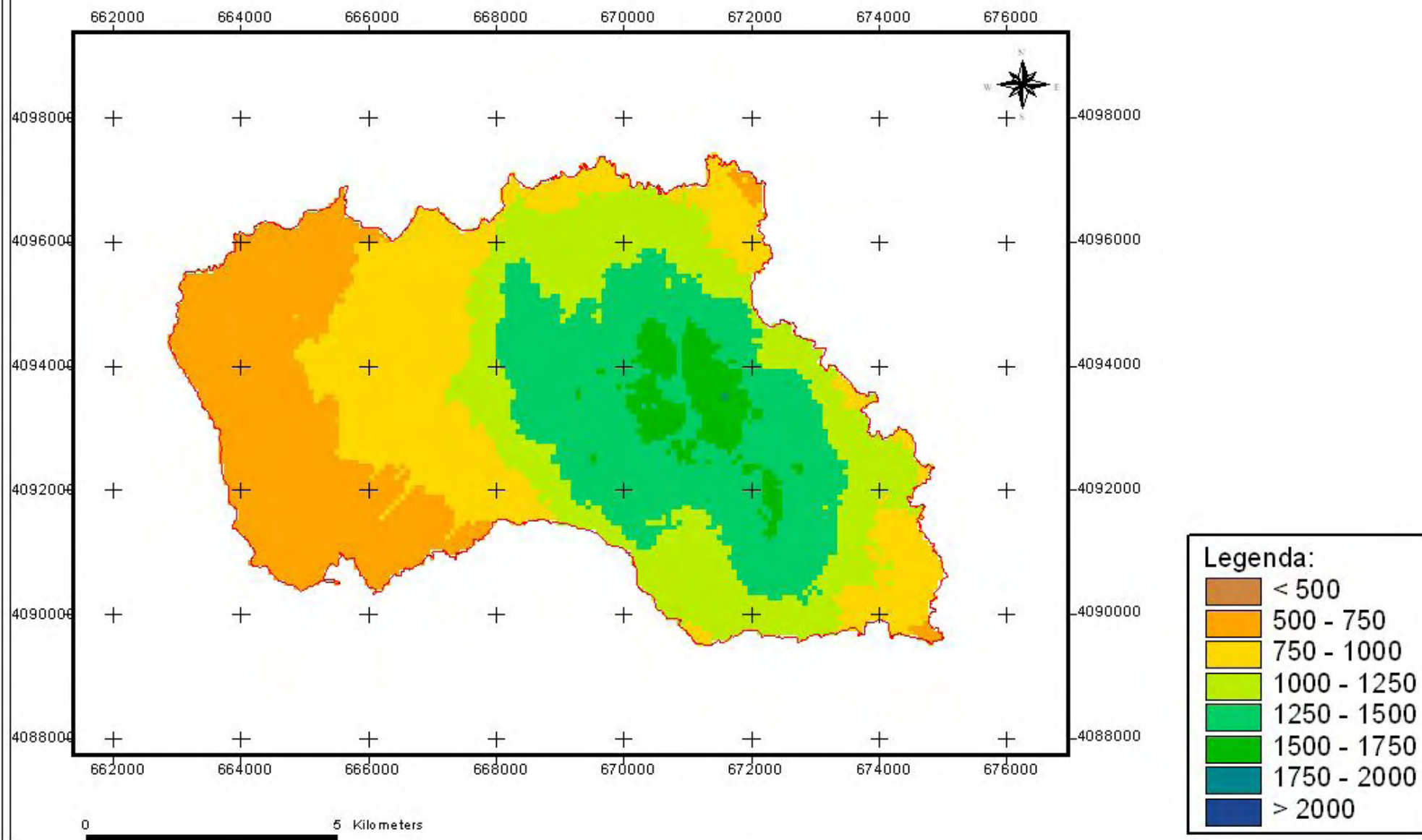
Temperatura Média Anual (°C)

Modelo CIELO



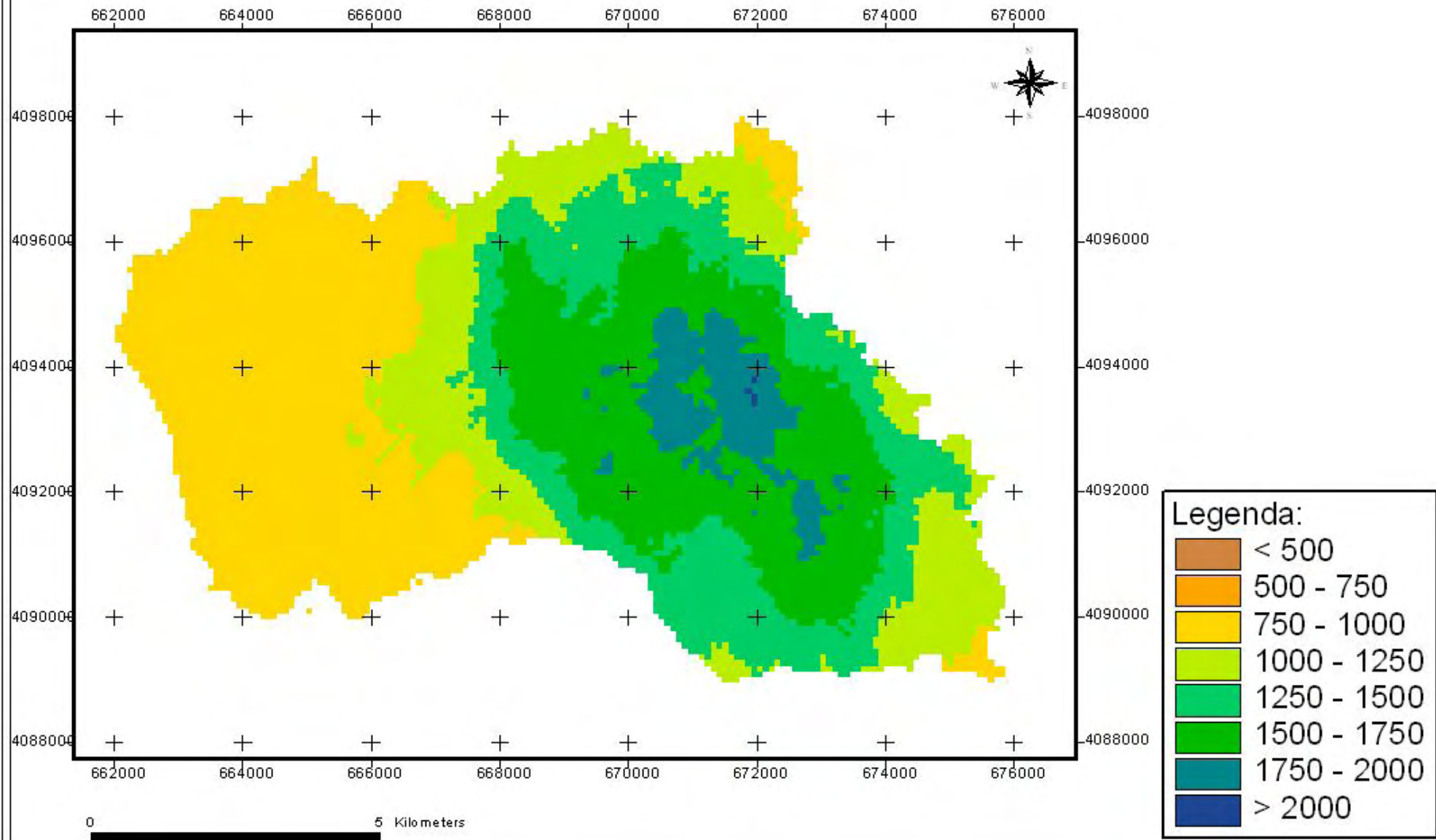
Precipitação Anual (mm)

Modelo CIELO



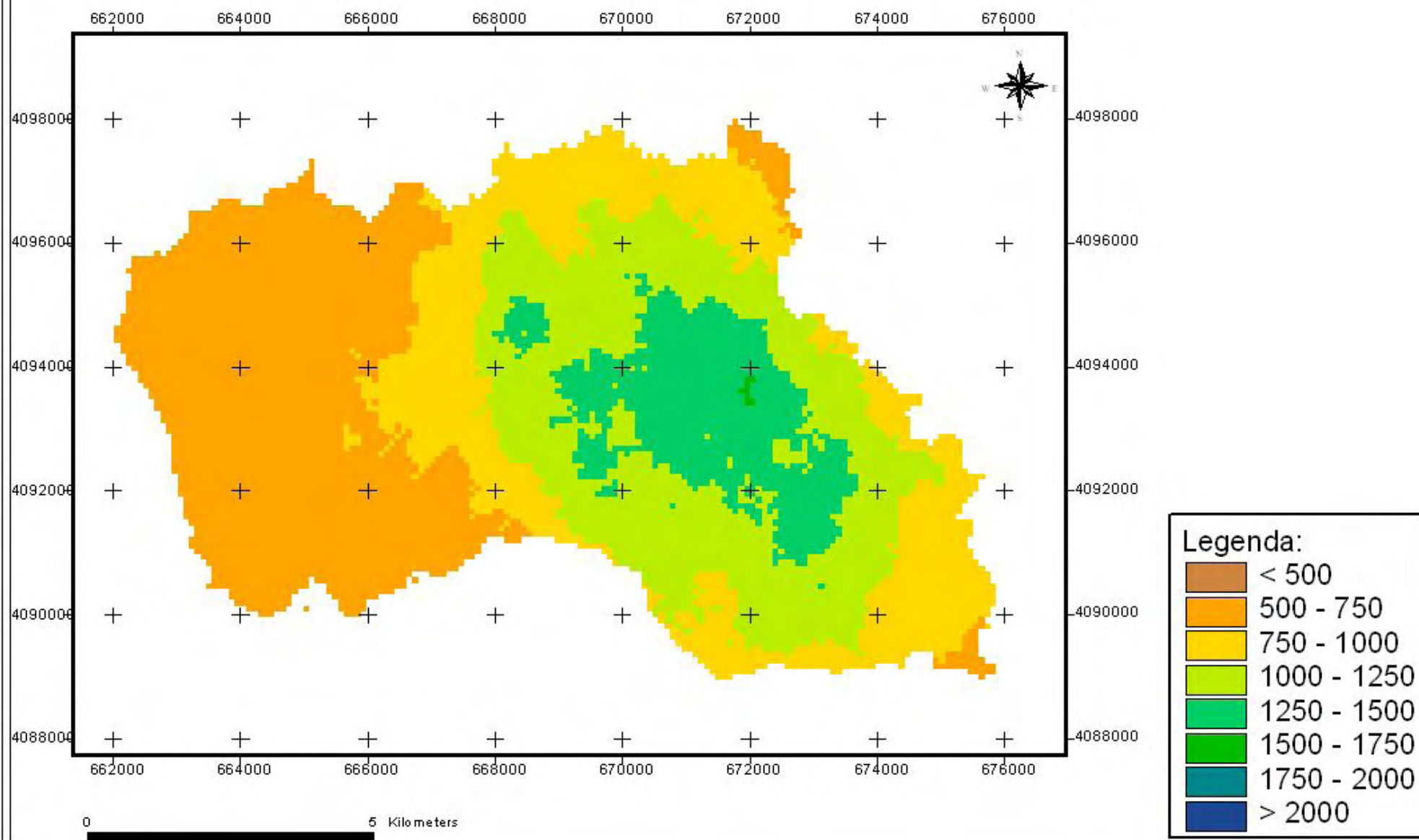
Precipitação em Ano Húmido Anual (mm)

Modelo CIELO



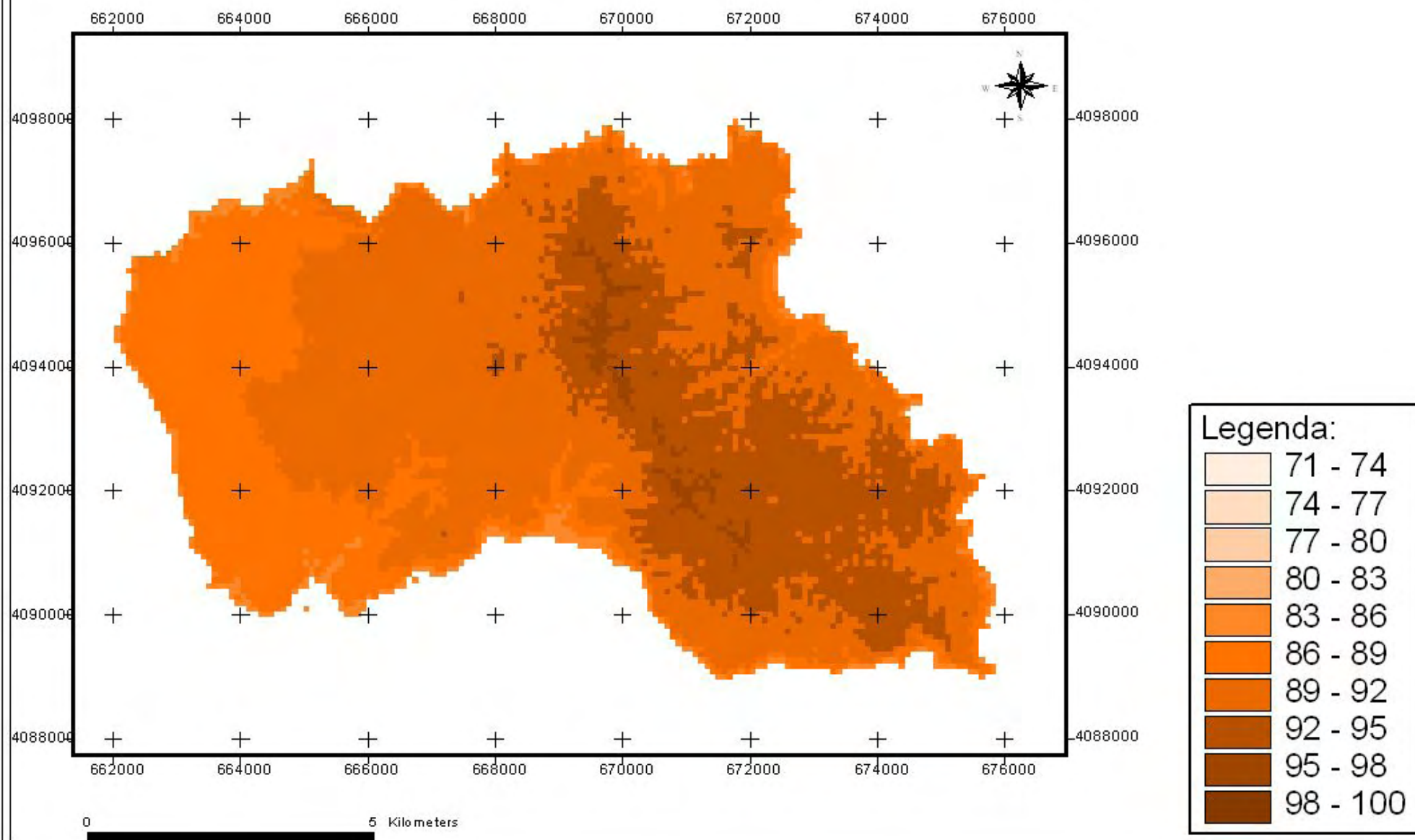
Precipitação em Ano Seco Anual (mm)

Modelo CIELO



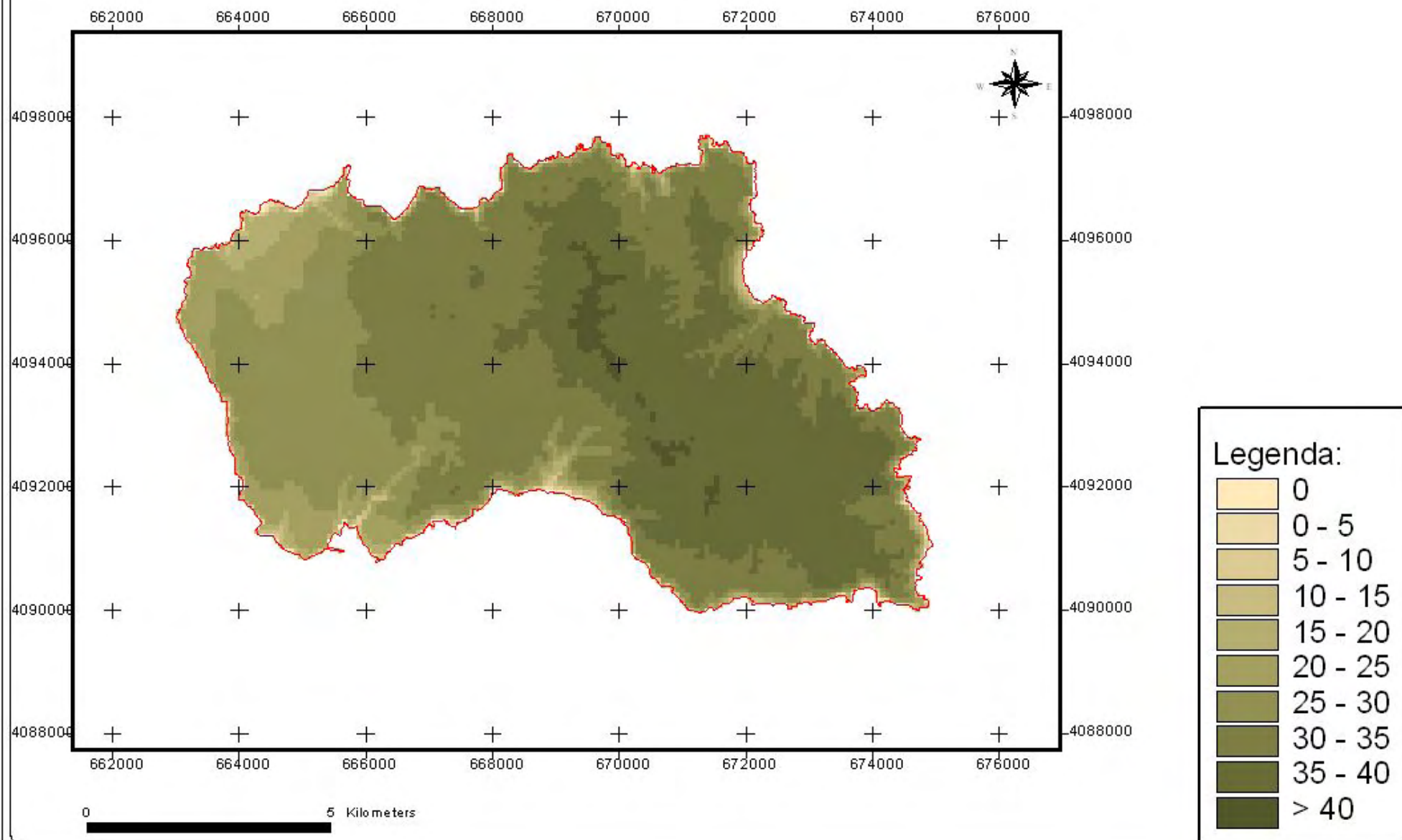
Humidade Relativa Média Anual (%)

Modelo CIELO



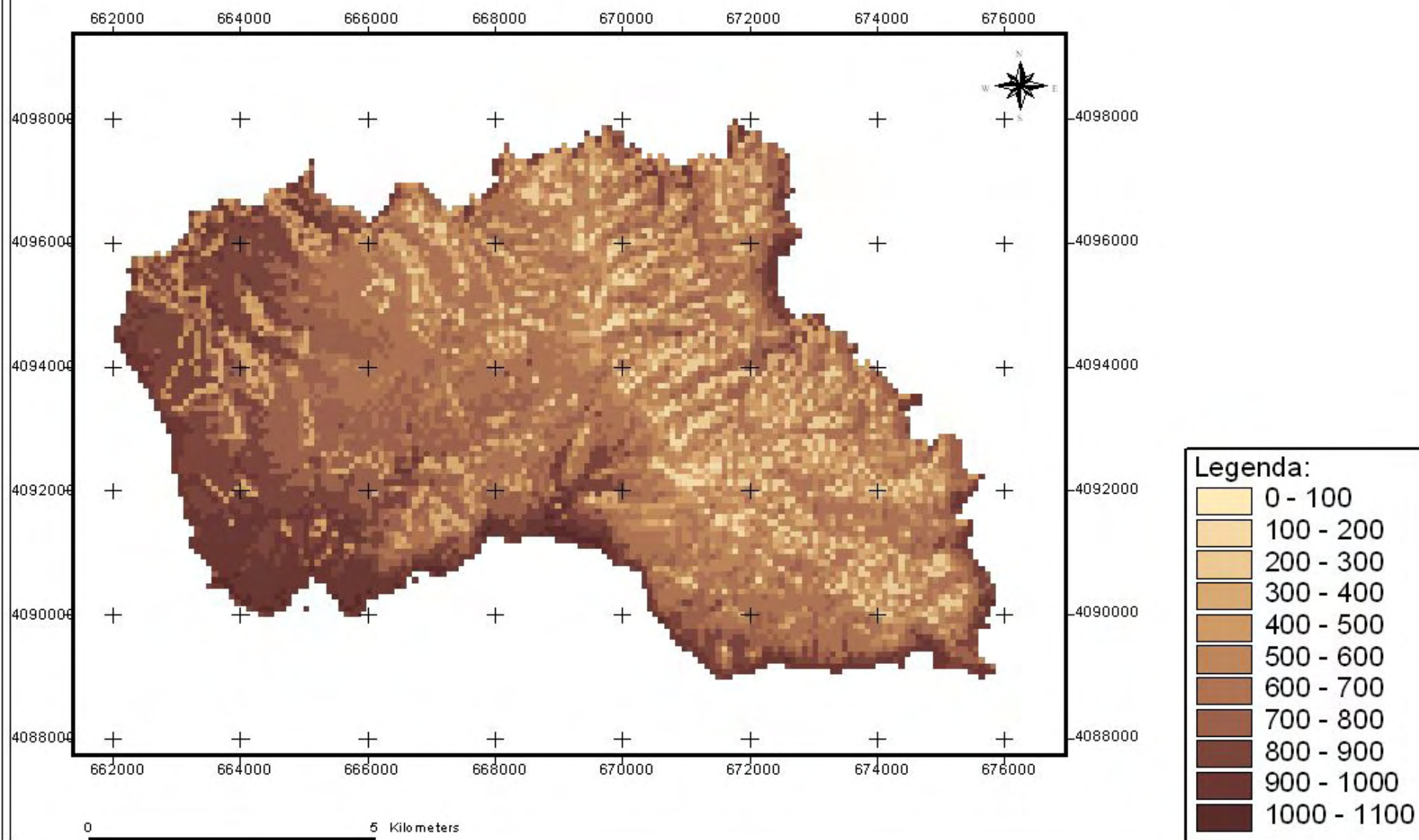
Velocidade do Vento Média (km/h)

Modelo CIELO



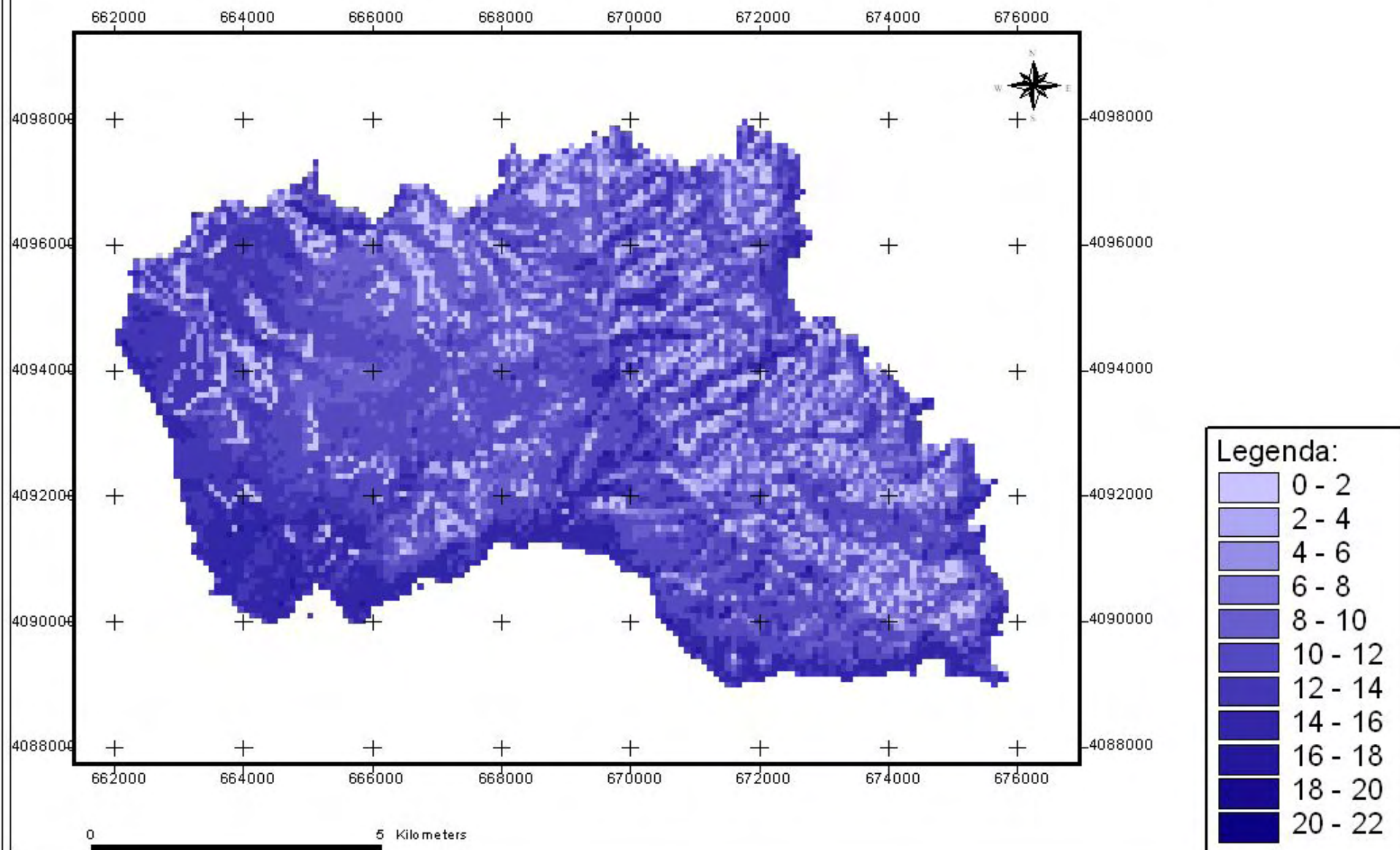
Evapotranspiração Total Anual (mm)

Modelo CIELO

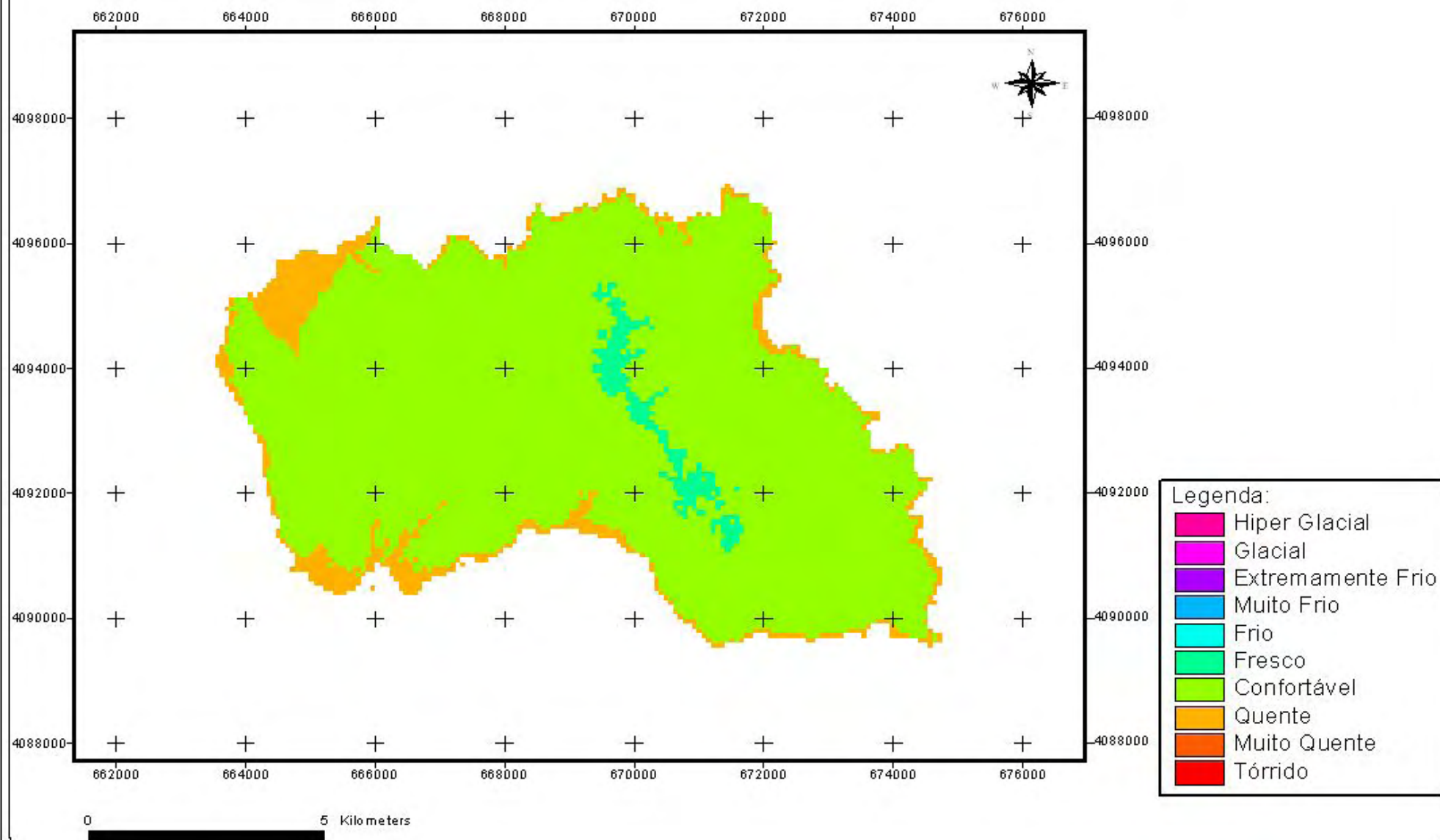


RS Média Anual (MJ por m²/dia))

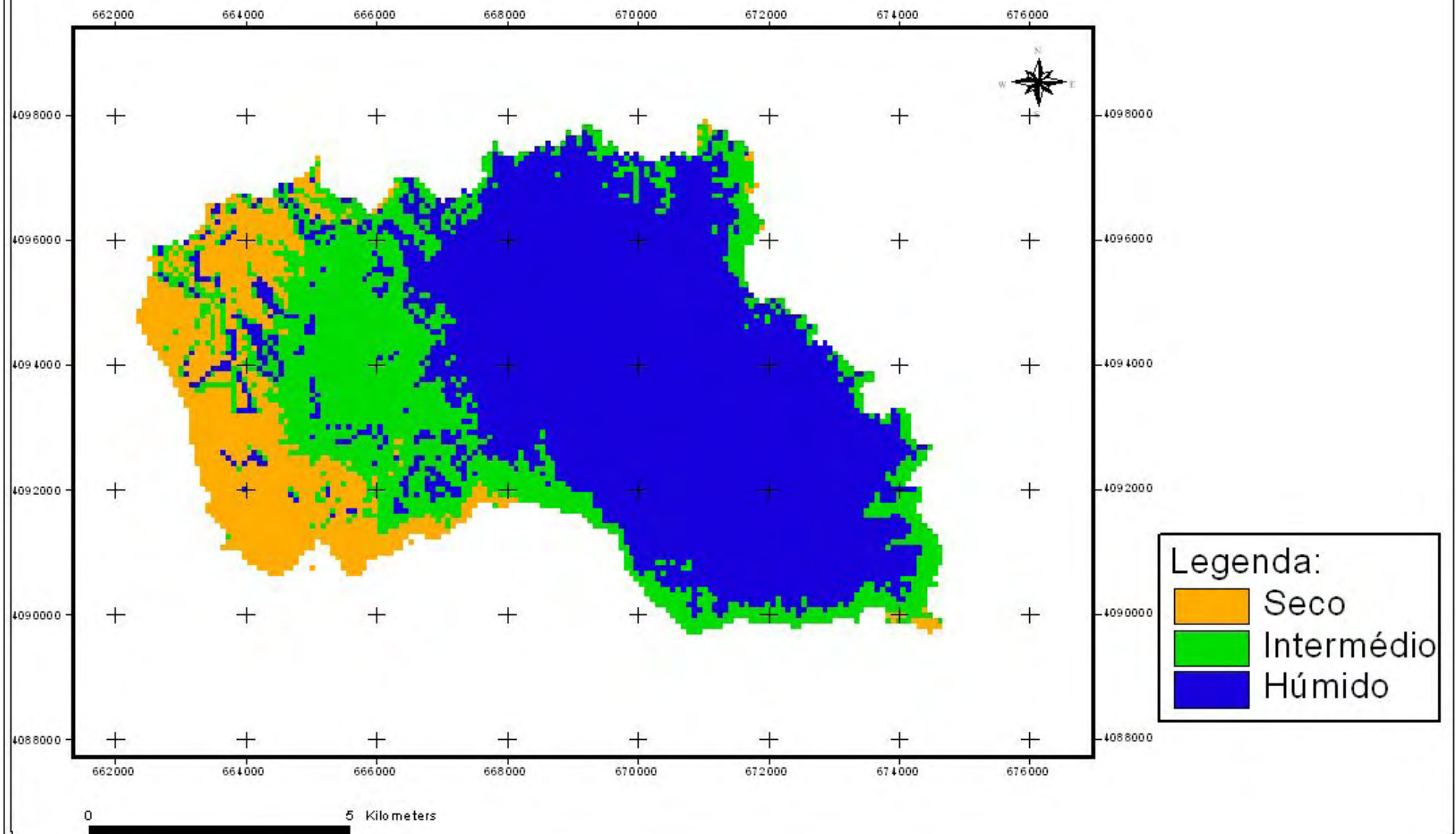
Modelo CIELO



Índice Temperatura - Humidade



Índice de Humidade



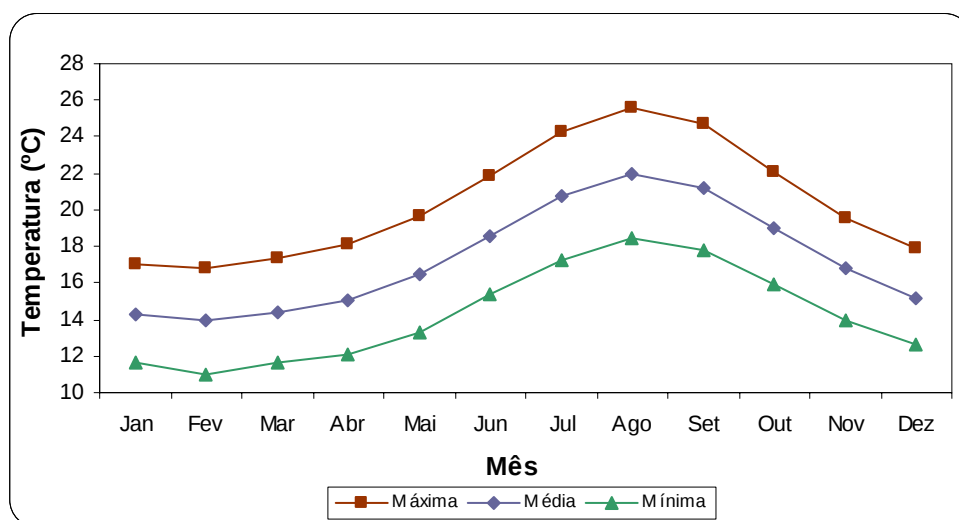
ANEXO II

Rede Climatológica de Referência

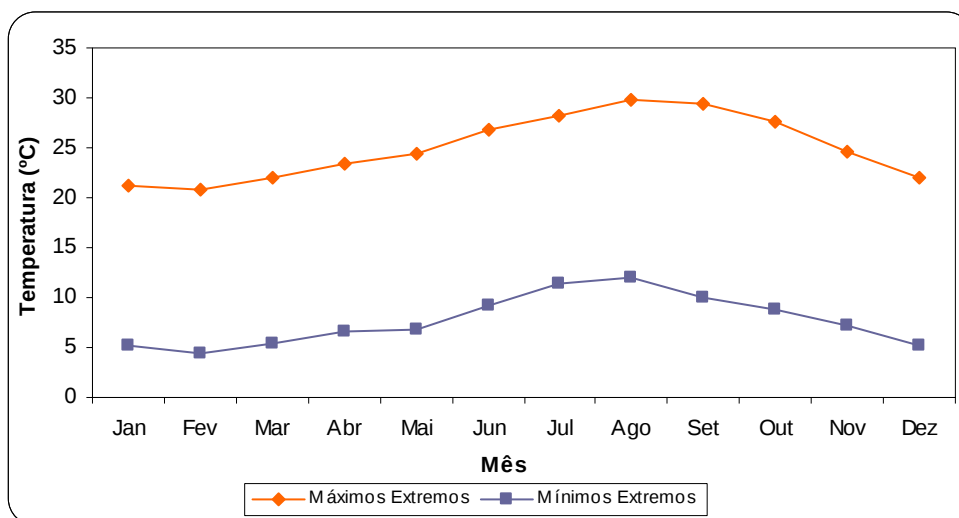
**ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS****II.1. – São Miguel****II.1.1 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE PONTA DELGADA****Latitude:** 37°45'N **Longitude:** 25°40'W **Altitude:** 35 m

Valores normais da temperatura na estação climatológica de Ponta Delgada relativos ao período de 1961 – 1990 (fonte: IM).

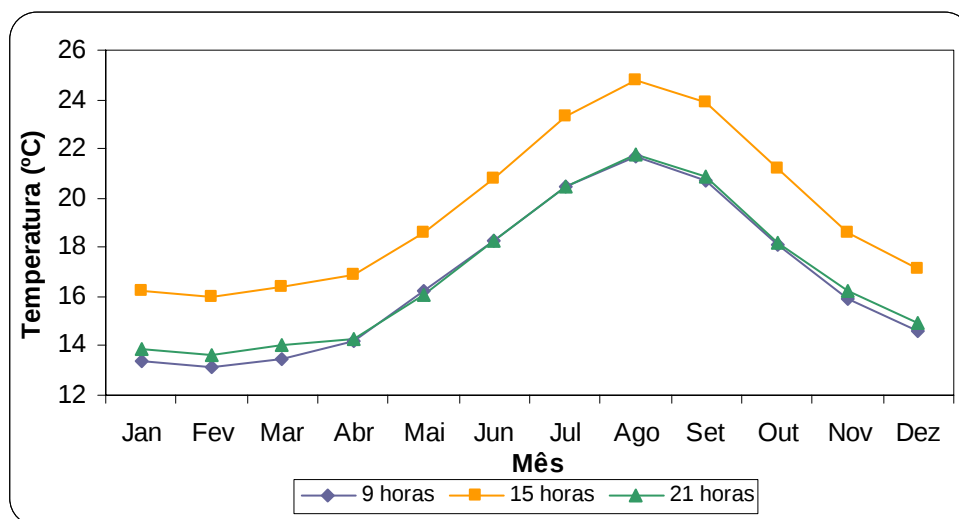
Mês	TEMPERATURA DO AR (°C)							
	Valores médios						Extremos	
	09h	15h	21h	Mês	Max	Min	Max	Min
Janeiro	13,4	16,2	13,9	14,3	17,0	11,6	21,3	5,2
Fevereiro	13,1	16,0	13,6	13,9	16,8	11,0	20,8	4,5
Março	13,5	16,4	14,0	14,4	17,3	11,6	22,0	5,4
Abril	14,2	16,9	14,3	15,1	18,1	12,1	23,5	6,6
Maio	16,2	18,6	16,1	16,5	19,7	13,3	24,5	6,9
Junho	18,3	20,8	18,3	18,6	21,8	15,4	26,9	9,2
Julho	20,5	23,3	20,5	20,8	24,3	17,2	28,2	11,5
Agosto	21,7	24,8	21,8	22,0	25,6	18,4	29,9	12,0
Setembro	20,7	23,9	20,9	21,2	24,7	17,8	29,4	10,0
Outubro	18,1	21,2	18,2	19,0	22,1	15,9	27,6	8,9
Novembro	15,9	18,6	16,2	16,8	19,6	13,9	24,6	7,3
Dezembro	14,6	17,1	14,9	15,2	17,9	12,6	22,0	5,3
Ano	16,7	19,5	16,9	17,3	20,4	14,2	129,9	4,5



Valores médios da temperatura, no mês, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.



Valores extremos da temperatura no mês, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.

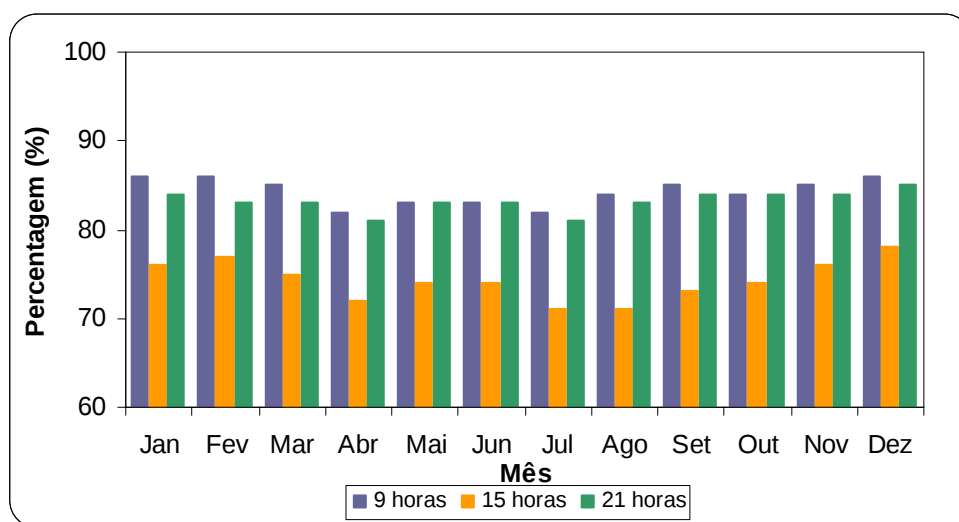


Valores em horas da temperatura no mês, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.

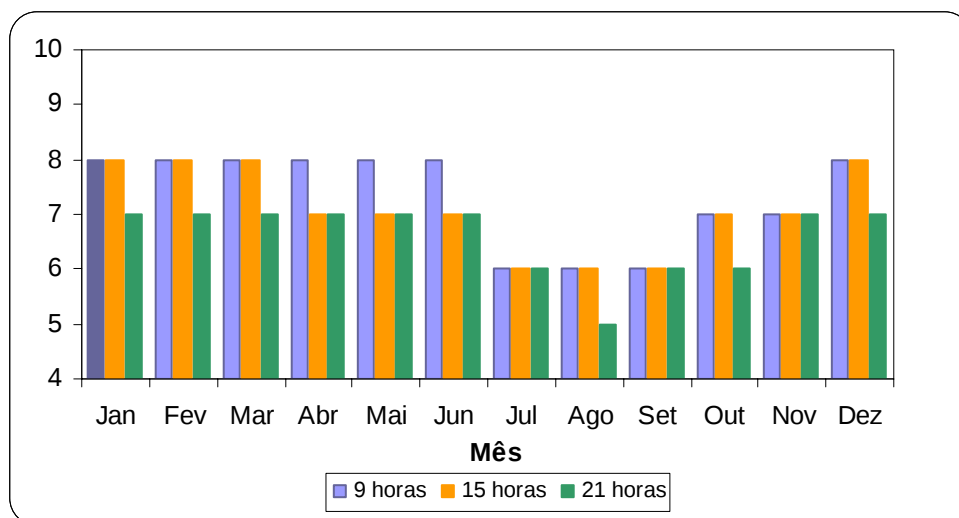


Valores normais da humidade relativa, nebulosidade e precipitação, na estação climatológica de Ponta Delgada, relativos ao período de 1978 – 1990 (Fonte: IM).

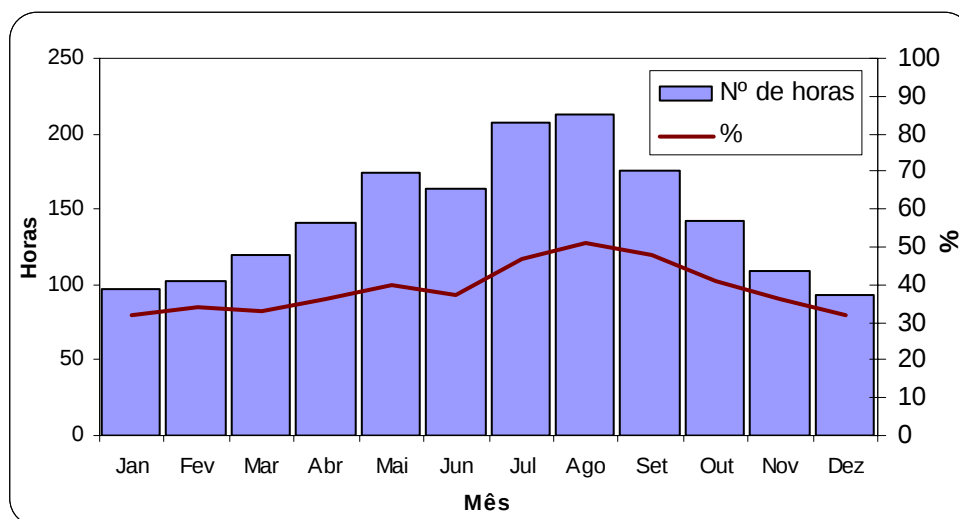
Mês	Humidade Rel. Média %			Nebul. Tot. Média (0 - 10)			Insolação Média		Precipitação	
							Total		Média Total (mm)	Máxima Diária (mm)
	09h	15h	21h	09h	15h	21h	(h)	(%)		
Janeiro	86,0	76,0	84,0	8,0	8,0	7,0	97,1	32,0	133,4	103,1
Fevereiro	86,0	77,0	83,0	8,0	8,0	7,0	102,8	34,0	107,3	46,7
Março	85,0	75,0	83,0	8,0	8,0	7,0	119,6	33,0	100,4	47,6
Abril	82,0	72,0	81,0	8,0	7,0	7,0	141,4	36,0	72,0	46,4
Maio	83,0	74,0	83,0	8,0	7,0	7,0	173,7	40,0	53,1	61,7
Junho	83,0	74,0	83,0	8,0	7,0	7,0	163,0	37,0	36,7	37,4
Julho	82,0	71,0	81,0	6,0	6,0	6,0	208,0	47,0	29,5	44,9
Agosto	84,0	71,0	83,0	6,0	6,0	5,0	212,6	51,0	38,4	83,2
Setembro	85,0	73,0	84,0	6,0	6,0	6,0	175,1	48,0	86,4	83,0
Outubro	84,0	74,0	84,0	7,0	7,0	6,0	142,2	41,0	112,6	88,2
Novembro	85,0	76,0	84,0	7,0	7,0	7,0	109,1	36,0	130,5	92,1
Dezembro	86,0	78,0	85,0	8,0	8,0	7,0	92,9	32,0	126,8	84,0
Ano	84,0	74,0	83,0	7,0	7,0	6,0	1737,5	39,0	1027,1	103,1



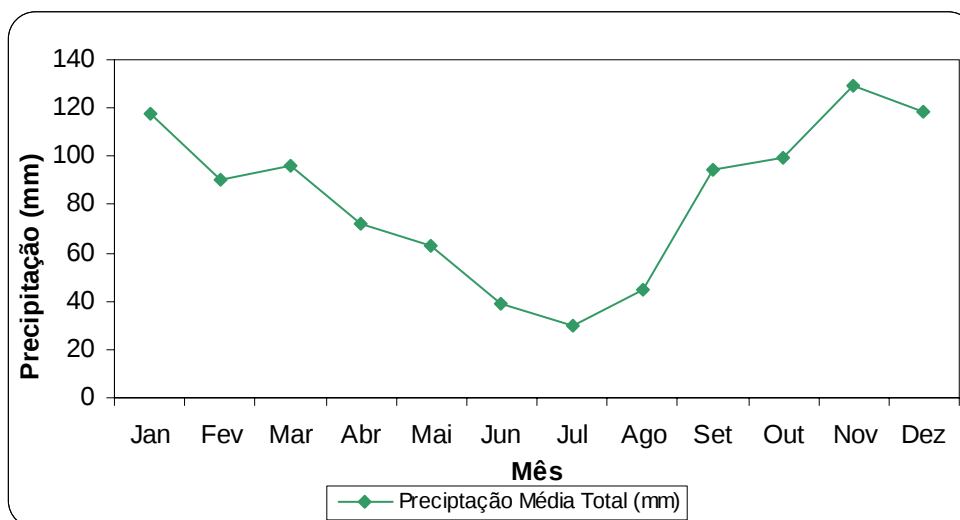
Valores médios mensais da humidade relativa, às 9, 15 e 21 horas, na estação climatológica de Ponta Delgada, relativos ao período de 1978 – 1990.



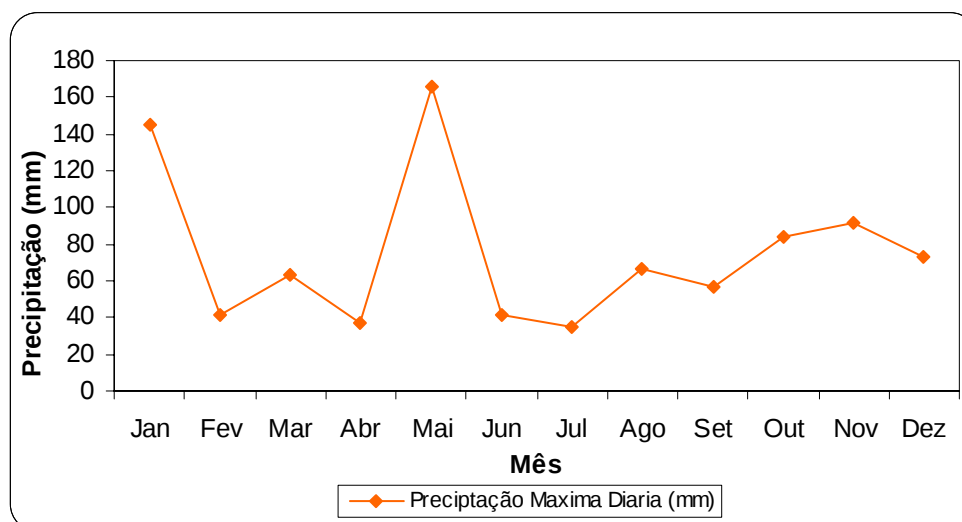
Valores médios mensais da nebulosidade às 9, 15 e 21 horas, na estação climatológica de Ponta Delgada, relativos ao período de 1978 – 1990



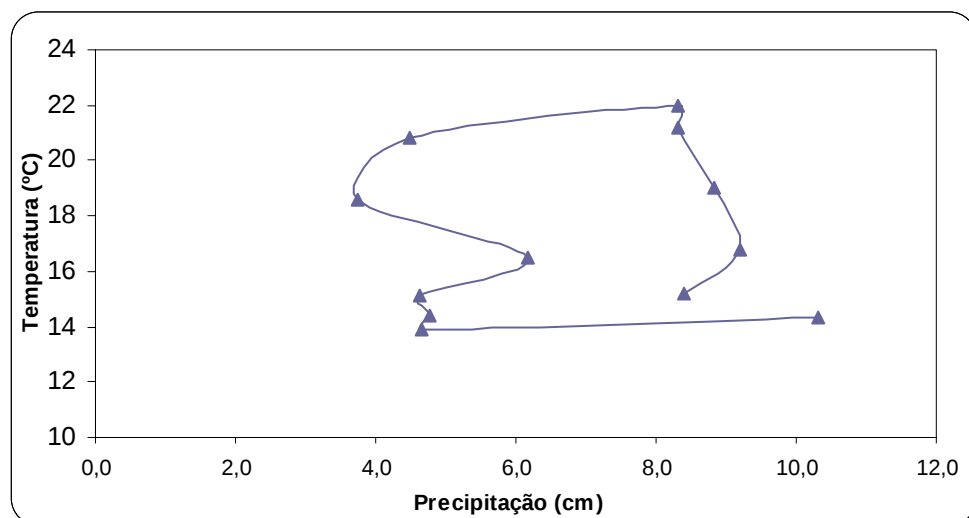
Valores médios mensais da insolação, na estação climatológica de Ponta Delgada, relativos ao período de 1978 – 1990



Valores médios da precipitação total, no mês, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.



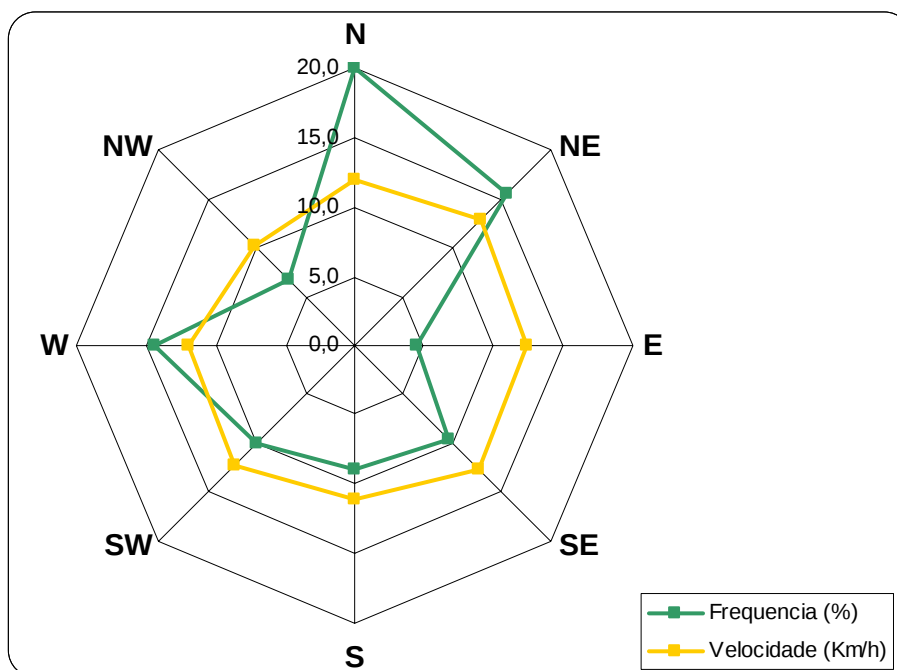
Valores médios da precipitação máxima diária, no mês, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.



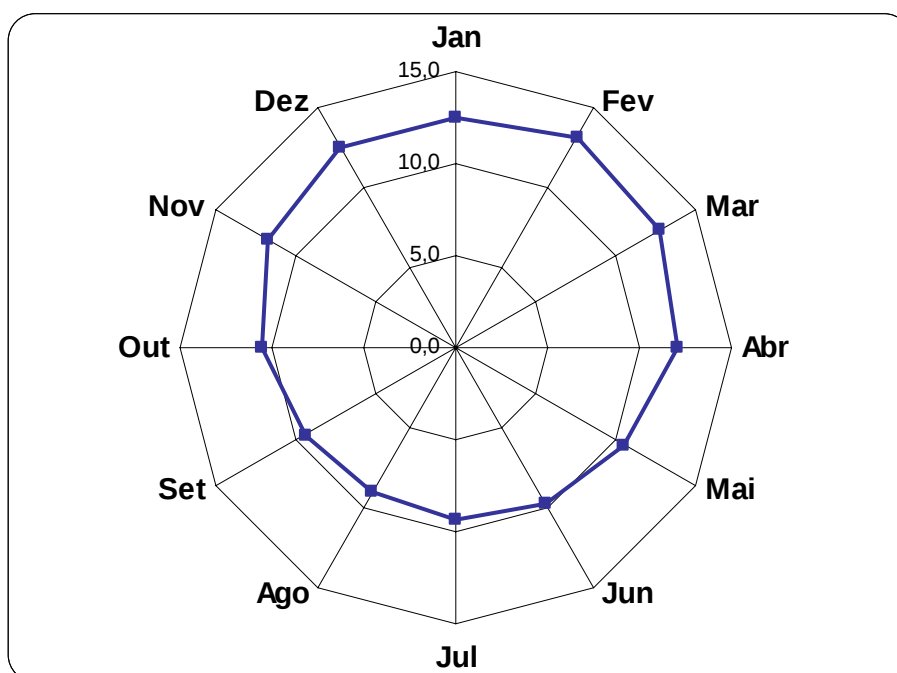
Climodiagrama referente à estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.

Valores normais da velocidade e frequência do vento, na estação climatológica de Ponta Delgada, relativos ao período de 1978 – 1990 (Fonte: IM).

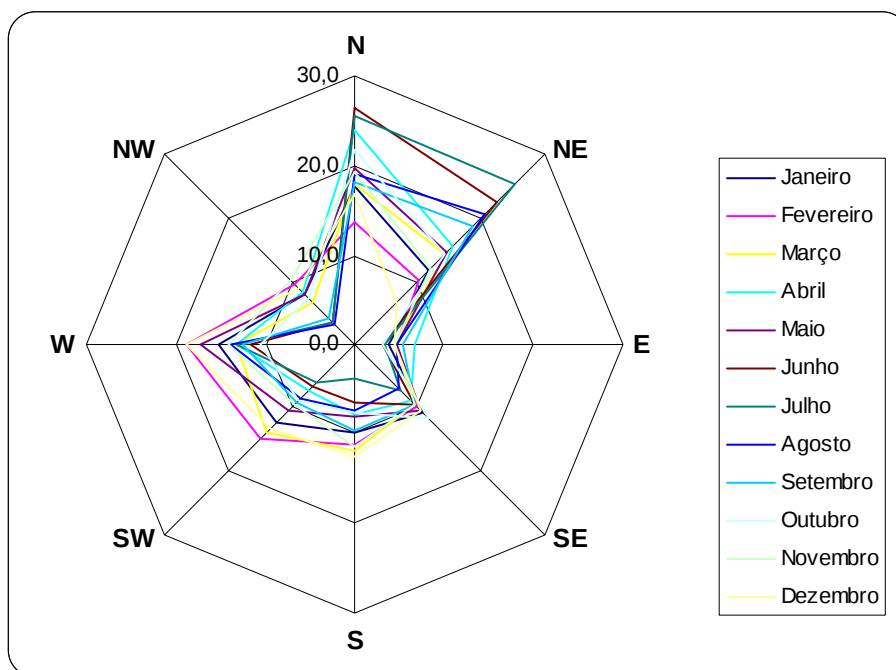
Mês	Vento																	
	Frequência, F (%) e Velocidade Média, V (km/h) por rumo																	
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		O	V
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	(km/h)
Janeiro	17,6	13,1	11,8	14,1	3,9	12,5	10,8	14,9	9,9	10,6	12,3	12,3	15,2	11,6	8,1	10,4	10,5	12,5
Fevereiro	13,6	11,9	10,0	12,8	4,8	14,7	9,8	13,8	11,3	14,2	14,8	14,6	18,9	15,0	9,6	12,0	7,2	13,1
Março	17,8	13,6	14,2	15,0	4,4	11,9	9,4	12,6	11,8	11,1	13,9	13,3	13,1	12,4	6,4	9,3	9,0	12,8
Abril	23,9	12,9	15,4	12,6	6,7	11,4	8,8	13,9	7,9	12,1	7,3	12,6	13,2	13,2	8,2	11,1	8,7	12,1
Maio	19,6	11,7	14,6	12,6	4,6	11,0	10,4	12,2	8,1	10,0	10,2	10,8	17,3	10,7	8,0	9,5	7,3	10,5
Junho	26,4	11,9	22,4	12,8	3,2	9,6	9,6	10,0	6,5	8,5	6,8	10,8	11,7	10,2	3,3	8,8	10,2	9,8
Julho	25,6	11,2	25,2	12,3	3,4	9,6	7,1	10,5	3,9	9,1	6,1	10,2	13,1	9,6	3,3	7,5	12,4	9,3
Agosto	19,1	10,3	20,7	10,8	4,6	10,5	6,9	8,8	7,4	9,7	8,6	9,6	13,8	9,6	3,2	8,7	15,6	9,0
Setembro	18,1	11,1	18,5	12,9	5,4	11,2	9,6	11,2	9,7	8,9	9,2	10,7	12,5	10,4	4,0	8,4	13,0	9,5
Outubro	21,8	11,7	14,2	13,9	3,2	10,2	11,7	13,6	7,6	10,6	8,8	10,9	10,6	11,0	7,1	9,3	15,1	10,5
Novembro	19,3	13,0	12,1	12,8	4,5	13,6	9,5	14,0	11,4	12,2	9,3	11,8	14,1	12,1	10,1	10,1	9,6	11,7
Dezembro	16,7	11,4	6,4	13,1	4,4	17,1	10,4	14,0	12,5	13,1	13,1	14,6	18,7	14,8	9,0	12,2	8,6	12,5
Ano	20,0	12,0	15,5	12,8	4,4	12,4	9,5	12,6	8,9	11,1	10,0	12,2	14,4	11,9	6,7	10,2	10,6	11,1



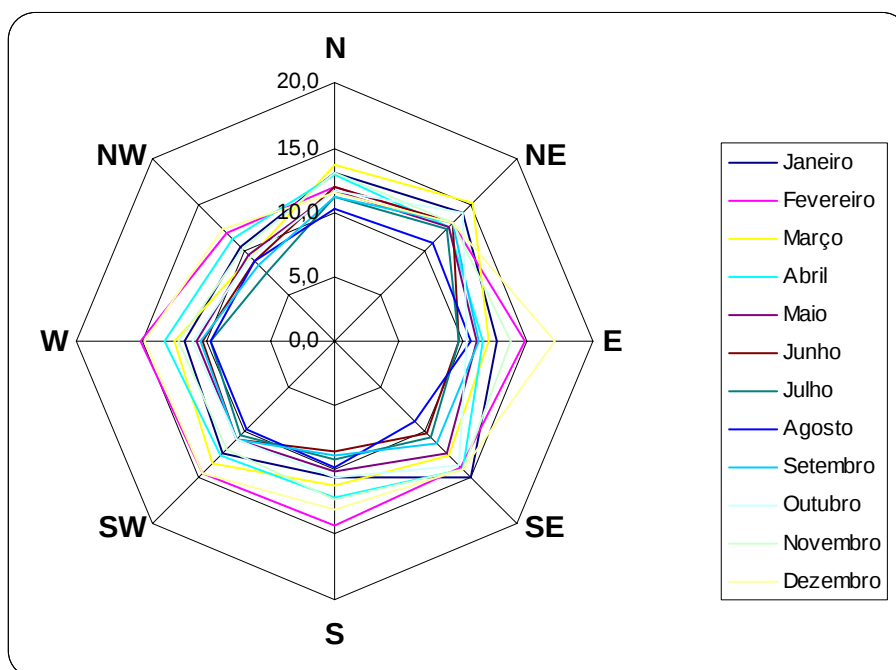
Valores médios da frequência e velocidade média do vento, por rumo, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.



Valores médios da velocidade do vento, no mês, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.



Valores médios da frequência por rumo, no mês, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.

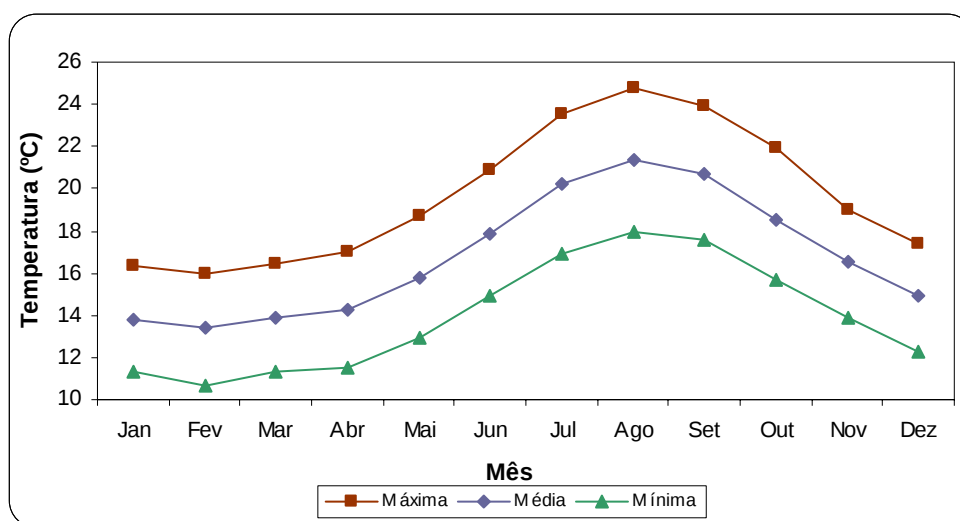


Valores médios da velocidade do vento, por rumo e no mês, na estação climatológica de Ponta Delgada, para o período de 1978 – 1990.

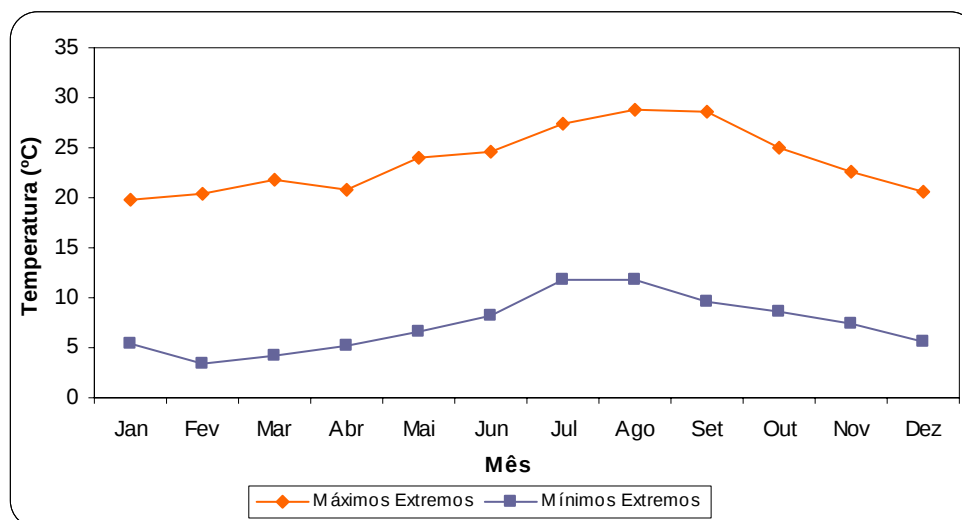
**II.1.2 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DA NORDELA****Latitude:** 37°44'N **Longitude:** 25°42'W **Altitude:** 71 m

Valores normais da temperatura na estação climatológica da Nordela, relativos ao período de 1970 – 1990 (Fonte: IM).

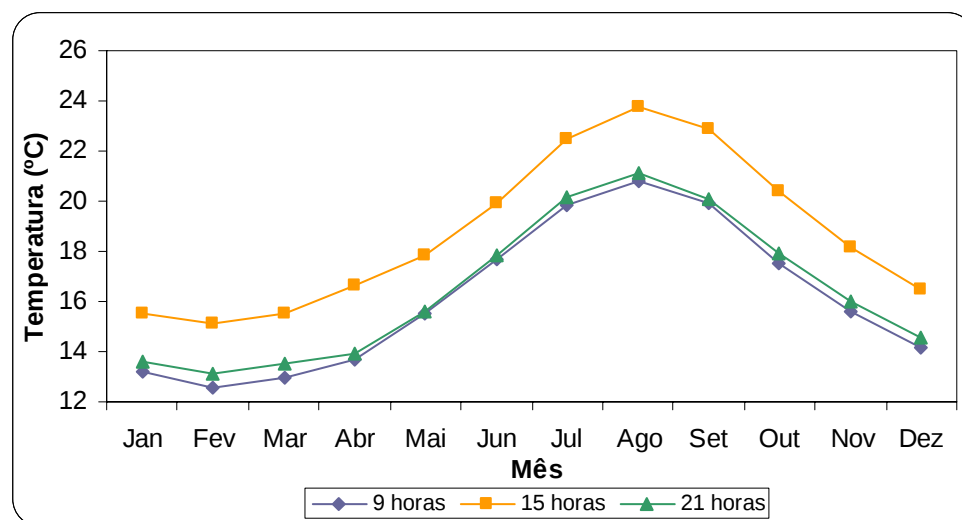
Mês	TEMPERATURA DO AR (°C)							
	Valores médios						Extremos	
	09h	15h	21h	Mês	Max	Min	Max	Min
Janeiro	13,2	15,5	13,6	13,8	16,3	11,3	19,8	5,4
Fevereiro	12,6	15,1	13,1	13,4	16,0	10,7	20,4	3,5
Março	13,0	15,5	13,5	13,9	16,4	11,3	21,9	4,2
Abril	13,7	16,1	13,9	14,3	17,0	11,5	20,8	5,3
Maio	15,5	17,8	15,6	15,8	18,7	12,9	24,0	6,6
Junho	17,7	19,9	17,8	17,9	20,9	14,9	24,7	8,3
Julho	19,8	22,5	20,2	20,2	23,5	16,9	27,4	11,9
Agosto	20,8	23,8	21,1	21,4	24,8	18,0	28,8	11,9
Setembro	19,9	22,9	20,1	20,7	23,9	17,6	28,6	9,6
Outubro	17,5	20,4	17,9	18,5	21,9	15,7	25,0	8,6
Novembro	15,6	18,2	16,0	16,5	19,0	13,9	22,7	7,4
Dezembro	14,2	16,5	14,6	14,9	17,4	12,3	20,7	5,7
Ano	16,1	18,7	16,5	16,8	19,6	13,9	28,8	13,5



Valores médios da temperatura, no mês, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990.



Valores extremos da temperatura no mês, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990.

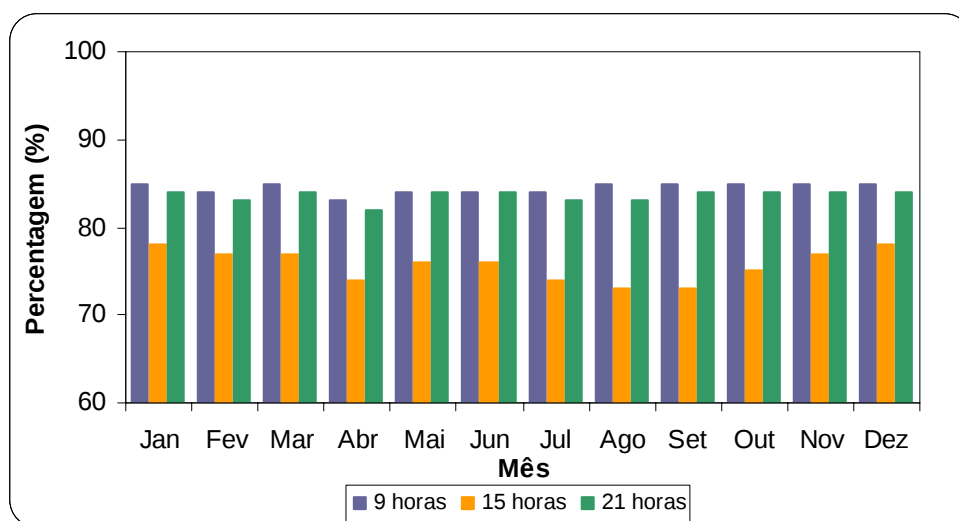


Valores da temperatura no mês, às 09, 15 e 21 horas, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990.

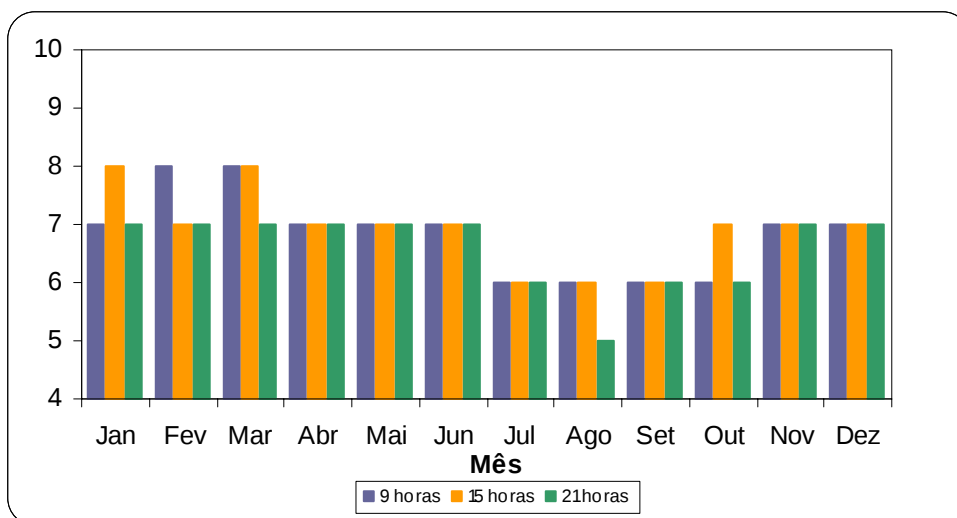


Valores normais da humidade relativa, nebulosidade e precipitação, na estação climatológica da Nordela, relativos ao período de 1970 – 1990 (Fonte: IM).

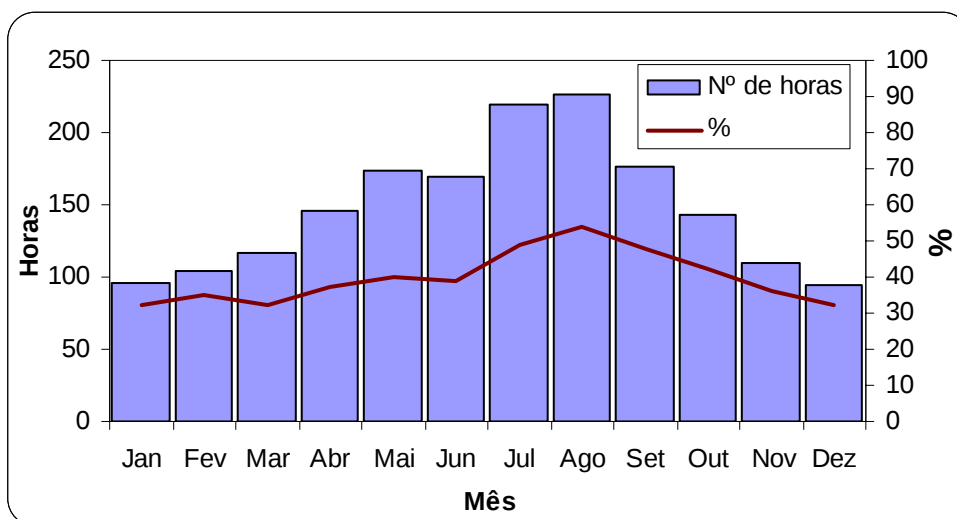
Mês	Humidade Rel. Média %			Nebul. Tot. Média (0 - 10)			Insolação Média		Precipitação	
							Total		Média Total	Máxima Diária
	09h	15h	21h	09h	15h	21h	(h)	(%)	(mm)	(mm)
Janeiro	85,0	78,0	84,0	7,0	8,0	7,0	96,2	32,0	118,0	145,2
Fevereiro	84,0	77,0	83,0	8,0	7,0	7,0	104,6	35,0	90,2	41,1
Março	85,0	77,0	84,0	R	8,0	7,0	116,9	32,0	96,2	63,3
Abril	83,0	74,0	82,0	7,0	7,0	7,0	145,5	37,0	72,3	37,4
Maio	84,0	76,0	84,0	7,0	7,0	7,0	173,6	40,0	62,7	165,7
Junho	84,0	76,0	84,0	7,0	7,0	7,0	169,2	39,0	39,0	41,2
Julho	84,0	74,0	83,0	6,0	6,0	6,0	219,5	49,0	29,6	35,3
Agosto	85,0	73,0	83,0	6,0	6,0	5,0	226,0	54,0	45,0	66,8
Setembro	85,0	73,0	84,0	6,0	6,0	6,0	176,3	48,0	94,4	56,4
Outubro	85,0	75,0	84,0	6,0	7,0	61,0	142,6	42,0	99,4	84,5
Novembro	85,0	77,0	84,0	7,0	7,0	71,0	109,5	36,0	129,0	91,1
Dezembro	85,0	78,0	84,0	7,0	7,0	7,0	94,3	32,0	118,2	73,0
Ano	85,0	76,0	84,0	7,0	7,0	6,0	1774,2	40,0	994,0	165,7



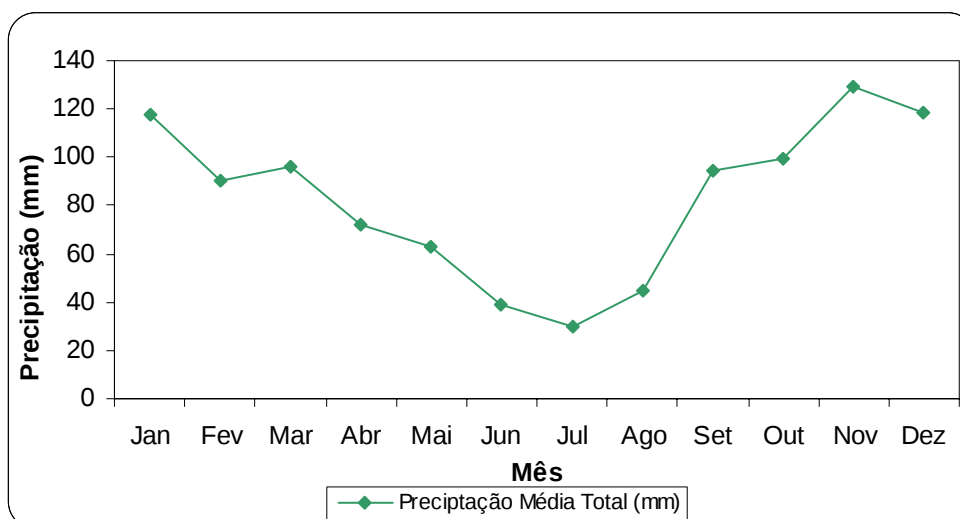
Valores médios da humidade relativa às 09, 15 e 21 horas, no mês, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990.



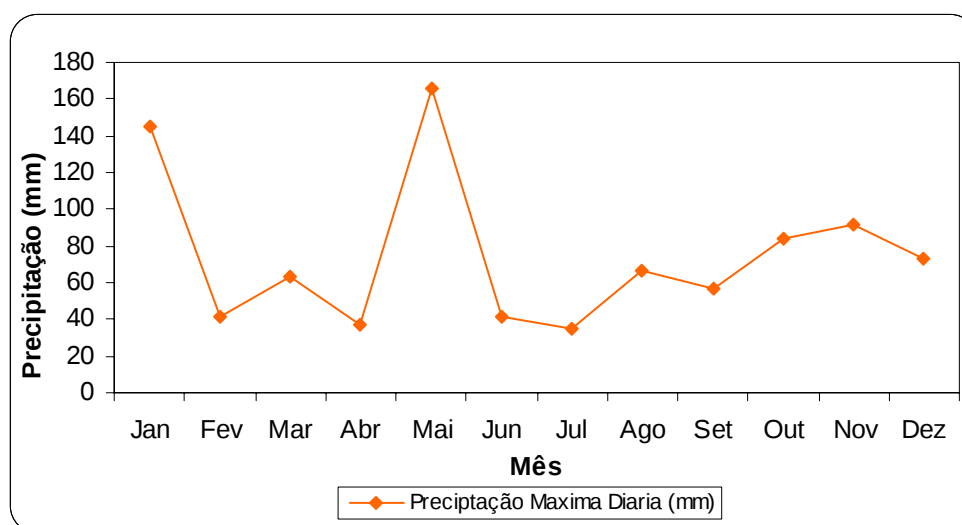
Valores médios mensais da nebulosidade às 9, 15 e 21 horas, na estação climatológica da Nordela, relativos ao período de 1970 – 1990



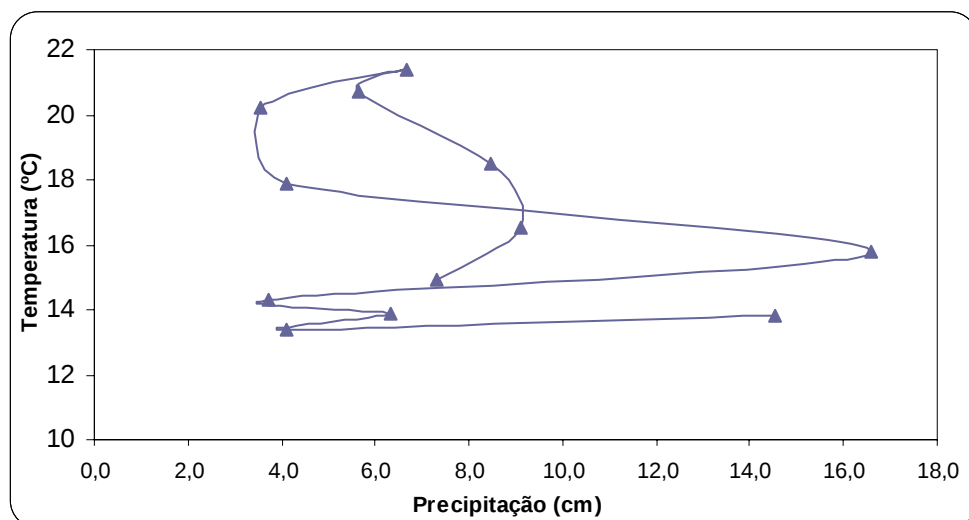
Valores médios mensais da humidade relativa, às 9, 15 e 21 horas, na estação climatológica da Nordela, relativos ao período de 1970 – 1990.



Valores médios da precipitação total, no mês, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990 (Fonte: IM).



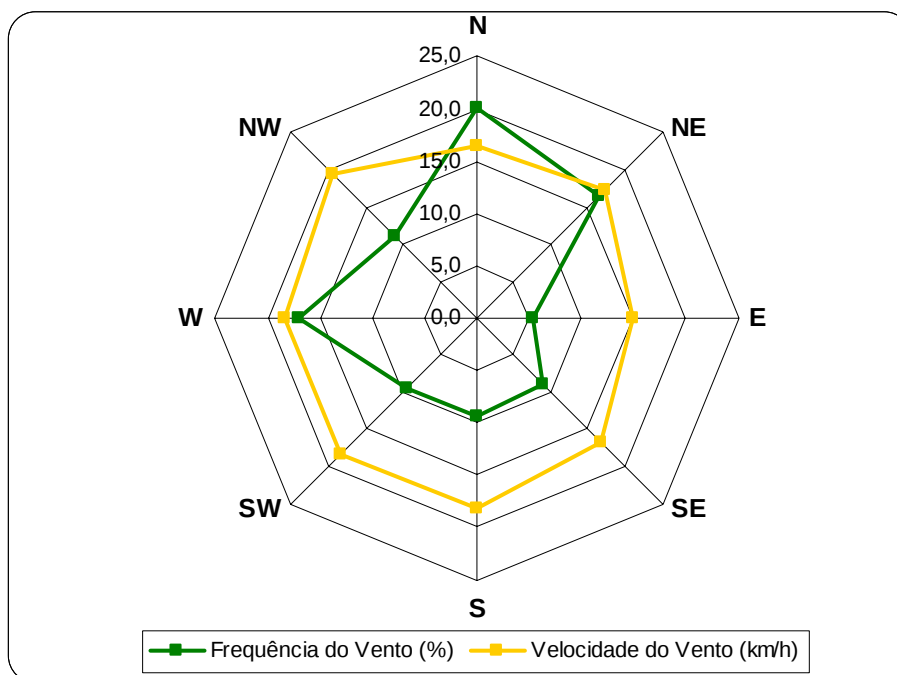
Valores médios da precipitação máxima diária, no mês, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990 (Fonte: IM).



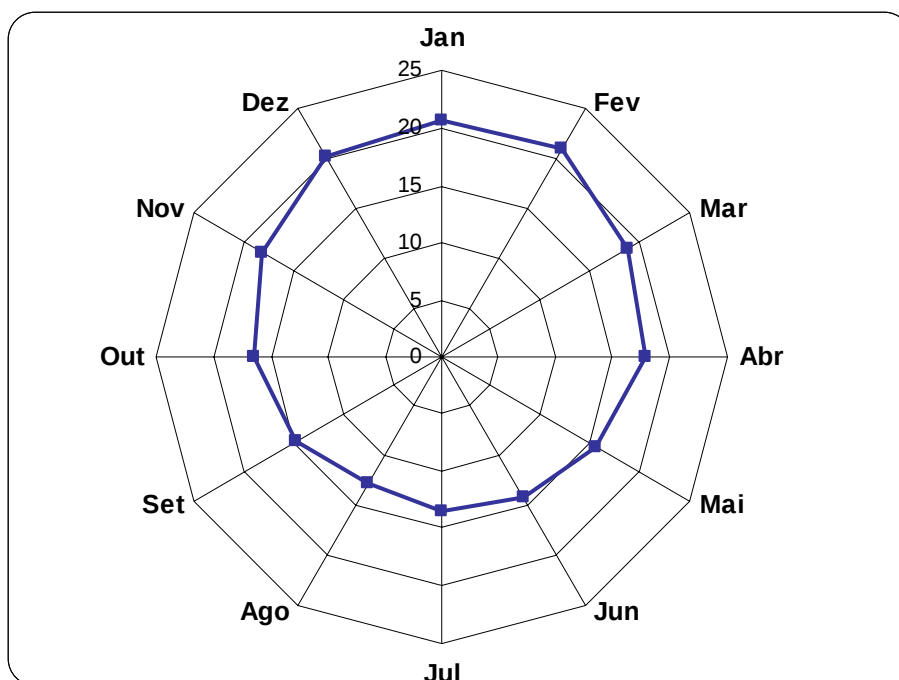
Climodiagrama referente à estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990.

Valores normais da velocidade e frequência do vento, na estação climatológica da Nordela, relativos ao período de 1970 – 1990 (Fonte: IM).

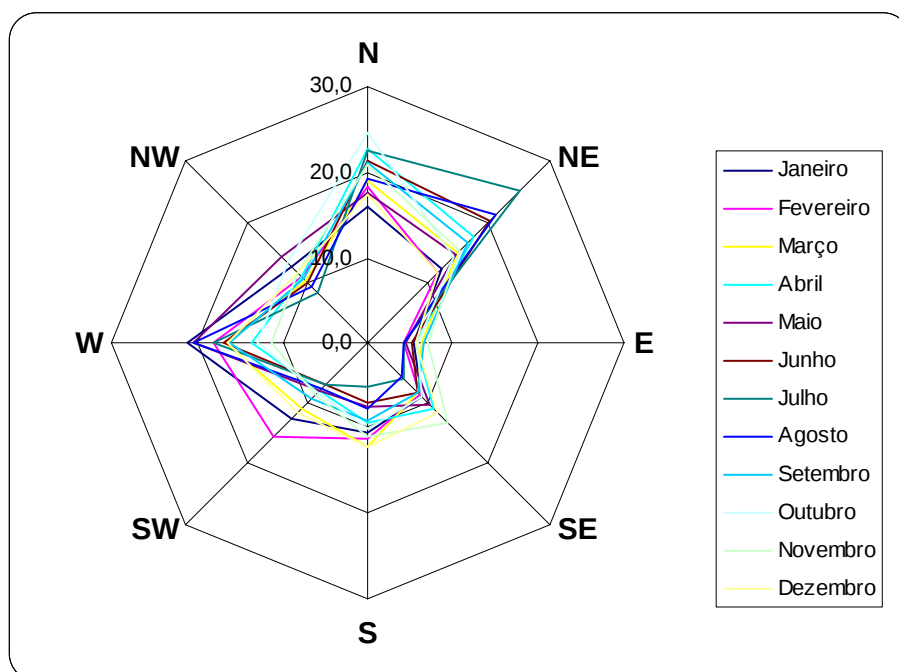
Mês	Vento																	
	Frequência, F (%) e Velocidade Média, V (km/h) por rumo																	
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		O	V
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	(km/h)
Janeiro	15,9	16,4	12,2	18,5	5,5	16,3	8,9	19,8	10,5	22,0	12,7	23,7	21,1	23,6	12,6	25,3	0,7	20,7
Fevereiro	18,3	18,3	11,5	18,3	4,3	16,4	8,6	17,9	11,3	24,1	15,7	23,0	18,1	24,5	11,1	25,0	1,1	20,9
Março	19,1	18,9	14,8	19,0	6,3	17,5	8,2	17,7	12,1	20,4	11,1	19,8	16,7	20,0	10,2	20,1	1,6	18,7
Abril	22,7	18,4	17,5	17,8	5,7	16,5	10,7	18,1	9,4	18,2	7,9	16,4	13,6	18,2	11,0	21,1	1,5	17,8
Maio	17,5	17,8	14,6	16,9	4,5	12,9	10,2	15,5	7,6	14,9	8,0	14,9	20,3	16,6	14,2	18,8	3,2	15,6
Junho	21,4	17,0	20,1	16,9	5,2	12,5	8,3	12,0	7,0	12,5	7,1	12,6	16,9	15,4	10,0	17,0	3,8	14,2
Julho	22,4	16,1	25,4	16,8	4,3	11,6	6,0	11,4	5,1	10,3	6,7	12,0	18,1	13,1	8,2	13,8	3,7	13,4
Agosto	19,2	13,6	21,4	15,6	4,2	10,7	5,7	11,5	7,7	13,3	7,8	12,4	20,4	12,9	9,2	13,2	4,3	12,8
Setembro	21,2	14,6	16,7	16,1	6,5	13,0	8,3	14,0	9,2	14,5	9,3	14,5	16,2	16,6	10,5	14,5	2,0	14,7
Outubro	24,6	16,1	14,2	16,8	5,8	14,0	9,0	16,6	10,1	17,6	8,1	17,6	13,0	18,0	13,3	17,9	1,8	16,4
Novembro	20,8	15,4	15,2	17,7	7,0	15,5	13,4	19,7	11,0	21,7	8,6	20,5	11,2	19,1	11,7	20,8	1,1	18,2
Dezembro	17,4	15,8	11,8	19,2	5,6	18,7	11,4	20,4	12,2	20,7	11,8	23,3	16,5	23,7	11,8	23,9	1,5	20,1
Ano	20,1	16,5	16,4	17,3	5,4	14,8	9,0	16,7	9,4	18,2	9,5	18,4	16,9	18,3	11,1	19,5	2,2	17,0



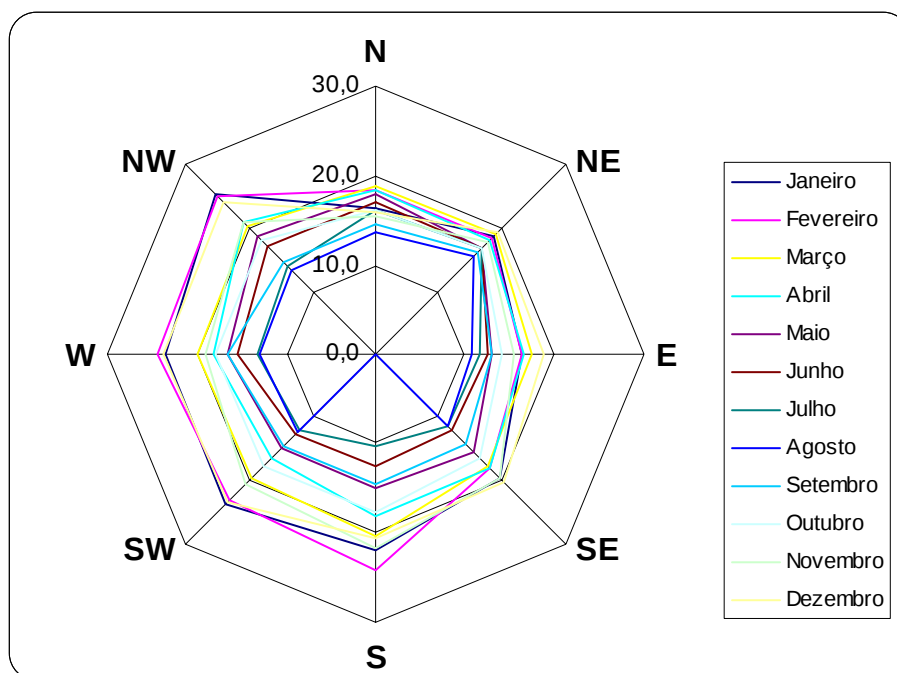
Valores médios da frequência e velocidade média do vento, por rumo, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990



Valores médios da velocidade do vento, no mês, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990.



Valores médios da frequência por rumo, no mês, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990.

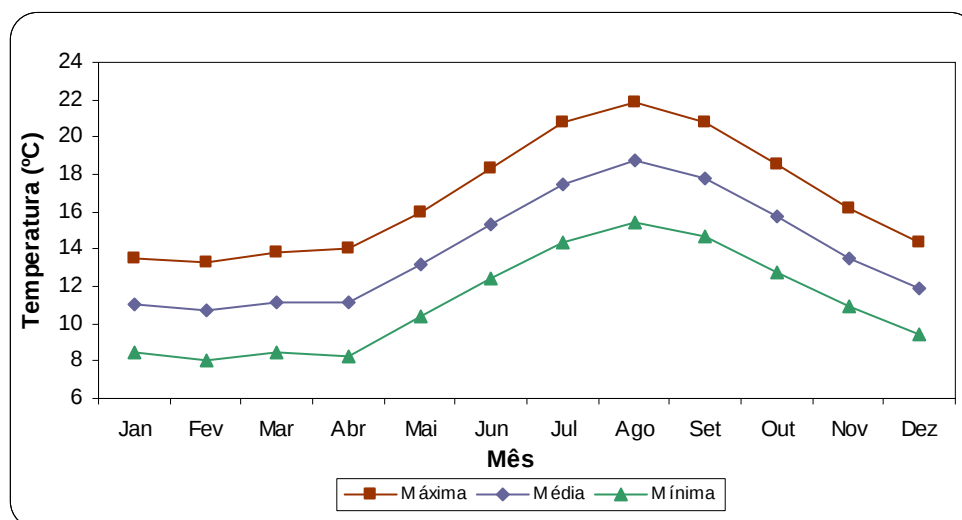


Valores médios da velocidade do vento, por rumo e no mês, na estação climatológica da Nordela, para o período de 1970 – 1990.

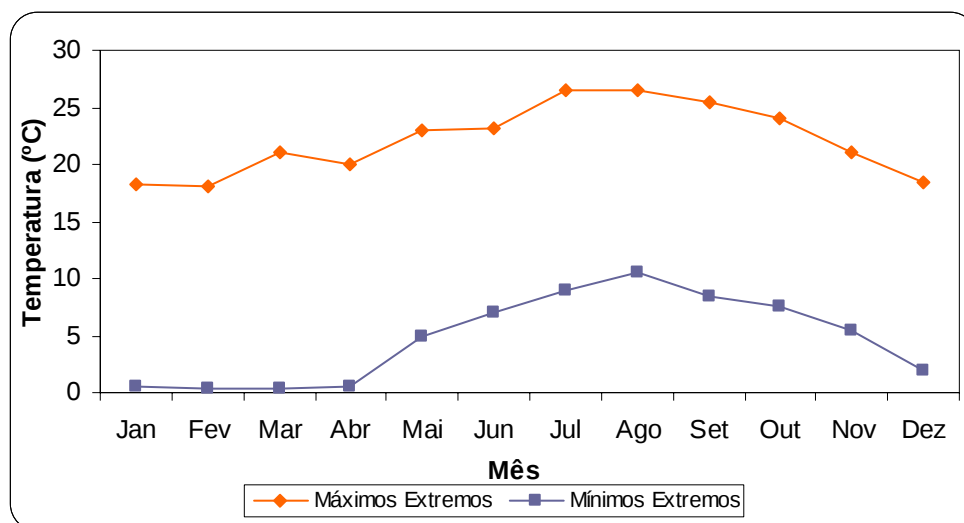
**II.1.3 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DO CERRADO DOS BEZERROS****Latitude:** 37°45'N **Longitude:** 25°22'W **Altitude:** 440 m

Valores normais da temperatura do ar na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, relativos ao período de 1973 – 1990 (Fonte: IM).

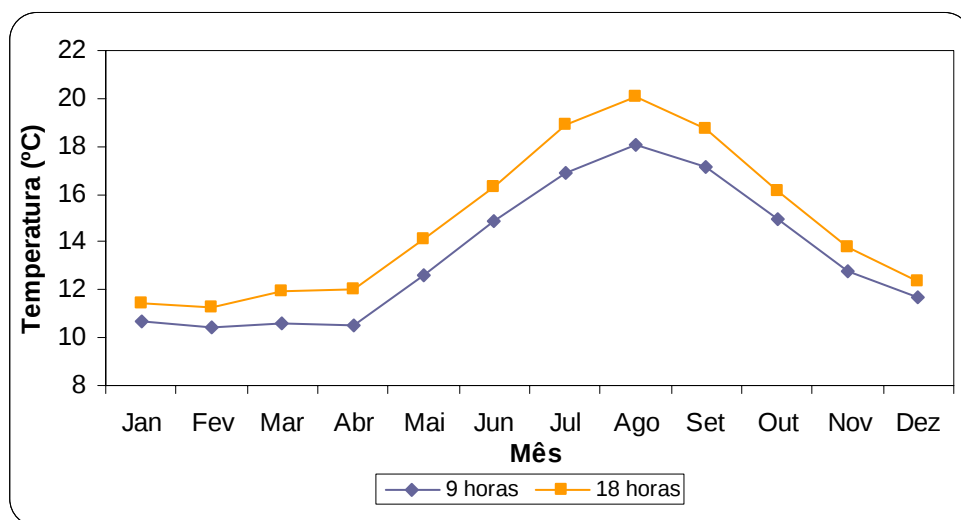
Mês	TEMPERATURA DO AR (°C)						
	Valores médios					Extremos	
	09h	18h	Mês	Max	Min	Max	Min
Janeiro	10,7	11,4	11,0	13,5	8,5	18,2	0,6
Fevereiro	10,4	11,3	10,7	13,3	8,0	18,0	0,3
Março	10,6	11,9	11,1	13,8	8,5	21,0	0,3
Abril	10,5	12,0	11,1	14,0	8,3	20,0	0,5
Maio	12,6	14,1	13,2	16,0	10,4	23,0	5,0
Junho	14,9	16,3	15,3	18,3	12,4	23,2	7,0
Julho	16,9	18,9	17,5	20,8	14,4	26,5	9,0
Agosto	18,1	20,1	18,8	21,9	15,4	26,5	10,5
Setembro	17,1	18,7	17,8	20,8	14,7	25,5	8,5
Outubro	15,0	16,1	15,7	18,5	12,8	24,0	7,5
Novembro	12,8	13,8	13,5	16,2	10,9	21,0	5,5
Dezembro	11,7	12,4	11,9	14,4	9,4	18,5	2,0
Ano	13,4	14,8	14,0	16,8	11,1	26,5	0,3



Valores médios da temperatura, no mês, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990.



Valores extremos da temperatura no mês, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990.

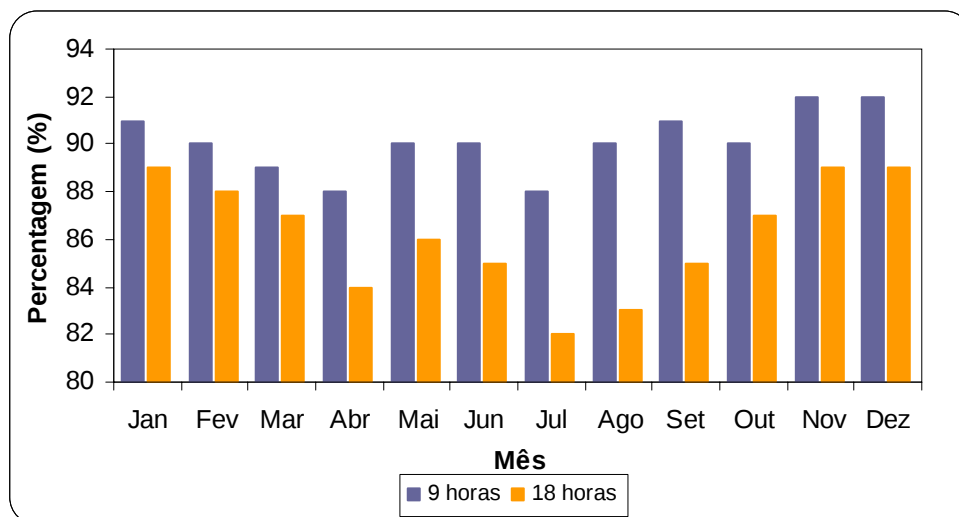


Valores da temperatura no mês, às 09 e 18 horas, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990.

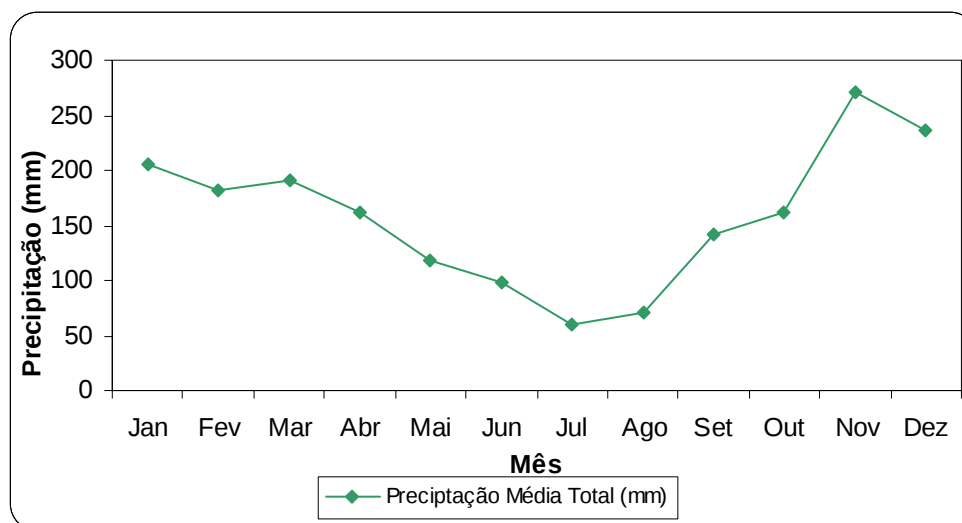


Valores normais da humidade relativa e precipitação na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, relativos ao período de 1973 – 1990 (Fonte: IM).

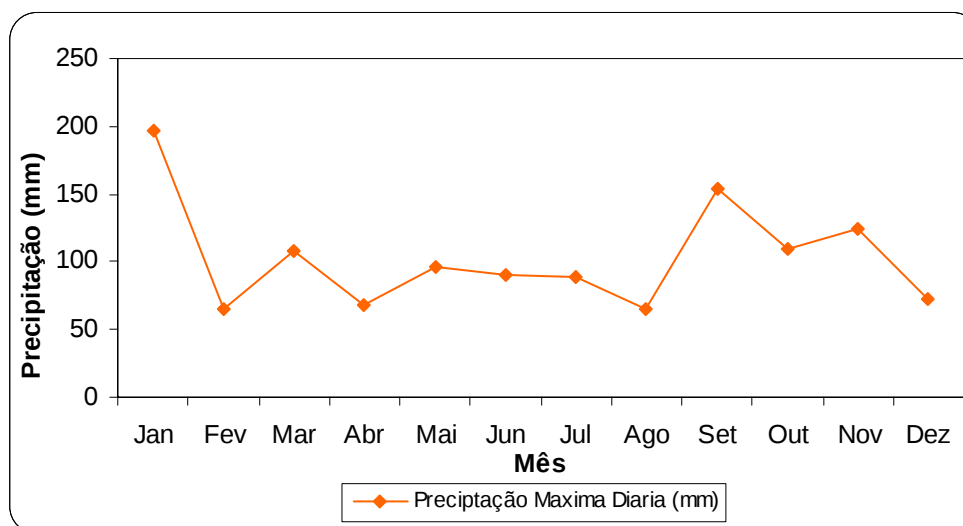
Mês	Humidade Rel. Média %		Precipitação	
	09h	18h	Média Total (mm)	Máxima Diária (mm)
Janeiro	91,0	89,0	205,2	196,7
Fevereiro	90,0	88,0	181,8	64,9
Março	89,0	87,0	190,7	108,0
Abril	88,0	84,0	162,7	68,5
Maio	90,0	86,0	117,6	96,2
Junho	90,0	85,0	98,0	90,4
Julho	88,0	82,0	59,6	88,2
Agosto	90,0	83,0	71,8	64,4
Setembro	91,0	85,0	141,9	154,2
Outubro	90,0	87,0	162,4	109,7
Novembro	92,0	89,0	271,6	124,5
Dezembro	92,0	89,0	237,0	72,2
Ano	90,0	86,0	1900,3	196,7



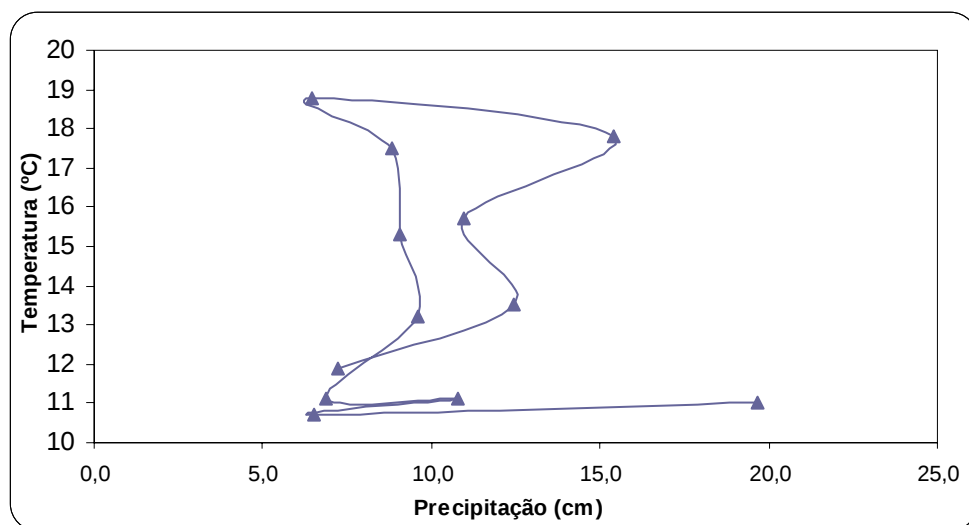
Valores médios mensais da humidade relativa, às 9 e 18 horas, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, relativos ao período de 1973 – 1990.



Valores médios da precipitação total, no mês, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990 (Fonte: IM).



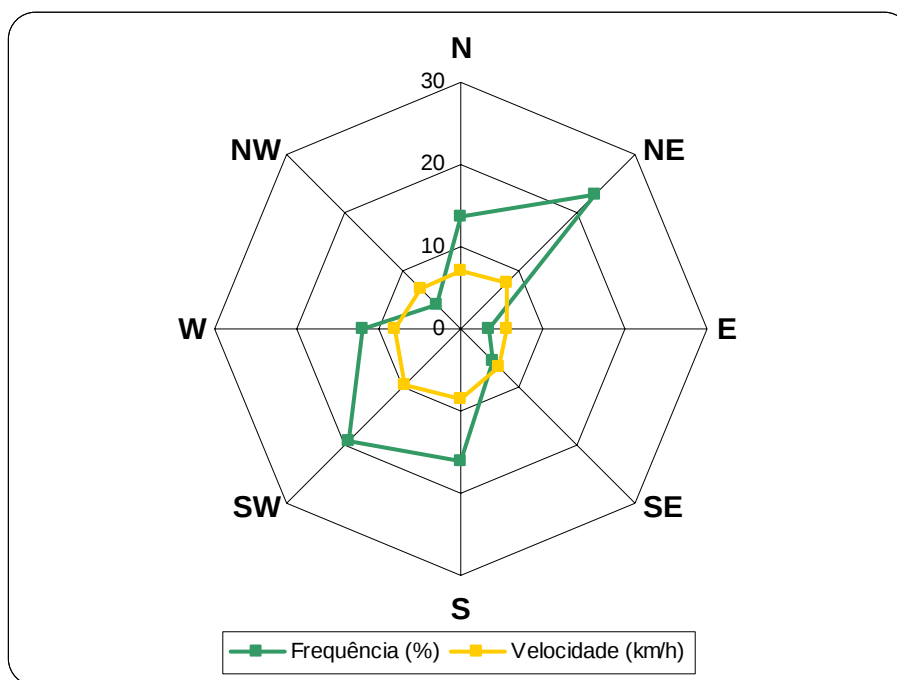
Valores médios da precipitação máxima diária, no mês, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990 (Fonte: IM).



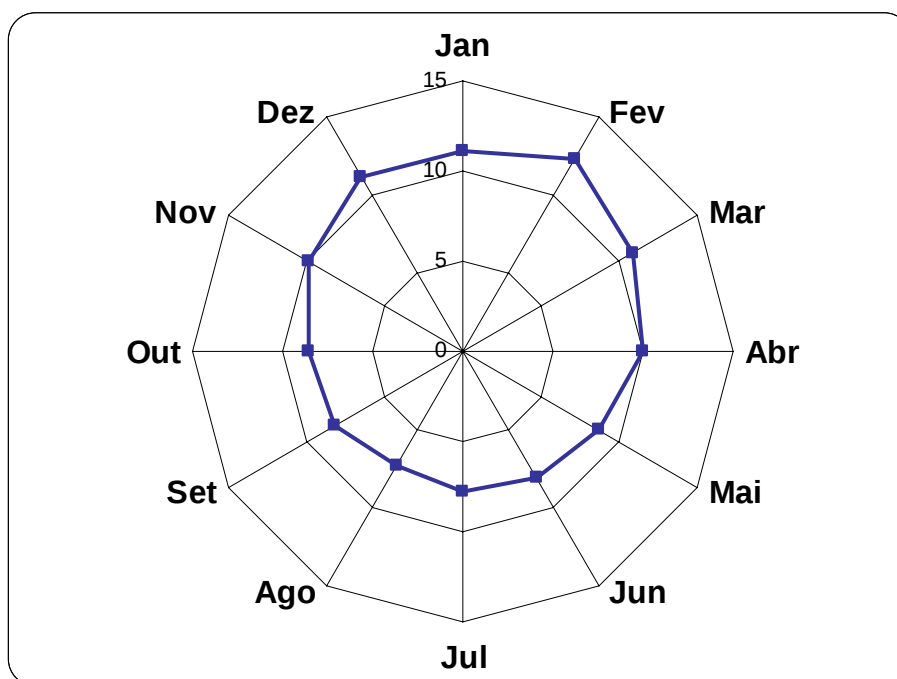
Climodiagrama referente à estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990.

Valores normais da velocidade e frequência do vento, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, relativos ao período de 1973 – 1990 (Fonte: IM).

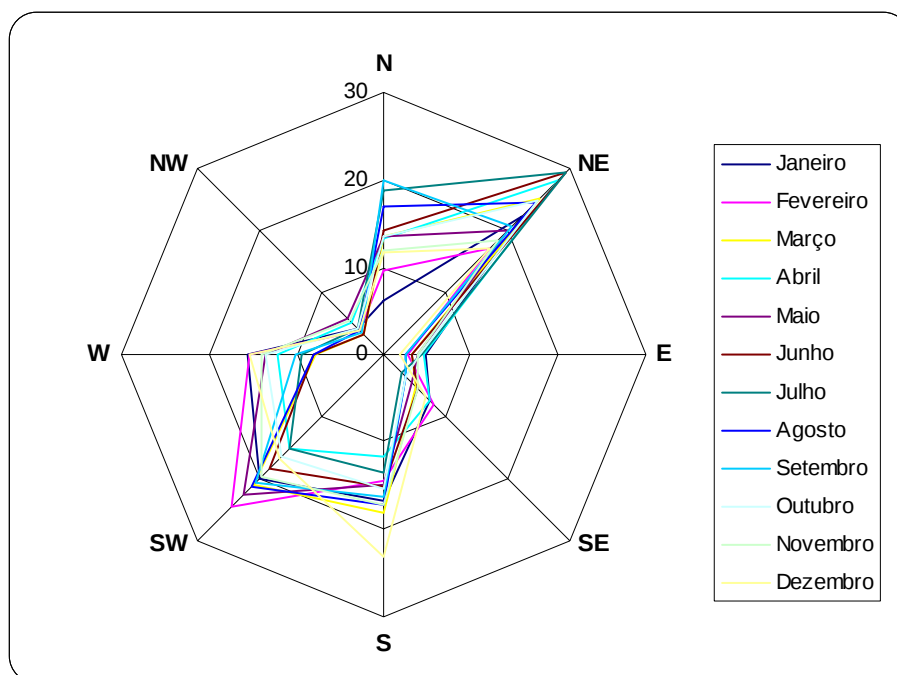
Mês	Vento																		
	Frequência, F (%) e Velocidade Média, V (km/h) por rumo																		
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		O		V
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	(km/h)
Janeiro	6,1	7,5	22,5	8,0	4,7	6,1	7,4	6,2	16,8	9,3	19,9	9,3	15,6	8,6	4,4	7,8	2,6	11,1	
Fevereiro	9,6	7,9	17,1	9,5	2,8	5,4	8,2	8,3	14,4	10,0	24,8	13,0	15,3	9,6	3,9	8,9	4,0	12,3	
Março	13,4	7,2	25,5	8,9	3,1	7,1	5,1	5,6	18,1	10,2	21,1	11,1	7,8	8,2	3,1	6,6	2,7	10,9	
Abril	13,2	7,7	28,2	8,3	4,6	6,8	7,5	7,5	11,7	10,5	15,2	9,5	12,1	8,4	5,2	7,1	2,2	10,0	
Maio	13,5	6,9	20,1	8,1	3,8	6,4	4,6	6,6	14,9	7,0	22,6	8,2	13,6	7,6	5,7	74,0	1,3	8,7	
Junho	14,3	7,0	29,6	8,2	3,3	5,4	5,6	5,6	15,2	6,8	18,5	7,9	8,1	6,4	3,1	6,0	2,4	8,1	
Julho	18,7	6,9	29,3	7,9	4,3	5,3	3,0	4,9	13,6	5,8	15,2	7,1	9,3	5,9	4,1	5,4	2,6	7,8	
Agosto	16,9	5,5	24,4	7,3	2,5	4,2	3,4	4,3	17,2	6,4	21,2	7,2	8,1	6,0	3,8	5,1	2,4	7,3	
Setembro	19,9	6,8	20,8	7,5	2,5	5,2	3,6	7,1	16,2	7,7	20,6	9,4	10,0	6,8	3,5	6,4	2,8	8,2	
Outubro	13,6	7,2	25,0	7,5	4,1	4,2	3,7	4,9	15,4	8,4	16,4	9,0	13,5	7,5	4,2	6,6	4,2	8,6	
Novembro	12,0	7,5	18,4	8,3	3,8	4,8	5,6	7,5	17,2	10,0	19,8	10,1	13,9	7,5	5,4	8,0	3,9	9,9	
Dezembro	11,7	8,0	17,1	8,5	1,9	5,8	6,7	7,1	23,2	9,9	16,7	9,4	15,4	10,2	3,9	5,7	3,4	11,2	
Ano	13,6	7,1	23,2	8,1	3,5	5,6	5,3	6,5	16,2	8,6	19,3	9,4	11,9	8,0	4,2	6,8	2,9	9,5	



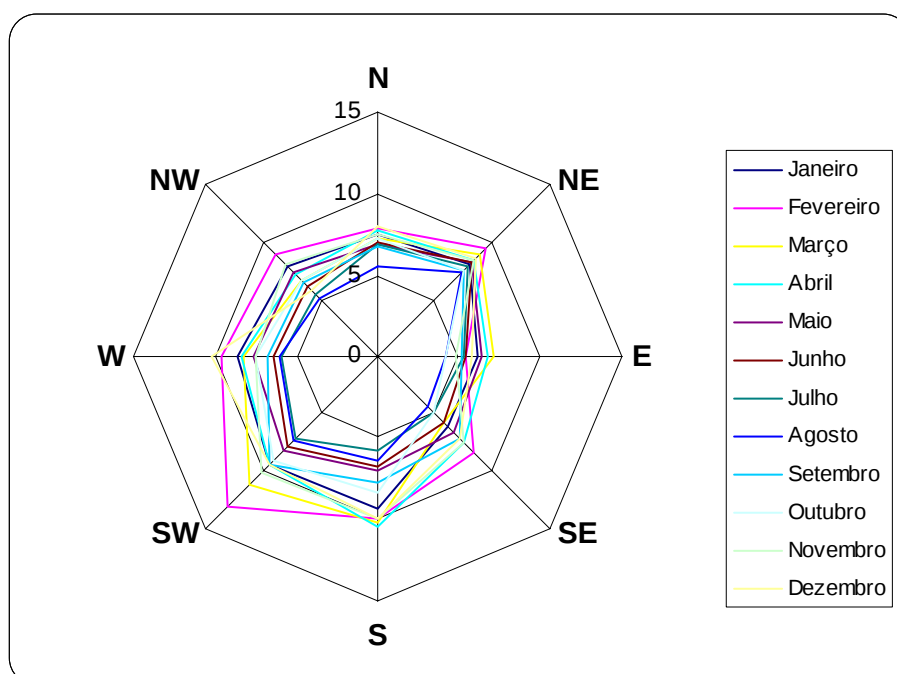
Valores médios da frequência e velocidade média do vento, por rumo, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990



Valores médios da velocidade do vento, no mês, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990.



Valores médios da frequência por rumo, no mês, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990.

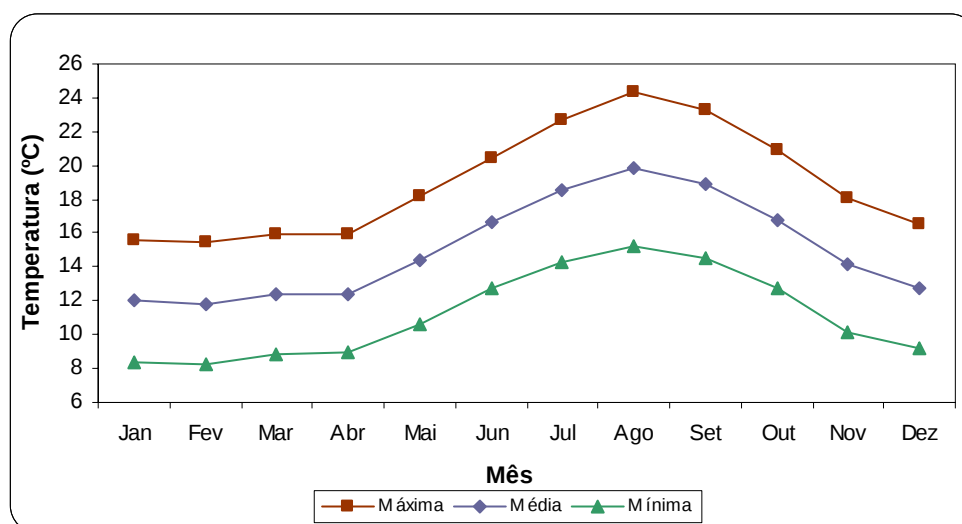


Valores médios da velocidade do vento, por rumo e no mês, na estação climatológica do Cerrado dos Bezerros, para o período de 1973 – 1990.

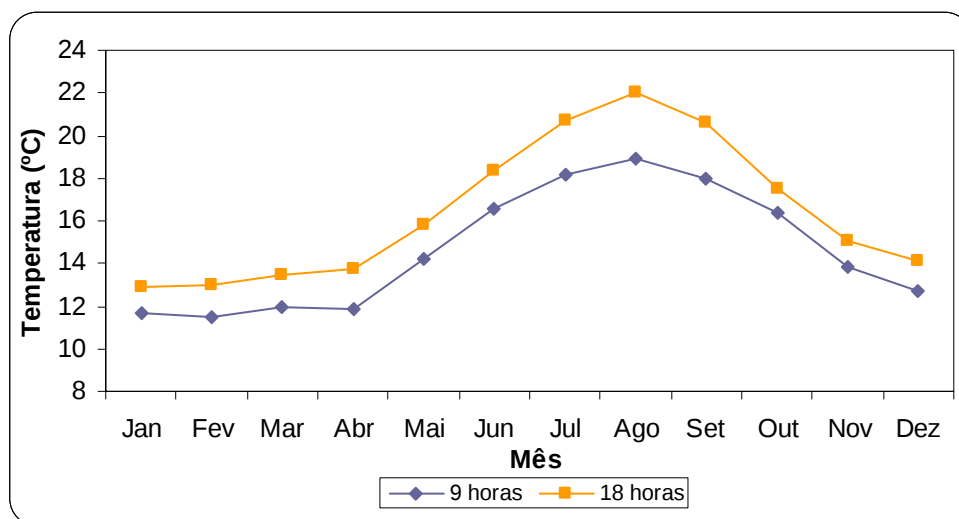
**II.1.4 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DAS FURNAS****Latitude:** 37°46'N **Longitude:** 25°19'W **Altitude:** 290 m

Valores normais da temperatura do ar na estação climatológica das Furnas, relativos ao período de 1979 – 1990 (Fonte: IM).

Mês	TEMPERATURA DO AR (°C)						
	Valores médios					Extremos	
	09h	18h	Mês	Max	Min	Max	Min
Janeiro	11,7	12,9	12,0	15,6	8,4	20,1	1,3
Fevereiro	11,5	13,0	11,8	15,5	8,2	19,5	0,8
Março	12,0	13,5	12,4	16,0	8,8	21,7	0,5
Abril	11,9	13,7	12,4	16,0	8,9	20,5	2,7
Maio	14,2	15,8	14,4	18,2	10,6	24,0	2,5
Junho	16,6	18,4	16,6	20,4	12,8	24,3	4,0
Julho	18,2	20,7	18,5	22,7	14,3	27,2	7,0
Agosto	18,9	22,0	19,8	24,3	15,2	28,5	7,0
Setembro	18,0	20,6	18,9	23,3	14,5	27,4	7,1
Outubro	16,4	17,5	16,8	20,9	12,7	24,9	5,5
Novembro	13,8	15,1	14,2	18,1	10,2	23,0	2,0
Dezembro	12,7	14,1	12,8	16,5	9,2	20,9	1,9
Ano	14,7	16,4	15,1	19,0	11,2	28,5	0,5



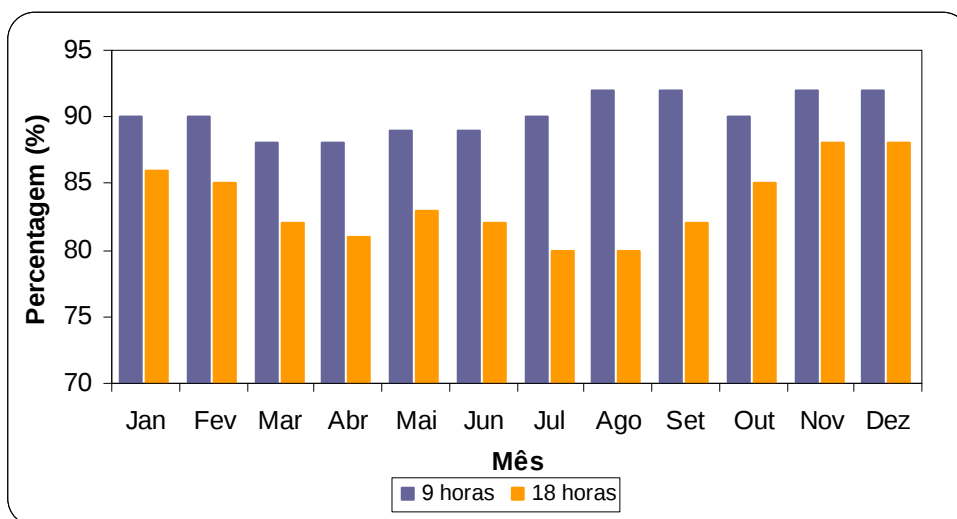
Valores médios da temperatura, no mês, na estação climatológica das Furnas, para o período de 1979 – 1990.



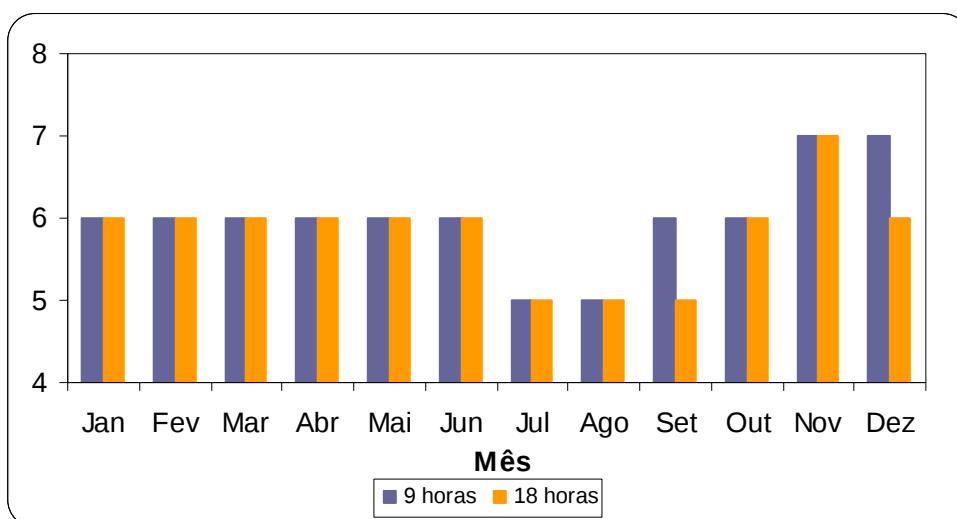
Valores da temperatura no mês, às 09 e 18 horas, na estação climatológica das Furnas, para o período de 1979 – 1990.

Valores normais da humidade relativa, nebulosidade e precipitação, na estação climatológica das Furnas, relativos ao período de 1979 – 1990 (Fonte: IM).

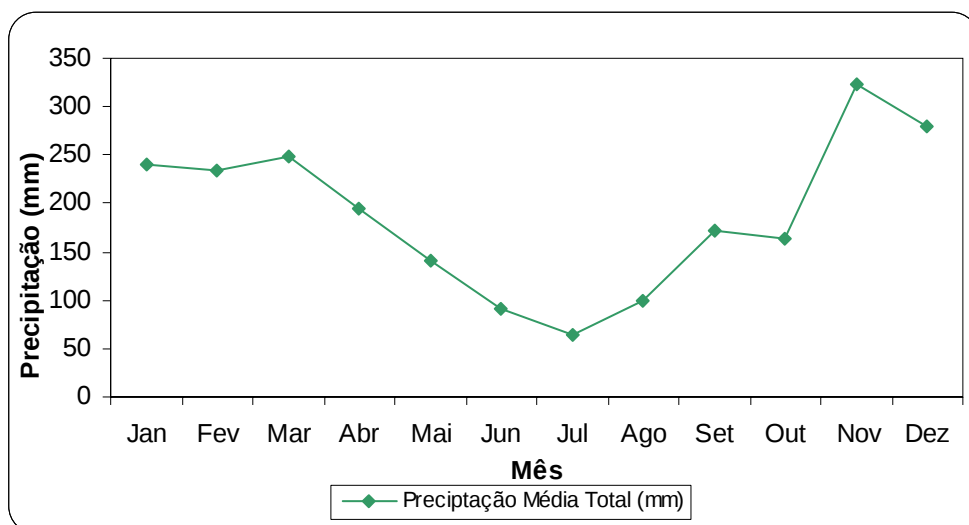
Mês	Humidade Rel. Média %		Nebul. Tot. Média (0 - 10)		Precipitação	
	09h	18h	09h	18h	Média Total (mm)	Máxima Diária (mm)
Janeiro	90,0	86,0	6,0	6,0	240,3	104,4
Fevereiro	90,0	85,0	6,0	6,0	234,2	123,8
Março	88,0	82,0	6,0	6,0	247,7	143,3
Abril	88,0	81,0	6,0	6,0	195,6	114,0
Maio	89,0	83,0	6,0	6,0	139,9	107,5
Junho	89,0	82,0	6,0	6,0	91,9	52,1
Julho	90,0	80,0	5,0	5,0	64,5	70,2
Agosto	92,0	80,0	5,0	5,0	98,5	67,5
Setembro	92,0	82,0	6,0	5,0	171,6	132,5
Outubro	90,0	85,0	6,0	6,0	163,9	80,2
Novembro	92,0	88,0	7,0	7,0	323,8	165,6
Dezembro	92,0	88,0	7,0	6,0	280,3	180,8
Ano	90,0	84,0	6,0	6,0	2252,2	180,8



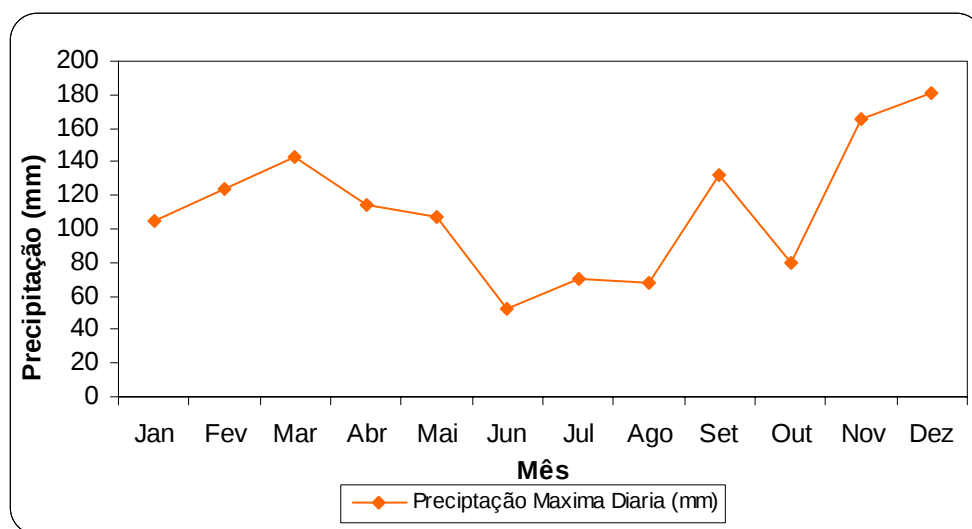
Valores médios mensais da humidade relativa, às 9 e 18 horas, na estação climatológica das Furnas, relativos ao período de 1979 – 1990.



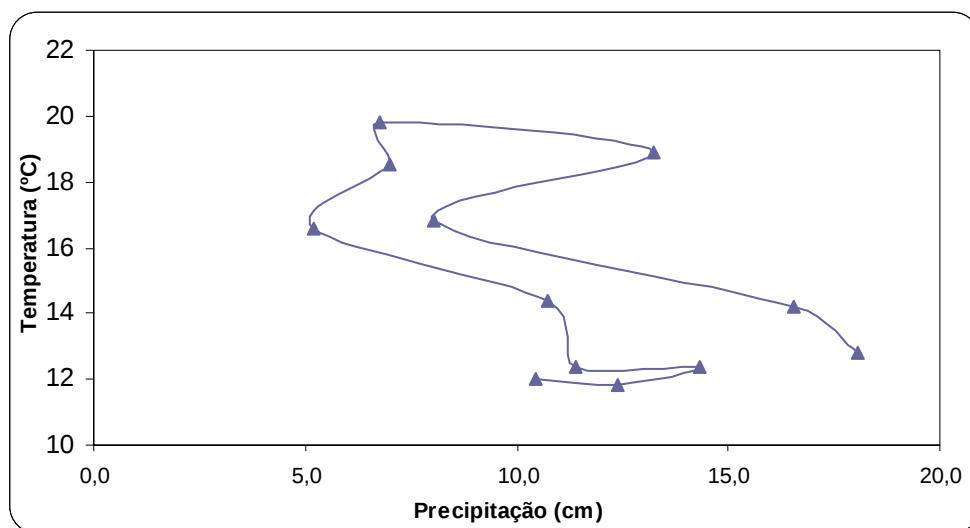
Valores médios mensais da nebulosidade às 9 e 18 horas, na estação climatológica das Furnas, relativos ao período de 1979 – 1990



Valores médios da precipitação total, no mês, na estação climatológica das Furnas, para o período de 1979 – 1990.



Valores médios da precipitação máxima diária, no mês, na estação climatológica das Furnas, para o período de 1978 – 1990.

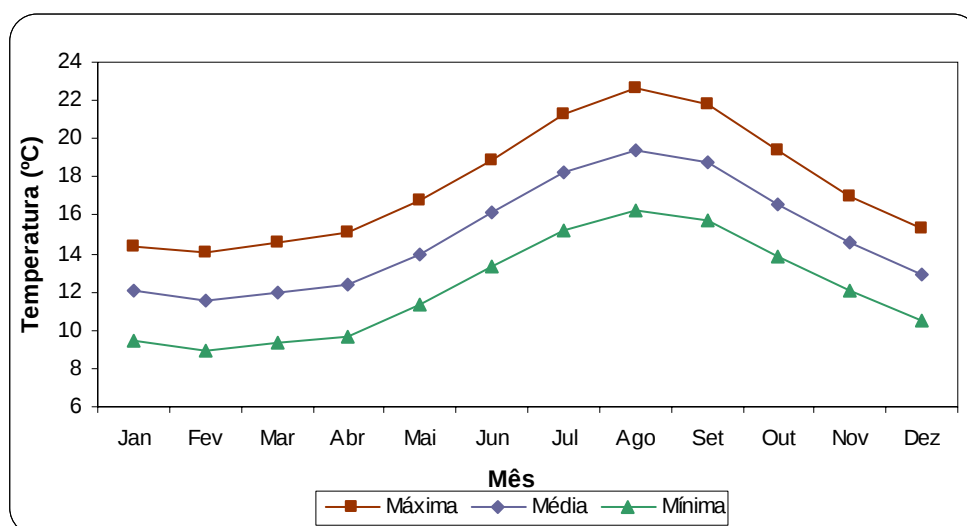


Climodiagrama referente à estação climatológica das Furnas, para o período de 1979 – 1990

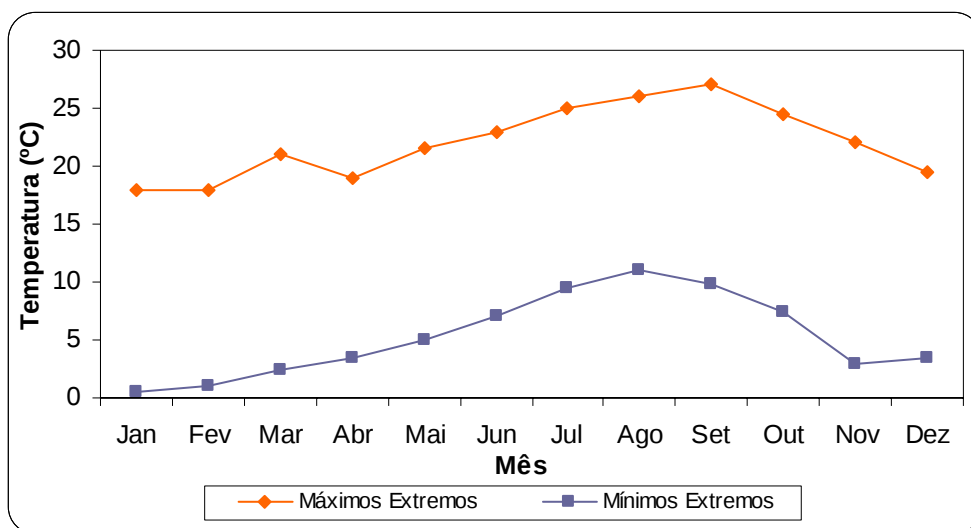
**II.1.5 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE CHÃ DA MACELA****Latitude:** 37°46'N **Longitude:** 25°32'W **Altitude:** 309 m

Valores normais da temperatura na estação climatológica de Chã da Macela relativos ao período de 1979 – 1990 (fonte: IM).

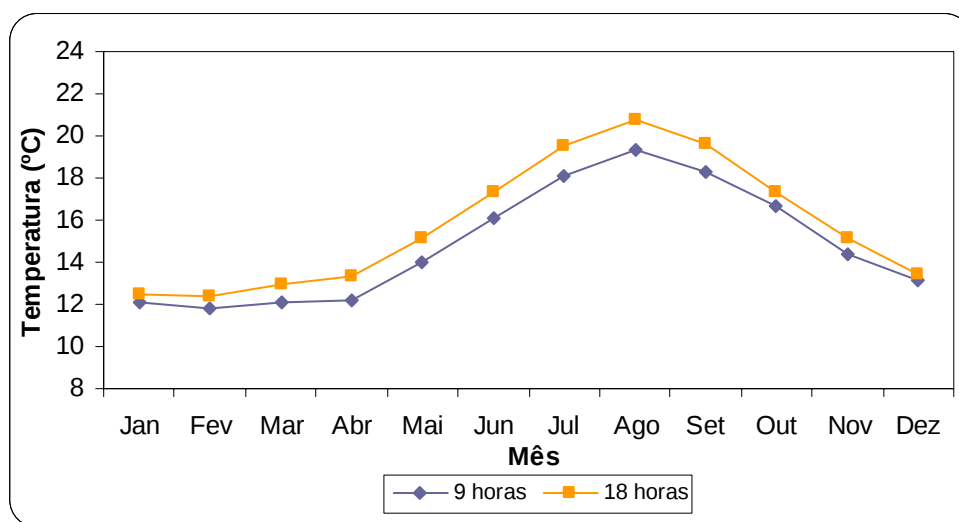
Mês	TEMPERATURA DO AR (°C)						
	Valores médios					Extremos	
	09h	18h	Mês	Max	Min	Max	Min
Janeiro	12,1	12,5	12,1	14,4	9,5	18,0	0,5
Fevereiro	11,8	12,4	11,5	14,1	8,9	18,0	1,0
Março	12,1	13,0	12,0	14,6	9,3	21,0	2,5
Abril	12,2	13,3	12,4	15,1	9,7	19,0	3,5
Maio	14,0	15,1	14,0	16,8	11,3	21,6	5,0
Junho	16,1	17,3	16,1	18,9	13,3	23,0	7,0
Julho	18,1	19,5	18,2	21,3	15,2	25,0	9,5
Agosto	19,3	20,8	19,4	22,6	16,3	26,0	11,0
Setembro	18,3	19,6	18,8	21,8	15,7	27,0	9,8
Outubro	16,7	17,3	16,6	19,4	13,9	24,5	7,5
Novembro	14,4	15,1	14,6	17,0	12,1	22,0	3,0
Dezembro	13,1	13,4	12,9	15,3	10,5	19,5	3,5
Ano	14,8	15,8	14,8	17,6	12,1	27,0	0,5



Valores médios da temperatura, no mês, na estação climatológica de Chã da Macela , para o período de 1979 – 1990.



Valores extremos da temperatura no mês, na estação climatológica de Chã da Macela, para o período de 1979 – 1990.

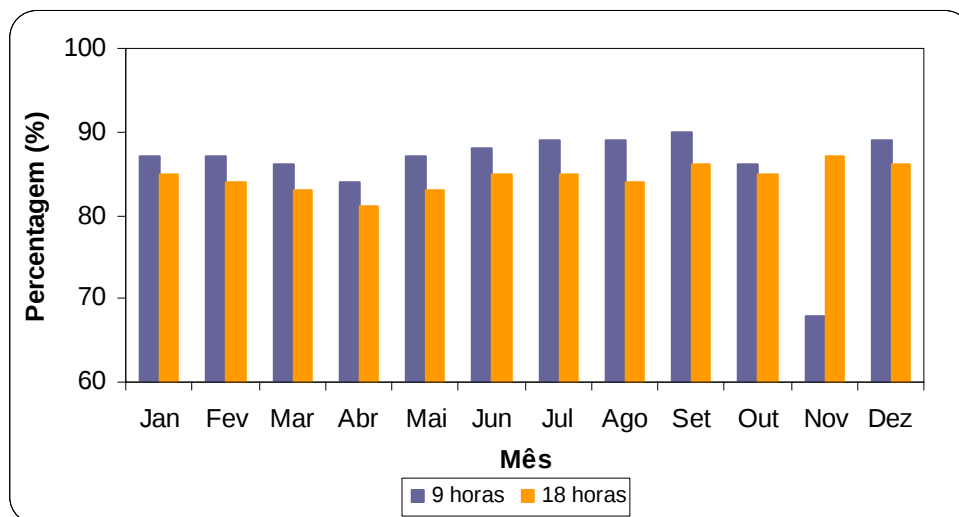


Valores em horas da temperatura no mês, na estação climatológica de Chã da Macela, para o período de 1979 – 1990.

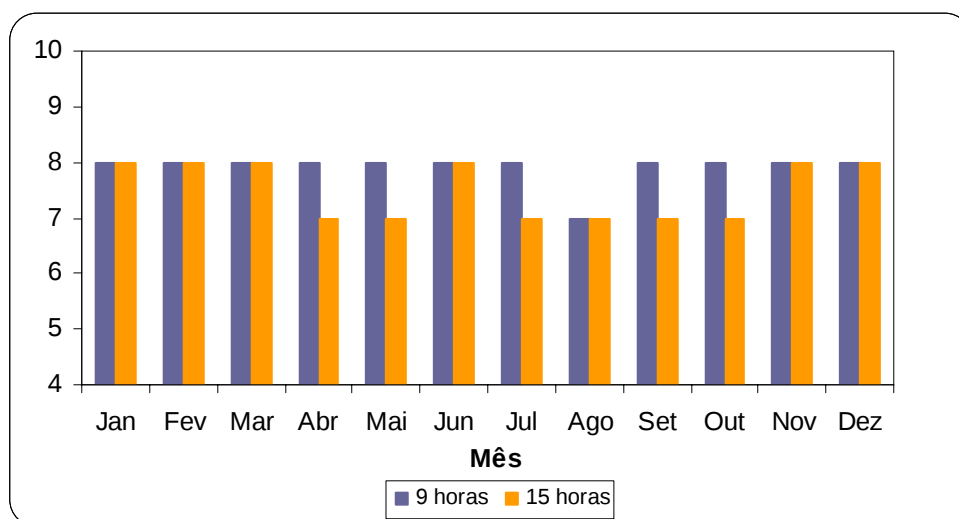


Valores normais da humidade relativa, nebulosidade e precipitação, na estação climatológica de Chã da Macela, relativos ao período de 1979 – 1990 (Fonte: IM).

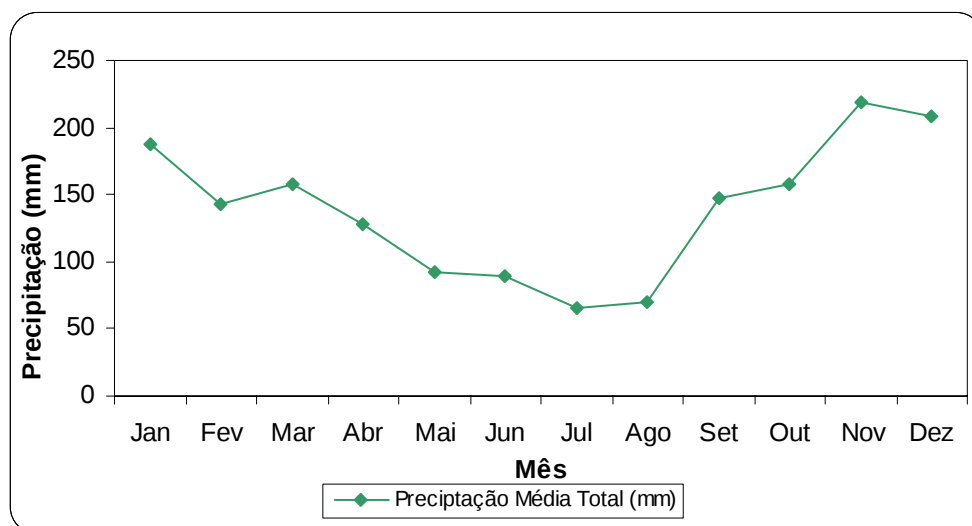
Mês	Humidade Rel. Média %		Nebul. Tot. Média (0 - 10)		Precipitação	
	09h	18h	09h	18h	Média Total (mm)	Máxima Diária (mm)
Janeiro	87	85	8	8	187,2	120,7
Fevereiro	87	84	8	8	142,9	64,0
Março	86	83	8	8	157,6	106,2
Abril	84	81	8	7	128,7	144,5
Maio	87	83	8	7	92,0	80,0
Junho	88	85	8	8	89,5	100,5
Julho	89	85	8	7	64,8	80,0
Agosto	89	84	7	7	69,9	74,0
Setembro	90	86	8	7	147,5	91,2
Outubro	86	85	8	7	157,2	137,2
Novembro	68	87	8	8	219,2	140,1
Dezembro	89	86	8	8	209,0	102,8
Ano	88	85	8	7	1665,5	140,1



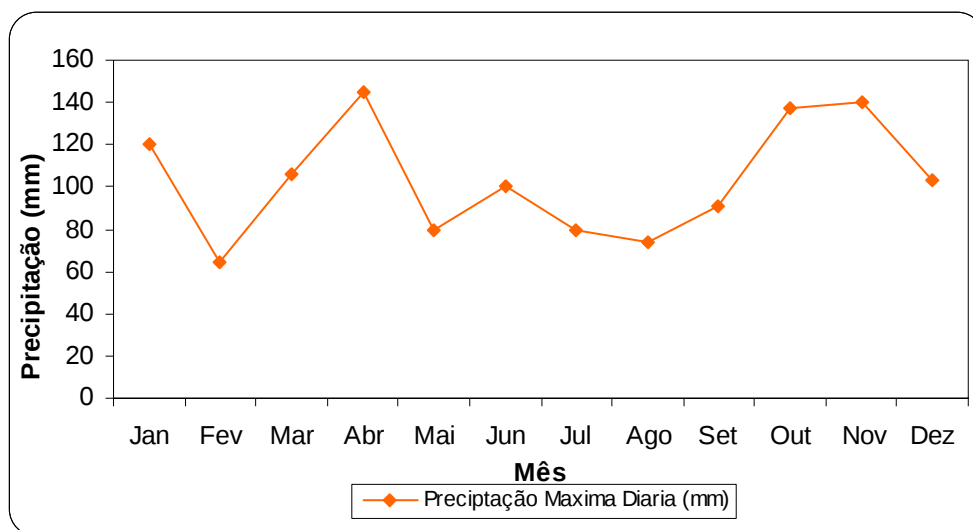
Valores médios mensais da humidade relativa, às 9 e 18 horas, na estação climatológica de Chã da Macela, relativos ao período de 1979 – 1990.



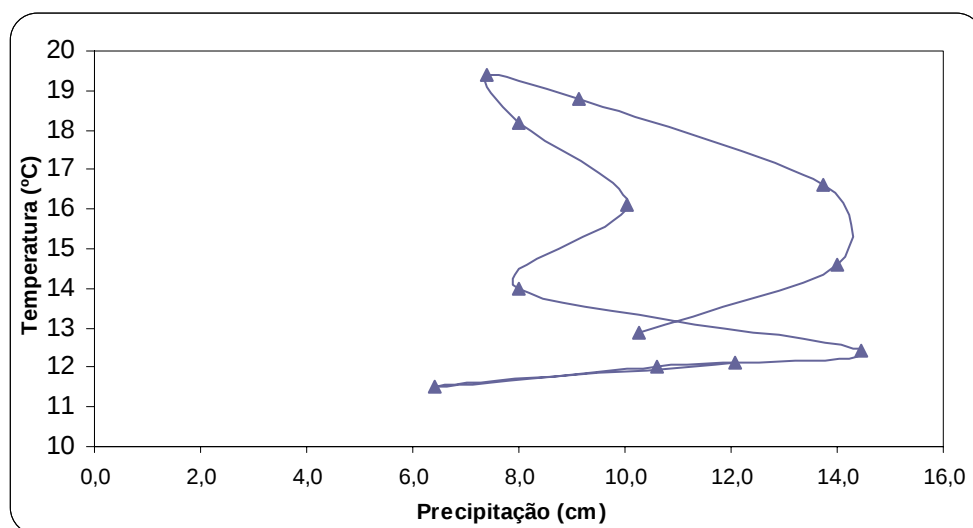
Valores médios mensais da nebulosidade às 9 e 15 horas, na estação climatológica de Chã da Macela, relativos ao período de 1979 – 1990



Valores médios da precipitação total, no mês, na estação climatológica de Chã da Macela, para o período de 1979 – 1990.



Valores médios da precipitação máxima diária, no mês, na estação climatológica de Chã da Macela, para o período de 1979 – 1990.

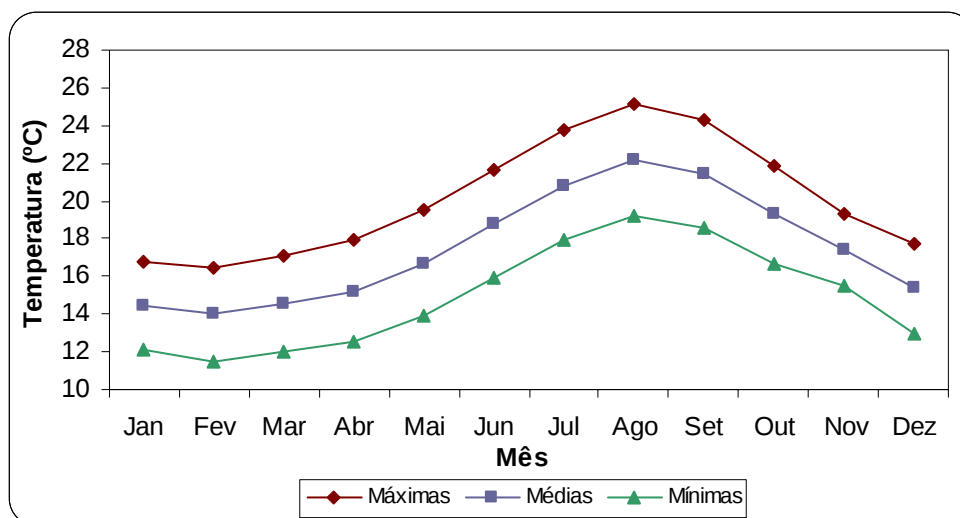


Climodiagrama referente à estação climatológica de Chã da Macela, para o período de 1979 – 1990.

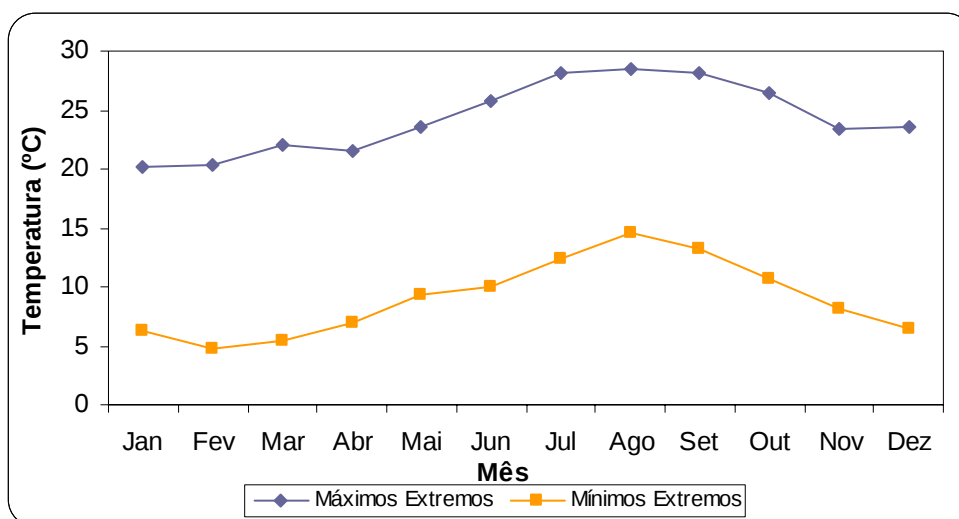
**II.2. – Santa Maria****II.2.1 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DO AEROPORTO****Latitude:** 36°58'N **Longitude:** 25°10'W **Altitude:** 100 m

Valores normais da temperatura na estação climatológica do Aeroporto relativos ao período de 1961 – 1990 (fonte: IM).

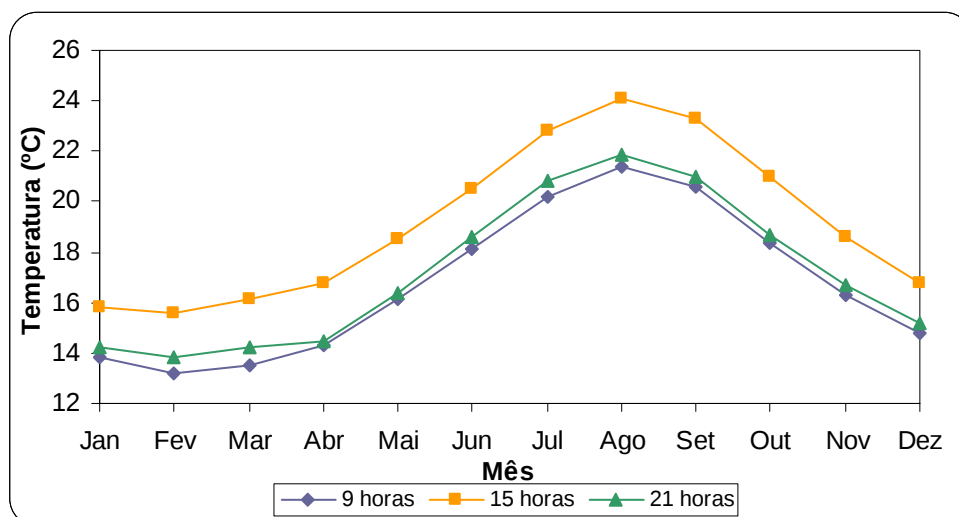
Mês	TEMPERATURA DO AR (°C)							
	Valores médios						Extremos	
	09h	15h	21h	Mês	Max	Min	Max	Min
Janeiro	13,8	15,8	14,2	14,4	16,8	12,1	20,2	6,2
Fevereiro	13,2	15,6	13,8	14,0	16,5	11,5	20,4	4,8
Março	13,5	16,1	14,2	14,6	17,1	12,0	22,0	5,5
Abril	14,3	16,8	14,5	15,2	17,9	12,5	21,6	7,0
Maio	16,1	18,5	16,4	16,7	19,5	13,9	23,6	9,4
Junho	18,1	20,5	18,6	18,8	21,6	15,9	25,7	10,0
Julho	20,2	22,8	20,8	20,8	23,8	17,9	28,2	12,4
Agosto	21,4	24,1	21,9	22,2	25,1	19,2	28,5	14,6
Setembro	20,6	23,3	21,0	21,4	24,3	18,6	28,2	13,2
Outubro	18,4	21,0	18,7	19,3	21,9	16,7	26,5	10,6
Novembro	16,3	18,6	16,7	17,4	19,3	15,5	23,4	8,2
Dezembro	14,8	16,8	15,2	15,4	17,7	13,0	23,5	6,5
Ano	16,7	19,2	17,2	17,5	20,1	14,9	28,5	4,8



Valores médios da temperatura, no mês, na estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.



Valores extremos da temperatura no mês, na estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.



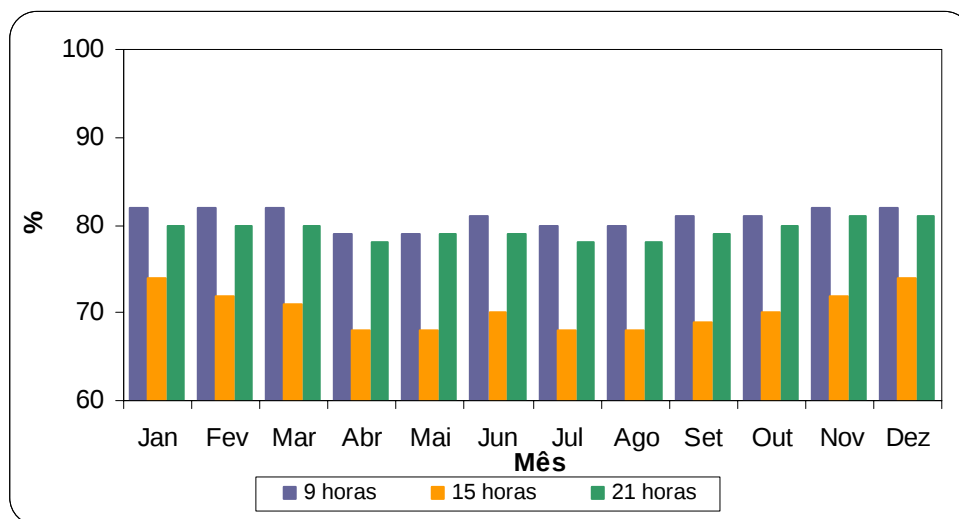
Valores em horas da temperatura no mês, na estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.



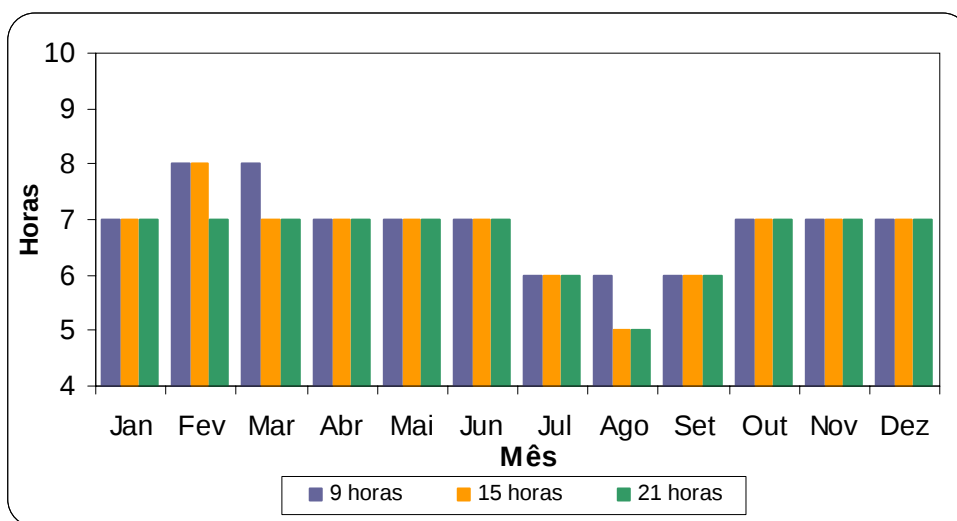
Anexo II – ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS

Valores normais da humidade relativa, nebulosidade e precipitação, na estação climatológica do Aeroporto, relativos ao período de 1961 – 1990 (Fonte: IM).

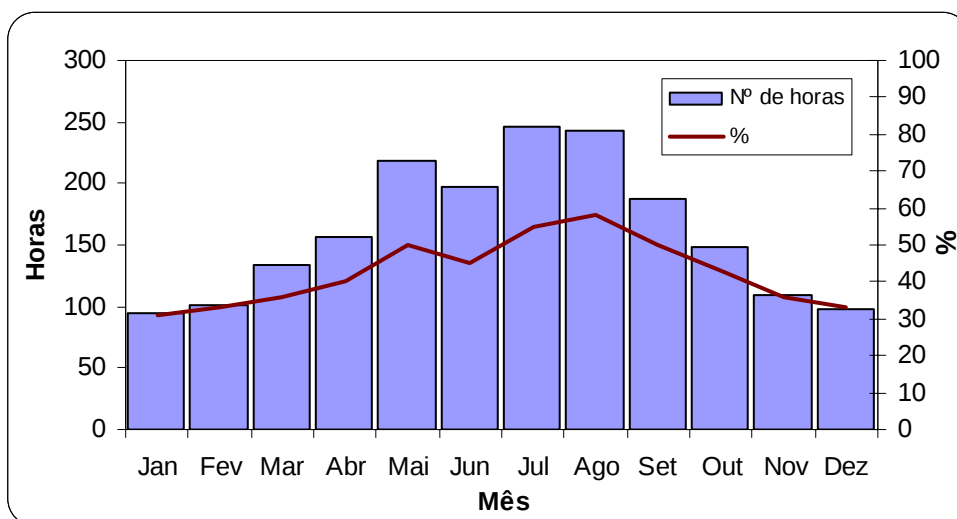
Mês	Humidade Rel. Média %			Nebul. Tot. Média (0 - 10)			Insolação Média		Precipitação	
	09h	15h	21h	09h	15h	21h	Total		Média Total (mm)	Máxima Diária (mm)
							(horas)	(%)		
Janeiro	82	74	80	7	7	7	94,4	31	100,5	54,1
Fevereiro	82	72	80	8	8	7	100,9	33	85,6	71,8
Março	82	71	80	8	7	7	133,0	36	78,6	83,8
Abril	79	68	78	7	7	7	156,6	40	54,9	65,2
Maio	79	68	79	7	7	7	218,5	50	29,9	41,5
Junho	81	70	79	7	7	7	196,8	45	22,4	37,5
Julho	80	68	78	6	6	6	246,8	55	24,9	68,8
Agosto	80	68	78	6	5	5	243,4	58	40,5	84,7
Setembro	81	69	79	6	6	6	187,2	50	57,1	87,5
Outubro	81	70	80	7	7	7	148,8	43	83,8	143,8
Novembro	82	72	81	7	7	7	108,7	36	101,7	180,4
Dezembro	82	74	81	7	7	7	98,2	33	95,3	99,0
Ano	81	70	79	7	7	7	1933,3	42	775,2	180,4



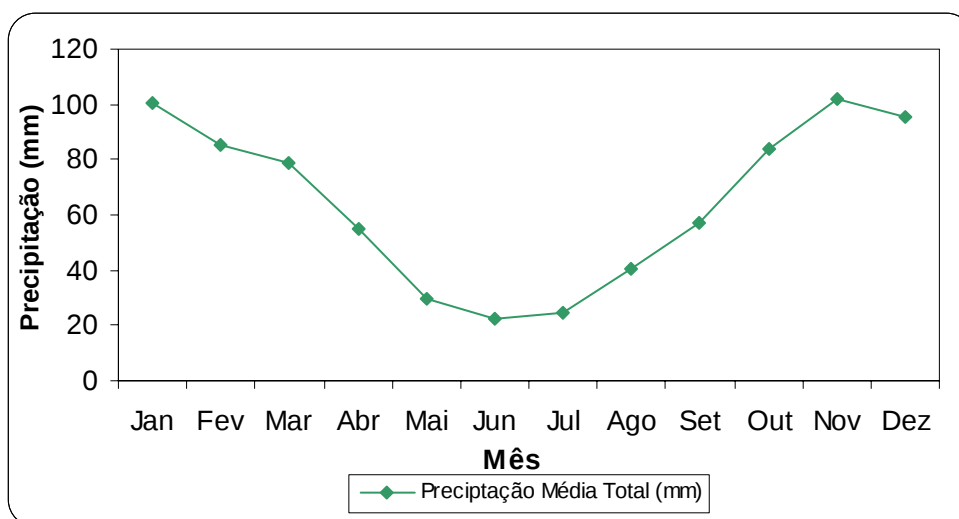
Valores médios mensais da humidade relativa, às 9, 15 e 21 horas, na estação climatológica do Aeroporto, relativos ao período de 1961 – 1990.



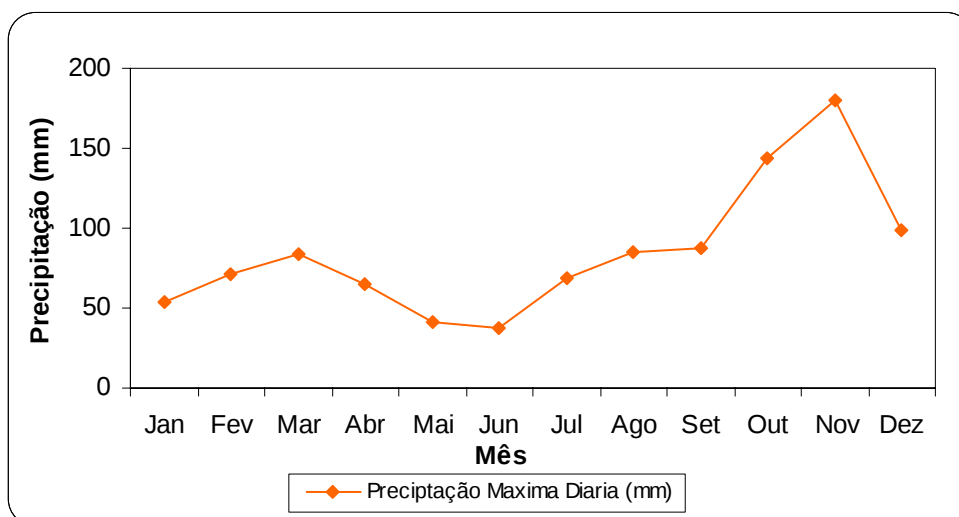
Valores médios mensais da nebulosidade às 9, 15 e 21 horas, na estação climatológica do Aeroporto, relativos ao período de 1961 – 1990



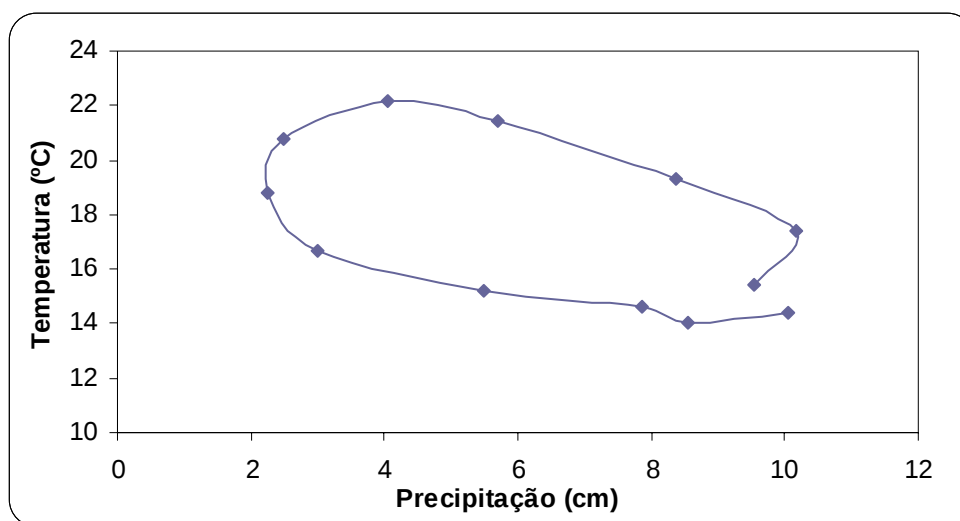
Valores médios mensais da insolação, na estação climatológica do Aeroporto, relativos ao período de 1961 – 1990



Valores médios da precipitação total, no mês, na estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.



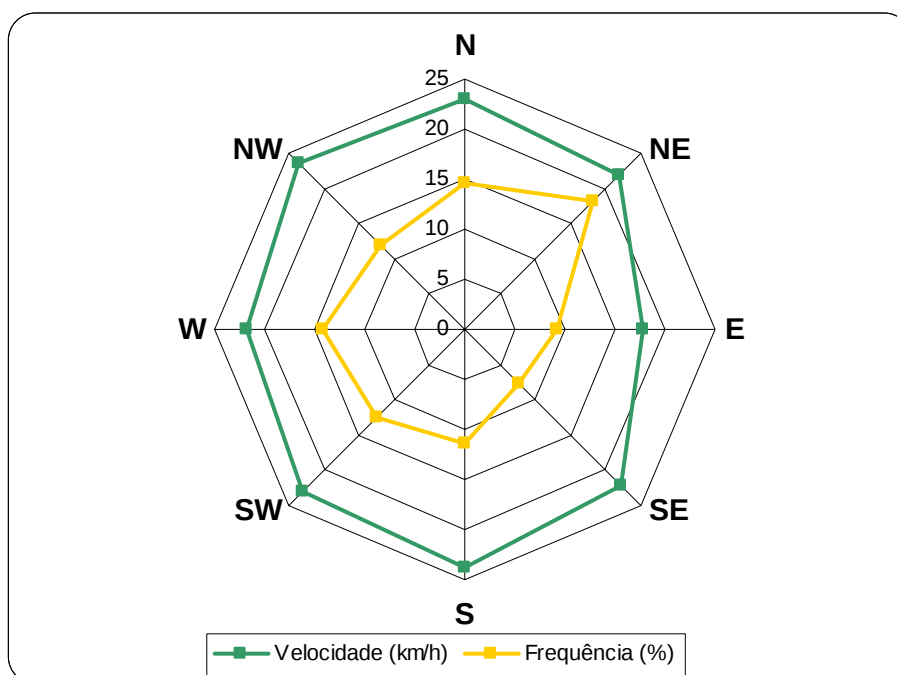
Valores médios da precipitação máxima diária, no mês, na estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.



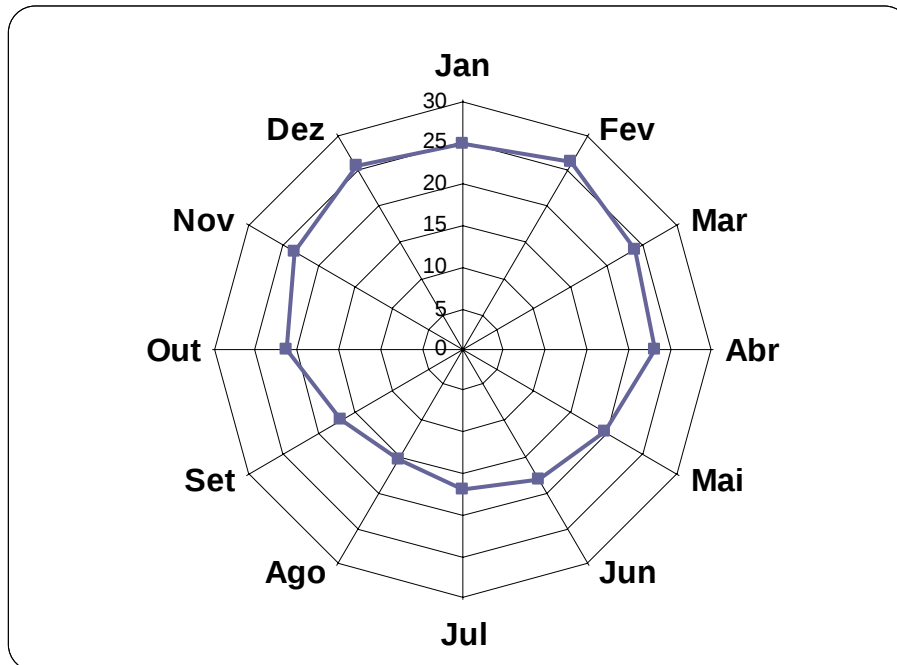
Climodiagrama referente à estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.

Valores normais da velocidade e frequência do vento, na estação climatológica do Aeroporto, relativos ao período de 1961 – 1990 (Fonte: IM).

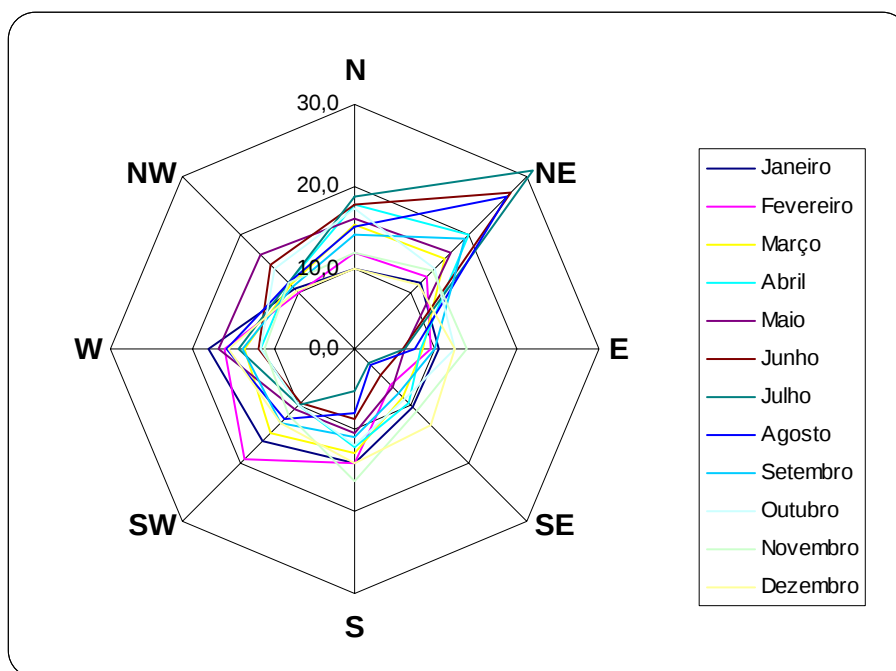
	Vento																
Mês	Frequência, F (%) e Velocidade Média, V (km/h) por rumo																
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		O
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	(km/h)
Janeiro	9,9	24,5	11,2	24,2	10,3	19,1	10,0	23,0	13,9	27,8	16,0	27,6	18,0	29,0	10,4	27,5	0,3
Fevereiro	11,7	26,7	12,6	25,2	9,4	17,0	6,5	22,0	13,9	27,6	19,3	28,1	15,9	28,7	9,8	28,5	0,9
Março	15,2	28,3	15,8	23,7	8,4	18,2	8,3	24,4	12,7	24,9	14,6	23,7	13,5	22,5	11,0	24,6	0,5
Abril	17,6	25,0	19,6	22,3	8,1	21,2	9,4	23,3	12,1	25,3	9,8	21,4	11,5	22,1	11,6	27,6	0,4
Maio	15,9	22,0	16,6	21,1	6,2	17,4	6,7	20,9	10,4	20,2	10,3	19,1	16,6	18,8	16,5	22,4	0,7
Junho	17,7	19,6	27,0	21,3	6,0	16,4	4,5	18,4	8,6	18,1	9,3	15,4	11,8	16,7	14,5	20,0	0,6
Julho	18,6	19,5	30,9	21,4	6,2	17,9	2,4	15,3	5,1	14,3	9,9	16,1	14,3	14,0	11,5	16,8	1,2
Agosto	15,0	16,3	26,6	20,0	7,4	16,0	2,8	15,4	7,8	18,4	12,1	15,2	15,8	14,3	11,5	16,8	1,1
Setembro	13,9	20,6	19,3	20,4	9,9	15,6	7,6	19,6	10,7	20,0	13,0	20,1	13,8	18,8	10,7	19,4	1,1
Outubro	17,3	24,5	13,9	20,8	12,4	15,8	8,9	21,0	11,9	23,4	9,6	23,9	11,5	21,0	13,8	24,6	0,8
Novembro	11,8	24,9	13,6	22,3	13,8	18,1	10,7	23,8	16,3	27,4	11,2	24,5	11,1	24,8	11,2	26,7	0,4
Dezembro	9,9	27,1	11,0	23,8	12,4	19,3	13,4	24,6	14,0	26,8	13,1	28,9	15,5	28,3	10,1	28,1	0,5
Ano	14,5	22,9	18,2	21,8	9,2	17,7	7,6	22,1	11,4	23,7	12,3	22,7	14,1	21,7	11,9	23,3	0,7



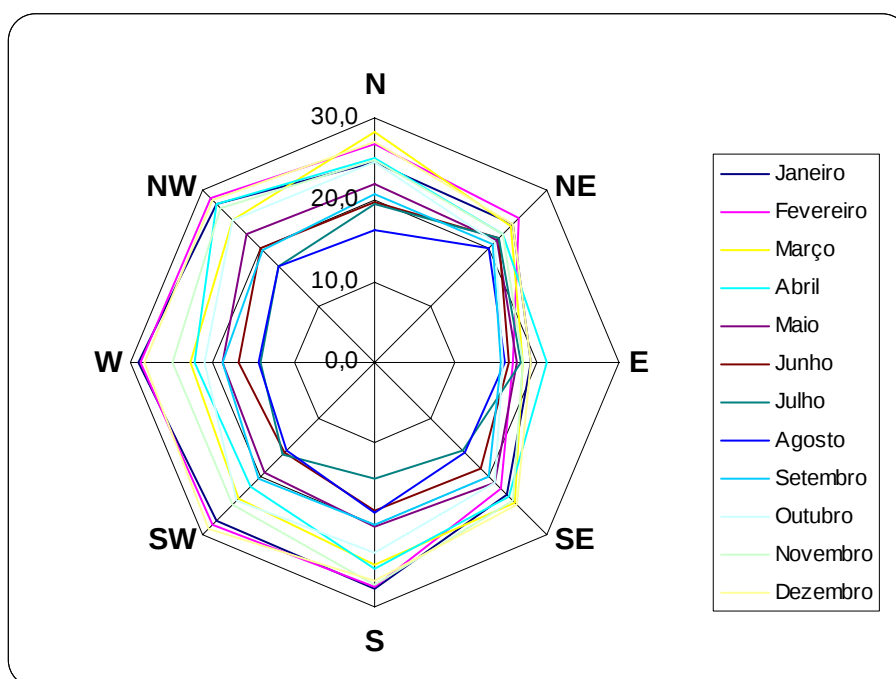
Valores médios da frequência e velocidade média do vento, por rumo, na estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.



Valores médios da velocidade do vento, no mês, na estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.



Valores médios da frequência por rumo, no mês, na estação climatológica do Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.

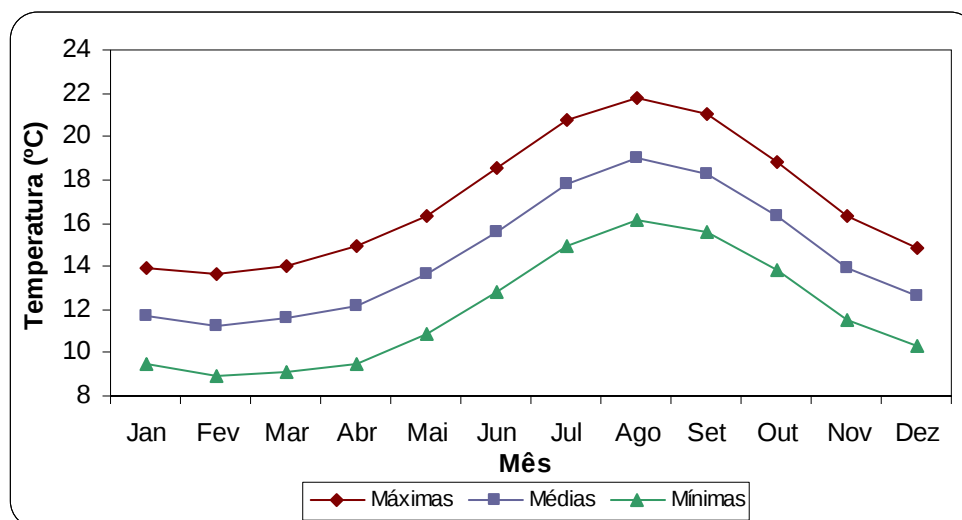


Valores médios da velocidade do vento, por rumo e no mês, na estação climatológica da Aeroporto, para o período de 1961 – 1990.

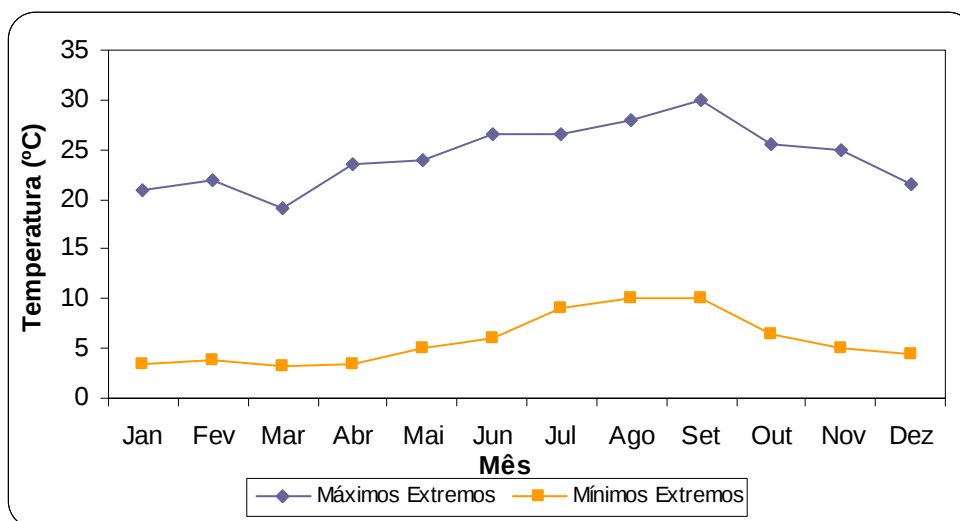
**II.2.2 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DAS FONTINHAS****Latitude:** 36°57'N **Longitude:** 25°05'W **Altitude:** 430 m

Valores normais da temperatura na estação climatológica das Fontinhas, relativos ao período de 1961 – 1990 (fonte: IM).

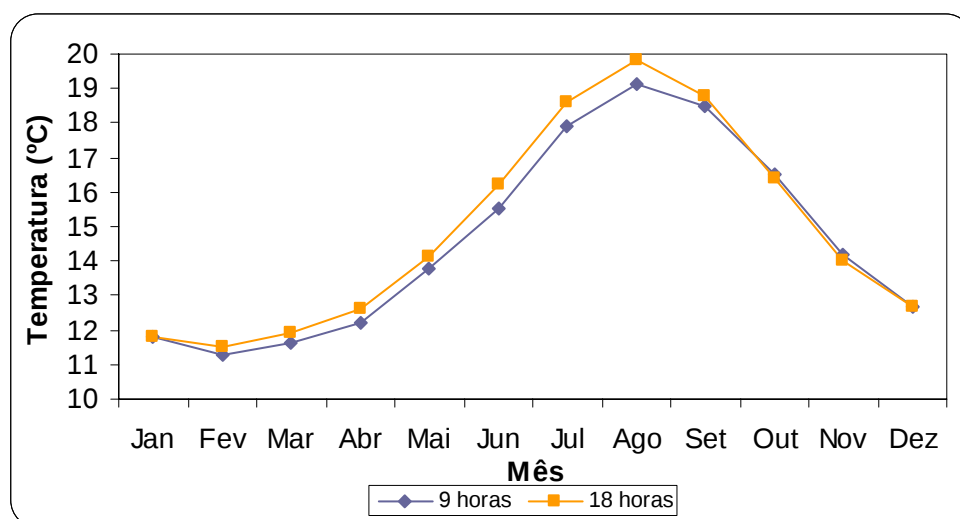
Mês	TEMPERATURA DO AR (°C)						
	Valores médios						Extremos
	09h	15h	21h	Mês	Max	Min	Max Min
Janeiro	13,8	15,8	14,2	14,4	16,8	12,1	20,2 6,2
Fevereiro	13,2	15,6	13,8	14,0	16,5	11,5	20,4 4,8
Março	13,5	16,1	14,2	14,6	17,1	12,0	22,0 5,5
Abril	14,3	16,8	14,5	15,2	17,9	12,5	21,6 7,0
Maio	16,1	18,5	16,4	16,7	19,5	13,9	23,6 9,4
Junho	18,1	20,5	18,6	18,8	21,6	15,9	25,7 10,0
Julho	20,2	22,8	20,8	20,8	23,8	17,9	28,2 12,4
Agosto	21,4	24,1	21,9	22,2	25,1	19,2	28,5 14,6
Setembro	20,6	23,3	21,0	21,4	24,3	18,6	28,2 13,2
Outubro	18,4	21,0	18,7	19,3	21,9	16,7	26,5 10,6
Novembro	16,3	18,6	16,7	17,4	19,3	15,5	23,4 8,2
Dezembro	14,8	16,8	15,2	15,4	17,7	13,0	23,5 6,5
Ano	16,7	19,2	17,2	17,5	20,1	14,9	28,5 4,8



Valores médios da temperatura, no mês, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.



Valores extremos da temperatura no mês, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.

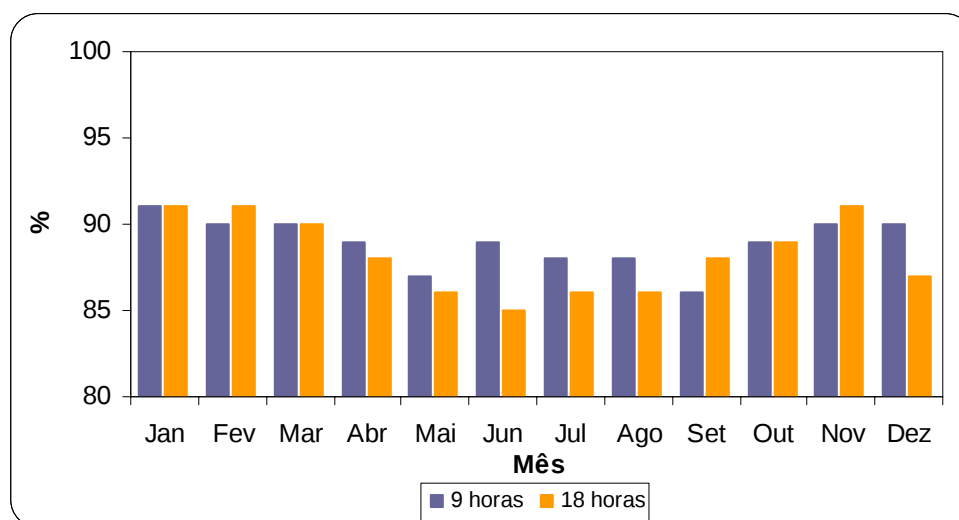


Valores em horas da temperatura no mês, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.

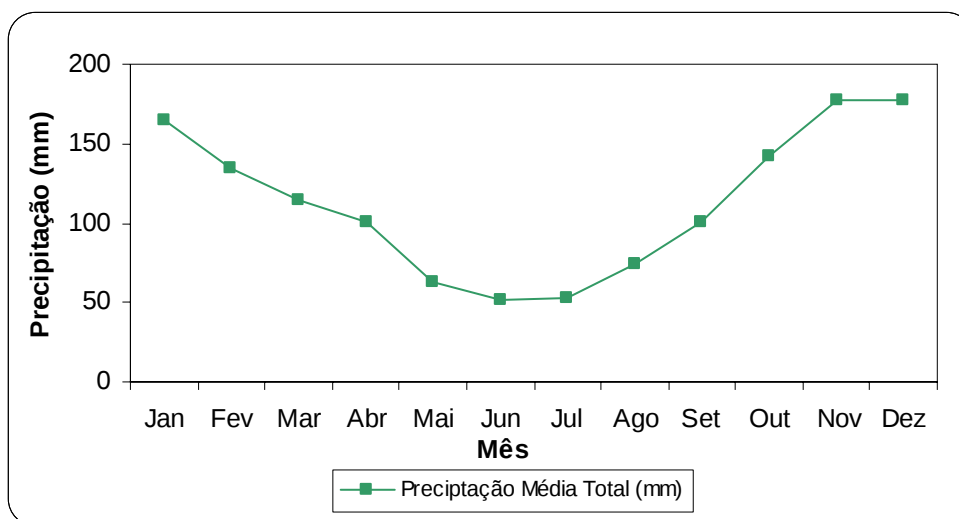


Valores normais da humidade relativa e precipitação, na estação climatológica das Fontinhas, relativos ao período de 1961 – 1990 (Fonte: IM).

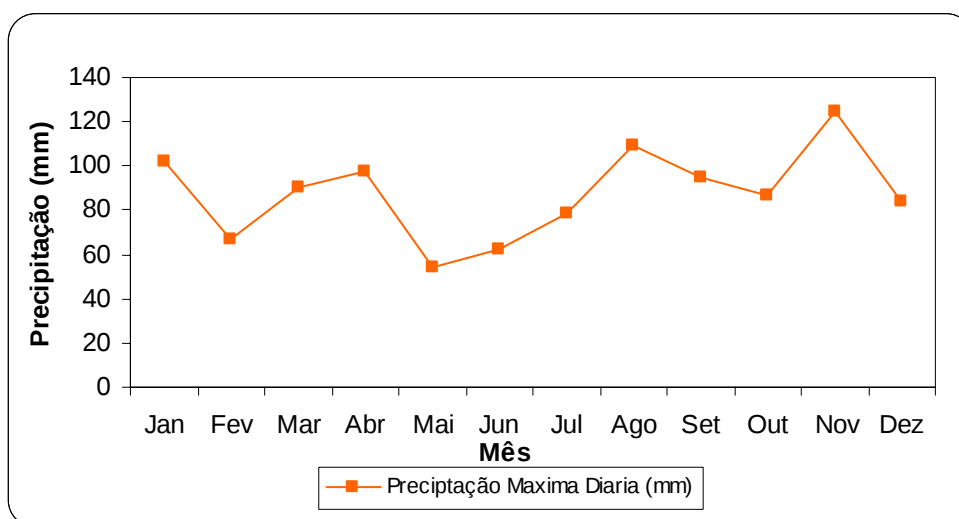
Mês	Humidade Rel. Média %		Precipitação	
	09h	18h	Média Total (mm)	Máxima Diária (mm)
Janeiro	91	91	165,3	102,5
Fevereiro	90	91	134,3	67
Março	90	90	114,1	90
Abril	89	88	100,3	97,1
Maio	87	86	63	53,9
Junho	89	85	51,1	62,2
Julho	88	86	52,6	78,5
Agosto	88	86	74,4	109,5
Setembro	68	88	100,3	94,9
Outubro	89	89	141,7	87
Novembro	90	91	177	125
Dezembro	90	87	177,4	83,7
Ano	89	88	1351,5	125,0



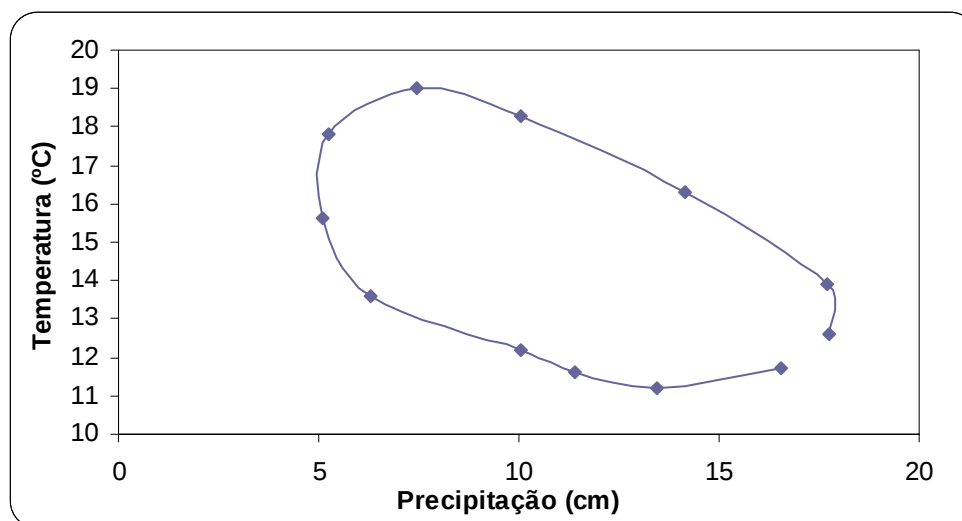
Valores médios mensais da humidade relativa, às 9 e 18 horas, na estação climatológica das Fontinhas, relativos ao período de 1961 – 1990.



Valores médios da precipitação total, no mês, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 19761 – 1990.



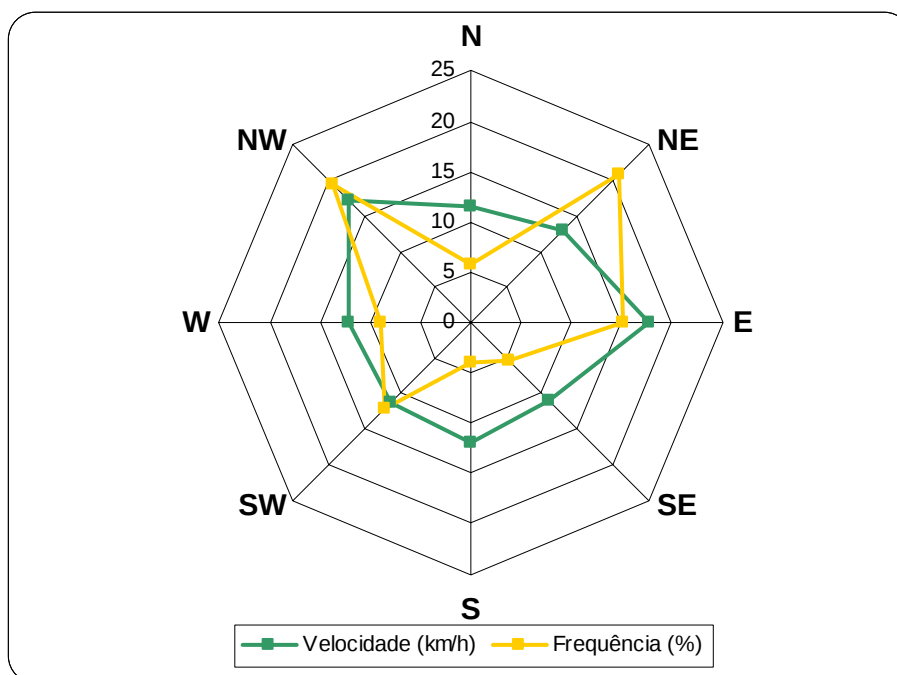
Valores médios da precipitação máxima diária, no mês, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.



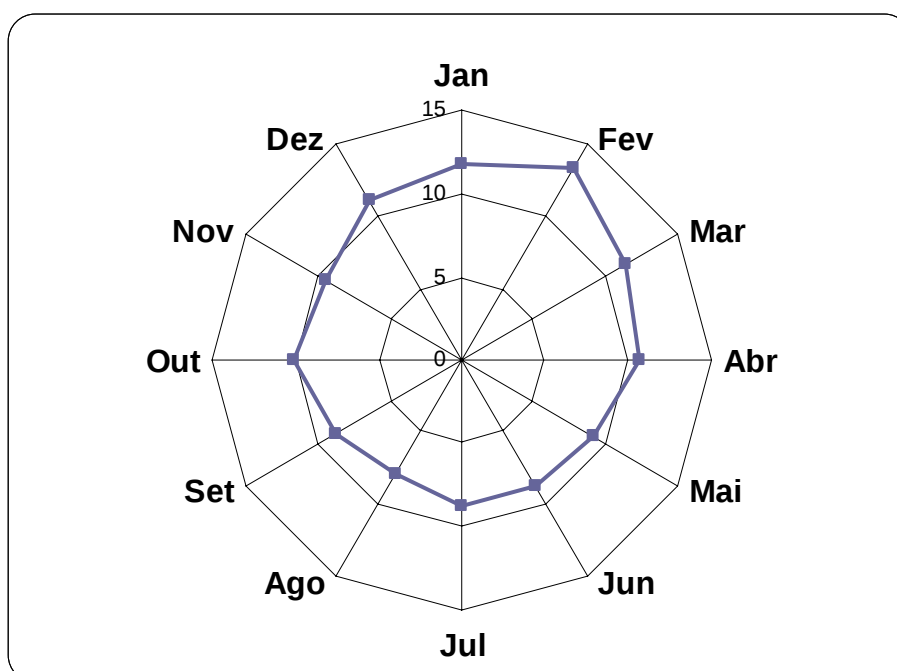
Climodiagrama referente à estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.

Valores normais da velocidade e frequência do vento, na estação climatológica das Fontinhas, relativos ao período de 1961 – 1990 (Fonte: IM).

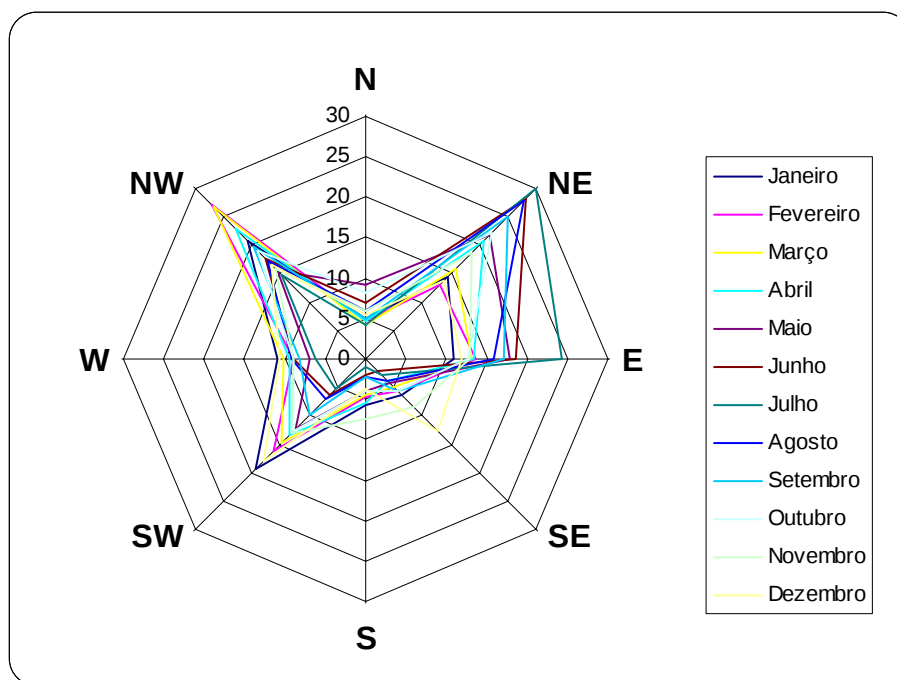
	Vento																	
Mês	Frequência, F (%) e Velocidade Média, V (km/h) por rumo																	
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		O	V
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	(km/h)
Janeiro	4,8	13,4	14,2	13,8	10,9	15,6	6,1	8,6	5,6	11,9	19,1	142,0	10,9	13,2	20,7	18,4	7,7	11,8
Fevereiro	4,7	13,8	12,8	15,4	13,5	19,8	5,5	11,0	4,6	14,4	16,0	12,2	8,9	13,2	26,9	21,6	17,1	13,3
Março	4,2	12,6	15,5	12,7	13,1	18,7	5,0	10,5	4,4	14,0	14,6	13,3	10,1	12,5	26,4	15,7	6,7	11,4
Abril	4,7	12,4	20,6	13,4	13,4	17,4	4,0	14,6	5,3	12,3	13,4	11,0	9,4	12,5	22,7	18,8	6,5	10,7
Maio	9,0	11,1	21,3	13,7	17,8	19,3	4,2	9,7	4,0	7,4	12,3	8,7	7,0	13,3	15,3	23,6	9,1	9,1
Junho	6,8	7,1	27,7	12,1	18,5	17,0	2,0	6,1	2,0	8,4	6,2	8,5	8,8	9,2	17,5	15,6	10,5	8,8
Julho	4,3	8,0	29,4	10,1	24,1	16,1	2,6	12,8	1,0	7,6	5,1	7,9	6,2	10,1	14,8	11,6	12,5	8,8
Agosto	6,0	10,0	27,6	10,9	15,8	17,4	3,6	11,6	2,2	11,0	7,0	7,3	9,2	10,4	17,1	12,8	11,5	7,9
Setembro	4,9	9,2	24,9	12,2	17,0	15,3	5,3	9,7	2,3	12,6	9,5	8,4	8,0	11,6	19,4	14,5	8,7	8,7
Outubro	8,0	11,1	22,0	14,5	12,5	18,0	5,6	11,8	4,0	13,3	12,5	12,2	8,8	13,7	18,6	15,5	8,0	10,1
Novembro	5,9	14,5	18,5	15,8	12,8	18,4	8,3	13,7	7,3	11,2	13,1	12,3	8,8	11,2	15,4	16,2	9,9	9,5
Dezembro	5,5	15,9	13,5	14,0	11,7	19,7	12,5	10,2	3,8	14,0	17,6	12,4	10,5	13,9	16,3	18,2	8,6	11,0
Ano	5,7	11,5	20,6	12,9	15,1	17,6	5,4	10,9	3,9	12,0	12,2	11,4	8,9	12,1	19,3	17,0	8,9	10,1



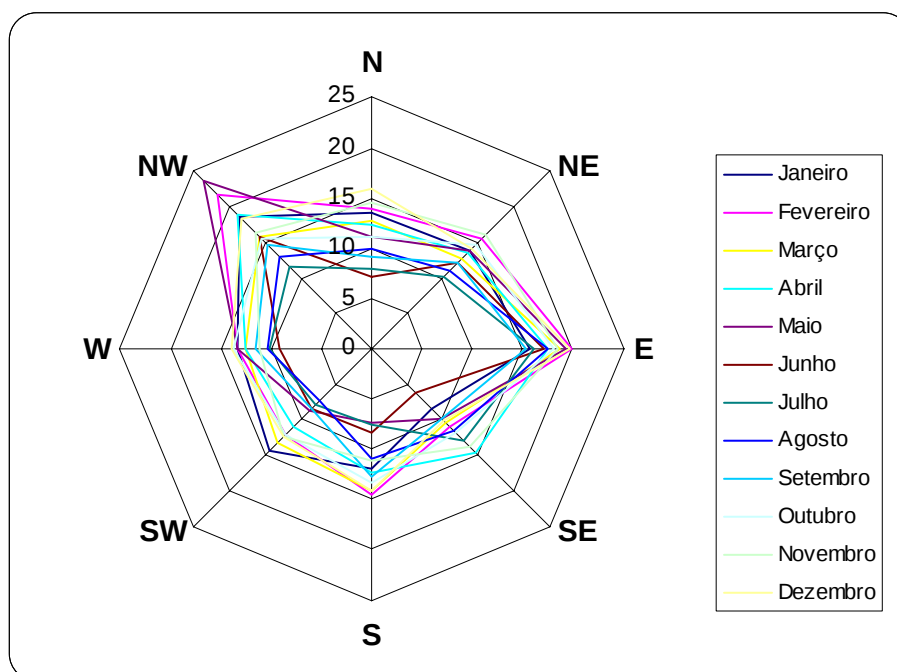
Valores médios da frequência e velocidade média do vento, por rumo, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.



Valores médios da velocidade do vento, no mês, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.



Valores médios da frequência por rumo, no mês, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.



Valores médios da velocidade do vento, por rumo e no mês, na estação climatológica das Fontinhas, para o período de 1961 – 1990.

ANEXO III

Resultados do Modelo CIELD



III.1 GERAIS ILHA

III.1.1 Valores dos Parâmetros

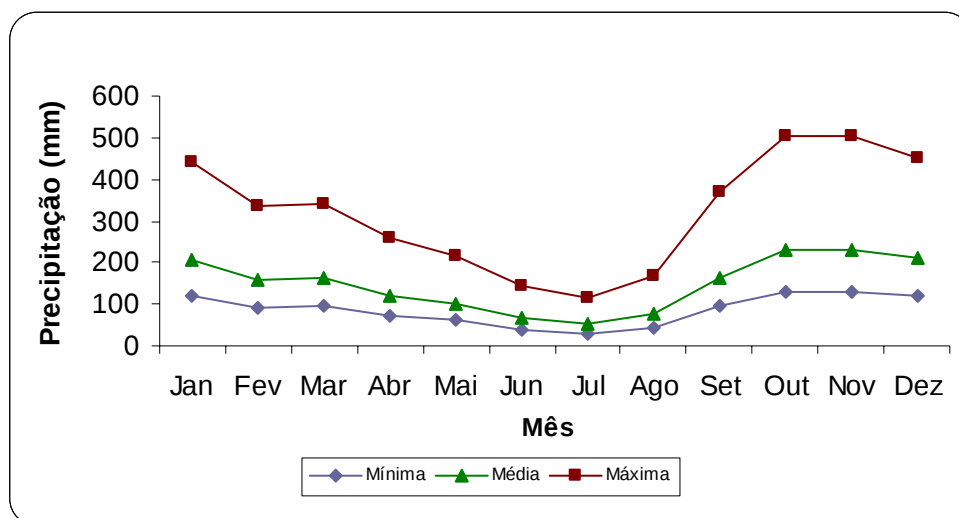
III.1.1.1 SÃO MIGUEL

◆ VALORES MENSAIS

◆ Precipitação de um Ano Médio

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano médio para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Prec. em ano médio (mm)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	118,10	204,70	440,40
Fevereiro	90,10	157,94	338,30
Março	96,30	162,30	340,00
Abril	72,40	122,31	261,00
Maio	62,60	102,41	218,40
Junho	39,10	65,24	144,90
Julho	29,60	50,47	114,70
Agosto	45,00	75,69	167,10
Setembro	94,40	164,15	369,40
Outubro	128,90	228,11	503,10
Novembro	128,90	228,11	503,10
Dezembro	118,30	208,81	449,00



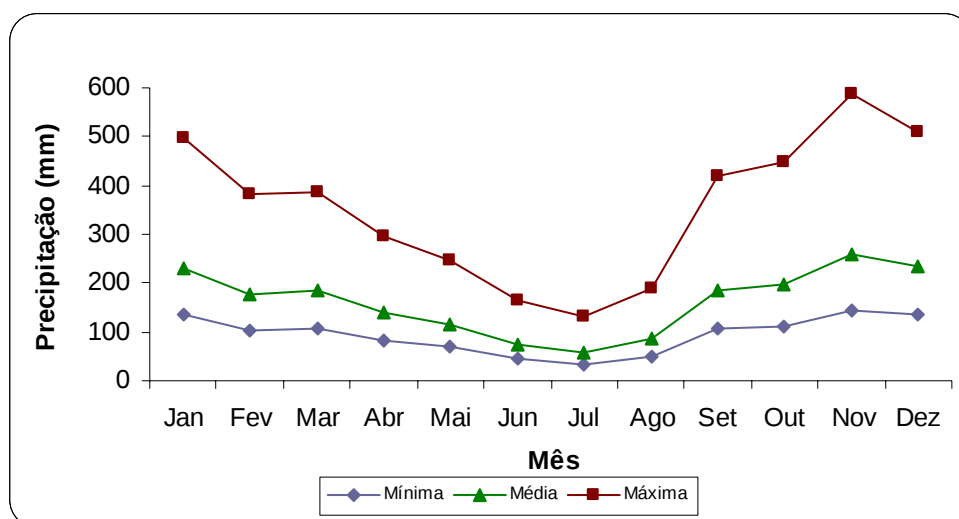
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano médio para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Precipitação de um ano húmido

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano húmido para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Prec. em ano húmido (mm)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	133,60	231,54	498,10
Fevereiro	101,90	178,65	382,70
Março	108,90	183,58	384,60
Abril	81,90	138,35	295,50
Maio	70,80	115,84	247,00
Junho	44,20	73,80	163,90
Julho	33,50	57,09	129,70
Agosto	50,90	85,61	189,00
Setembro	106,80	185,68	417,80
Outubro	112,40	199,15	447,10
Novembro	145,80	258,02	589,10
Dezembro	133,80	236,19	507,90



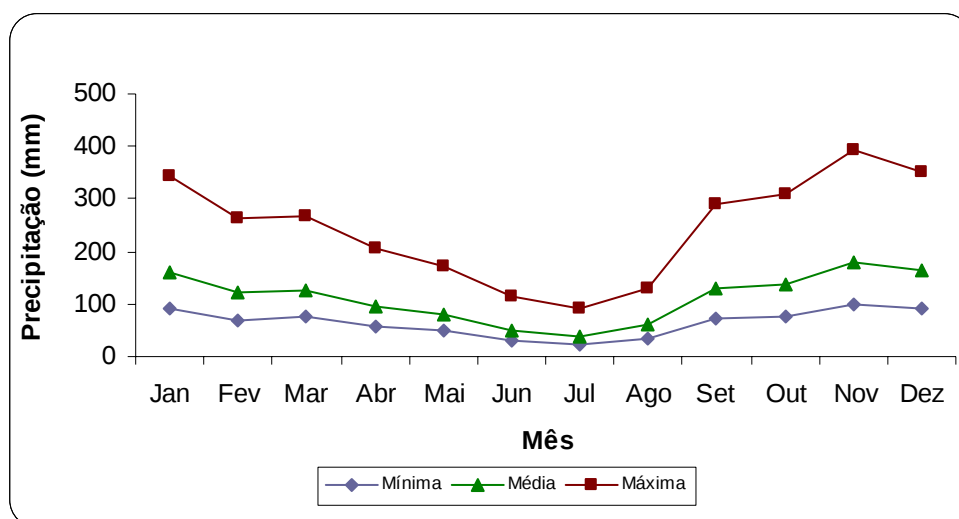
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano húmido para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



Precipitação em ano seco

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano seco para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Pre. em ano seco (mm)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	92,30	160,06	344,40
Fevereiro	70,50	123,50	264,50
Março	75,30	126,91	265,90
Abril	56,60	95,64	204,20
Maio	48,90	80,07	170,80
Junho	30,60	51,02	113,30
Julho	23,10	39,46	89,70
Agosto	35,20	59,19	130,70
Setembro	73,80	128,35	288,80
Outubro	77,70	137,67	309,10
Novembro	100,80	178,36	393,40
Dezembro	92,50	163,28	351,10



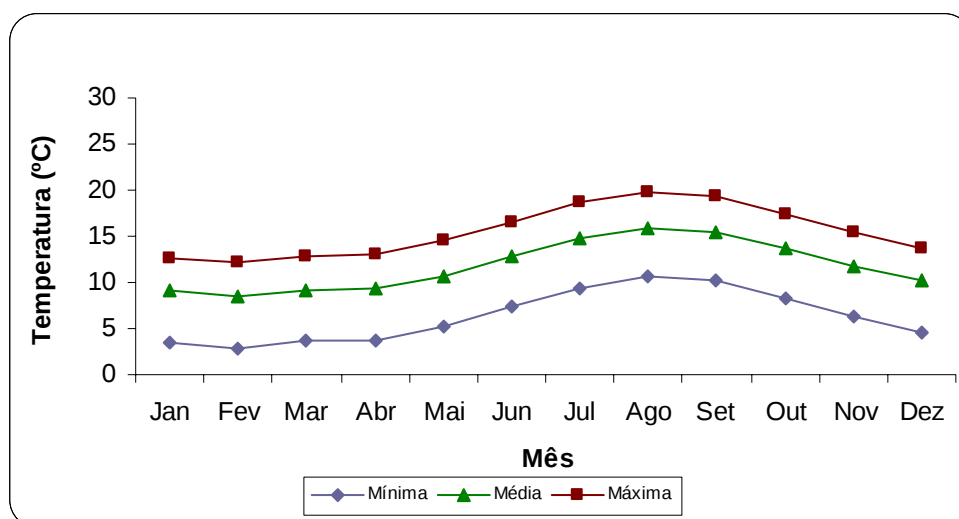
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano seco para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Temperatura mínima

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura mínima para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Temperatura mínima (°C)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	3,50	9,17	12,70
Fevereiro	2,80	8,53	12,20
Março	3,60	9,17	12,80
Abril	3,70	9,30	13,10
Maio	5,30	10,75	14,50
Junho	7,40	12,77	16,60
Julho	9,40	14,74	18,80
Agosto	10,70	15,86	19,80
Setembro	10,30	15,51	19,30
Outubro	8,30	13,59	17,50
Novembro	6,30	11,80	15,50
Dezembro	4,60	10,18	13,80



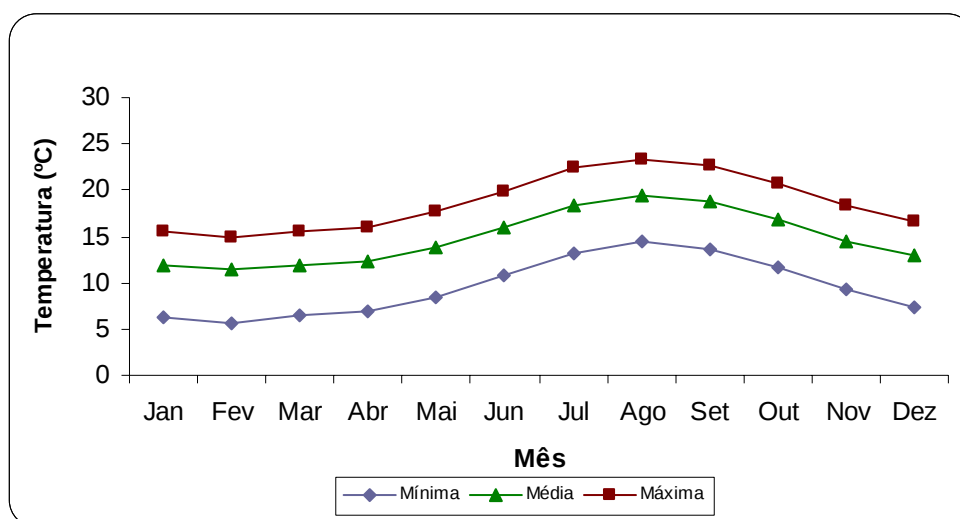
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura mínima para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Temperatura média

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura média para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Temperatura média (°C)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	6,30	11,87	15,50
Fevereiro	5,70	11,37	14,95
Março	6,45	11,92	15,55
Abril	6,80	12,25	16,05
Maio	8,50	13,85	17,60
Junho	10,75	15,97	19,95
Julho	13,10	18,24	22,35
Agosto	14,40	19,46	23,40
Setembro	13,70	18,86	22,70
Outubro	11,70	16,89	20,75
Novembro	9,25	14,55	18,30
Dezembro	7,40	12,93	16,55



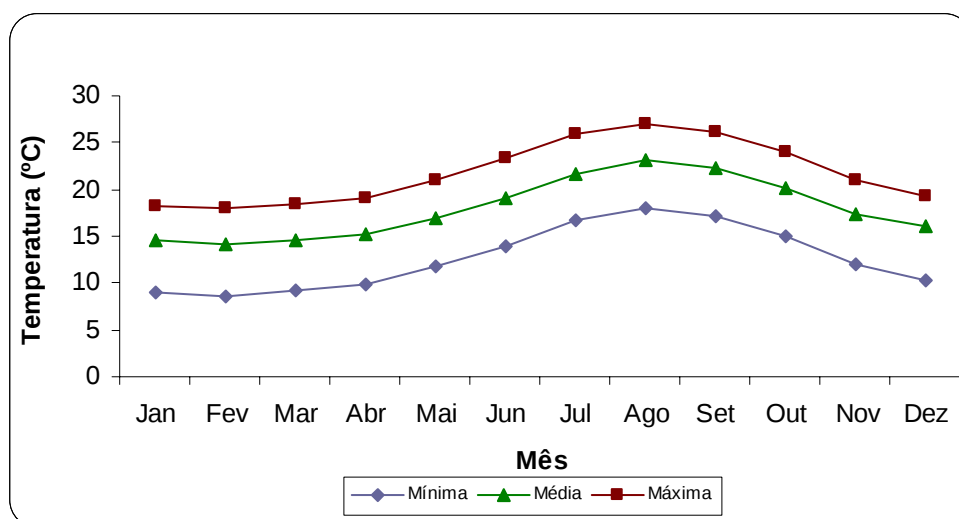
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura média para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Temperatura máxima

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura máxima para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Temperatura máxima (°C)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	9,10	14,56	18,30
Fevereiro	8,60	14,22	17,90
Março	9,20	14,67	18,40
Abril	9,90	15,20	19,00
Maio	11,70	16,95	20,90
Junho	14,00	19,17	23,30
Julho	16,70	21,74	25,90
Agosto	18,10	23,05	27,00
Setembro	17,10	22,20	26,10
Outubro	15,10	20,19	24,10
Novembro	12,10	17,29	21,10
Dezembro	10,20	15,98	19,30



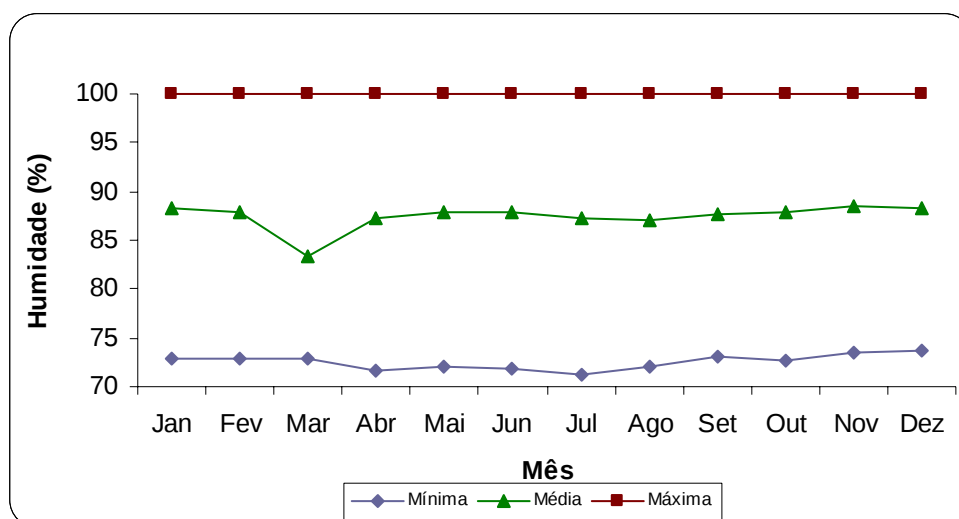
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura máxima para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Humidade relativa mínima

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa mínima para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Hum. relativa mínima (%)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	72,80	88,29	100,10
Fevereiro	72,90	87,88	99,90
Março	72,90	83,34	100,10
Abril	71,70	87,32	100,00
Maio	72,00	87,80	100,00
Junho	71,90	87,81	99,90
Julho	71,20	87,17	100,00
Agosto	72,00	87,10	100,10
Setembro	73,00	87,73	100,00
Outubro	72,60	87,85	100,20
Novembro	73,40	88,42	99,90
Dezembro	73,60	88,39	100,20



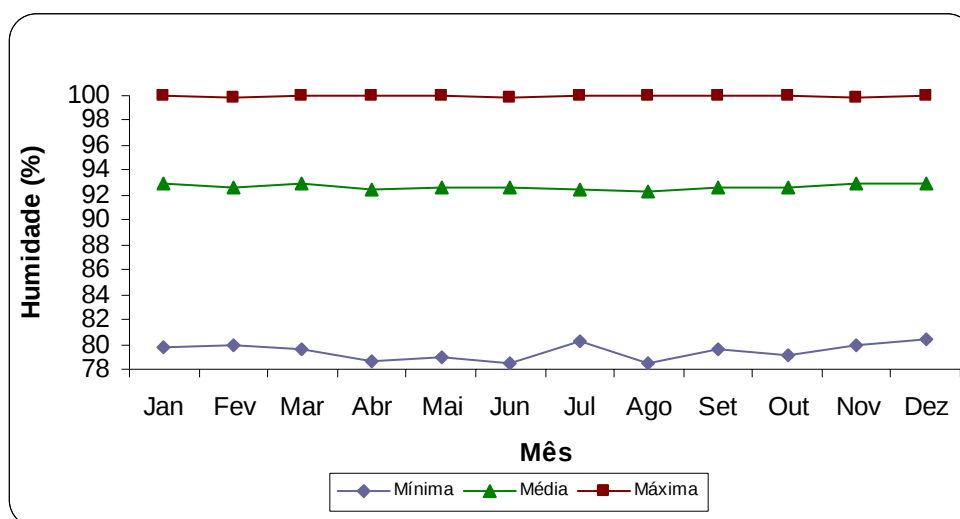
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa mínima para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Humidade relativa média

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa média para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Hum. relativa média (%)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	79,75	92,86	100,00
Fevereiro	79,95	92,67	99,90
Março	79,60	92,88	100,00
Abril	78,60	92,40	100,00
Maio	78,95	92,61	100,00
Junho	78,45	92,61	99,90
Julho	80,20	92,49	100,00
Agosto	78,50	92,30	100,00
Setembro	79,55	92,57	100,00
Outubro	79,15	92,69	100,00
Novembro	79,90	92,89	99,90
Dezembro	80,40	92,94	100,00



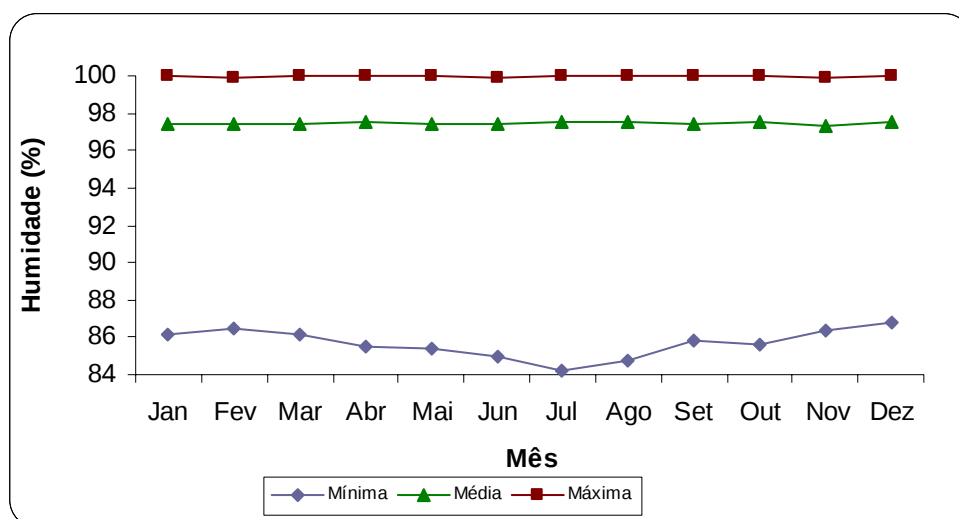
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa média para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Humidade relativa máxima

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa máxima para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Hum. relativa máxima (%)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	86,20	97,42	100,10
Fevereiro	86,50	97,46	99,90
Março	86,10	97,43	100,10
Abril	85,50	97,48	100,00
Maio	85,40	97,43	100,00
Junho	85,00	97,40	99,90
Julho	84,20	97,49	100,00
Agosto	84,70	97,50	100,10
Setembro	85,80	97,40	100,00
Outubro	85,60	97,52	100,20
Novembro	86,40	97,36	99,90
Dezembro	86,80	97,49	100,20



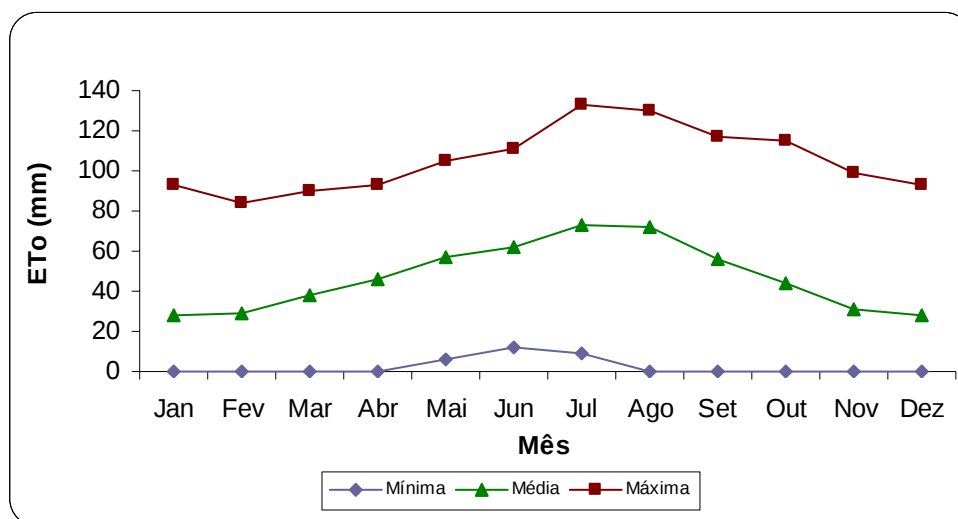
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa máxima para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Evapotranspiração de referência (ET_0)

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da evapotranspiração de referência para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Eto média (mm)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	0,00	28,05	93,00
Fevereiro	0,00	29,08	84,00
Março	0,00	37,66	89,90
Abril	0,00	45,67	93,00
Maio	6,20	56,89	105,40
Junho	12,00	61,73	111,00
Julho	9,30	73,39	133,30
Agosto	0,00	71,84	130,20
Setembro	0,00	55,90	117,00
Outubro	0,00	44,12	114,70
Novembro	0,00	31,05	99,00
Dezembro	0,00	28,23	93,00

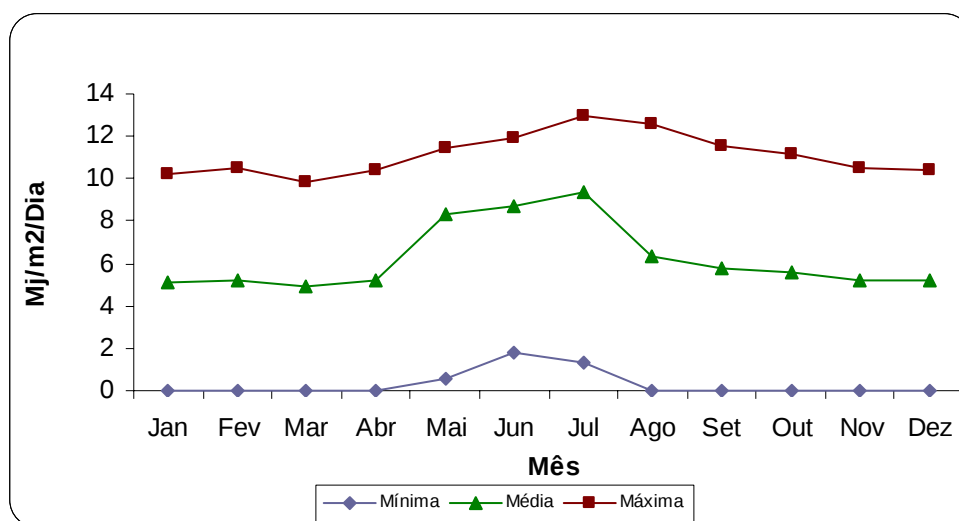


Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da evapotranspiração de referência para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.

**Radiação N**

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RN para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

RN (MJ/m2/dia)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	0,00	2,97	10,20
Fevereiro	0,00	2,98	10,50
Março	0,00	5,25	9,80
Abril	0,00	7,02	10,40
Maio	0,60	8,32	11,40
Junho	1,80	8,71	11,90
Julho	1,30	9,34	13,00
Agosto	0,00	8,64	12,60
Setembro	0,00	6,72	11,50
Outubro	0,00	4,91	11,20
Novembro	0,00	3,29	10,50
Dezembro	0,00	2,78	10,40



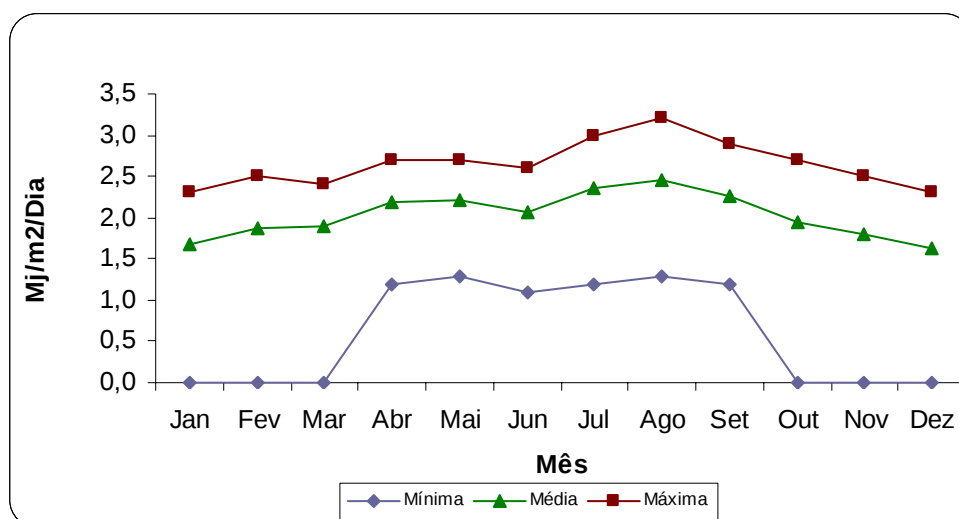
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação RN para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



Radiação NL

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RNL para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

RNL (MJ/m ² /dia)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	0,00	1,67	2,30
Fevereiro	0,00	1,86	2,50
Março	0,00	1,89	2,40
Abril	1,20	2,18	2,70
Maio	1,30	2,21	2,70
Junho	1,10	2,07	2,60
Julho	1,20	2,35	3,00
Agosto	1,30	2,46	3,20
Setembro	1,20	2,27	2,90
Outubro	0,00	1,94	2,70
Novembro	0,00	1,79	2,50
Dezembro	0,00	1,63	2,30



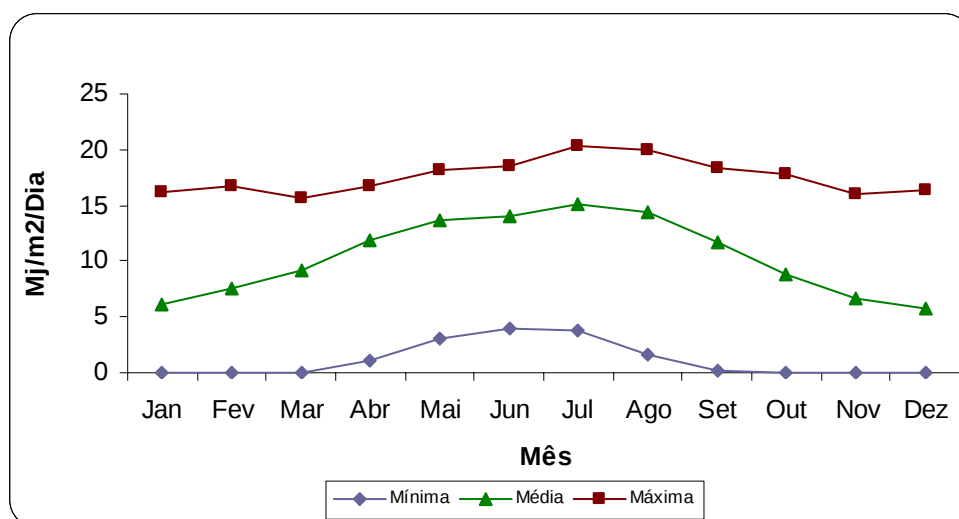
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RNL para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



Radiação S

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RS para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

RS (MJ/m2/dia)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	0,00	6,03	16,20
Fevereiro	0,00	7,60	16,70
Março	0,00	9,25	15,60
Abril	1,00	11,95	16,70
Maio	3,10	13,68	18,10
Junho	4,00	13,99	18,60
Julho	3,70	15,19	20,30
Agosto	1,60	14,41	20,00
Setembro	0,10	11,68	18,40
Outubro	0,00	8,89	17,80
Novembro	0,00	6,61	16,00
Dezembro	0,00	5,74	16,30

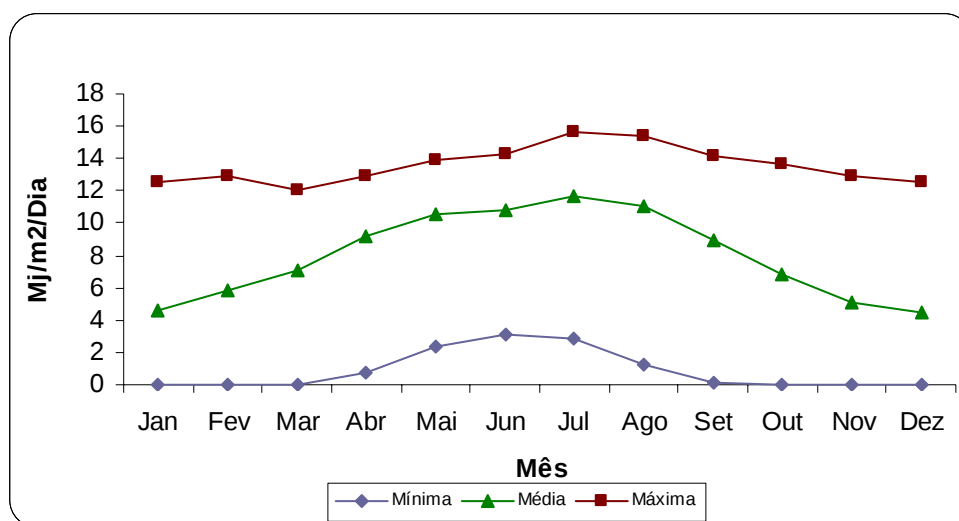


Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RS para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.

**Radiação NS**

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RNS para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

RNS (MJ/m2/dia)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	0,00	4,64	12,50
Fevereiro	0,00	5,85	12,90
Março	0,00	7,13	12,00
Abril	0,70	9,20	12,90
Maio	2,40	10,53	13,90
Junho	3,10	10,77	14,30
Julho	2,90	11,69	15,70
Agosto	1,20	11,10	15,40
Setembro	0,10	8,99	14,10
Outubro	0,00	6,85	13,70
Novembro	0,00	5,09	12,90
Dezembro	0,00	4,42	12,50



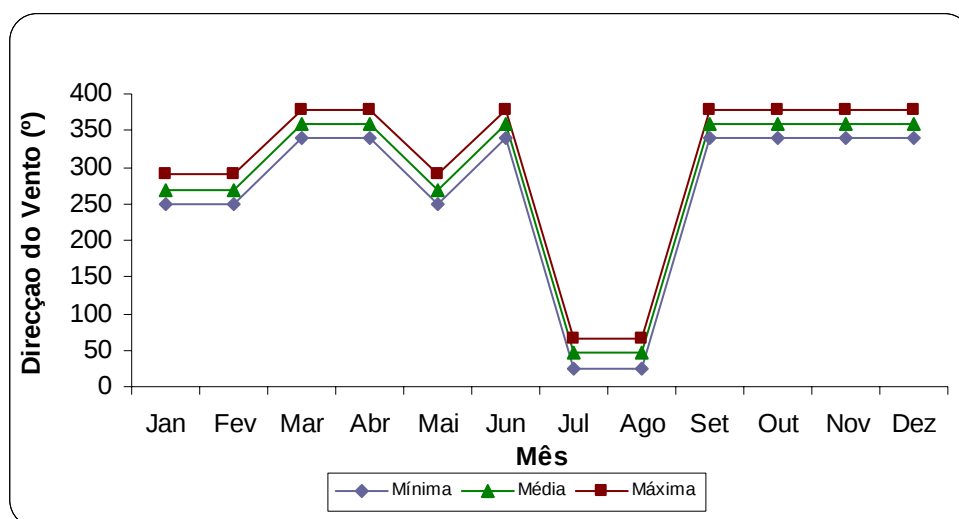
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RNS para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Direcção do vento

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da direcção do vento para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Direcção do vento (°)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	250,40	269,77	289,60
Fevereiro	250,40	269,77	289,60
Março	339,40	359,19	378,60
Abril	339,40	359,19	378,60
Maio	250,40	269,77	289,60
Junho	339,40	359,19	378,60
Julho	25,90	46,17	65,10
Agosto	25,90	46,17	65,10
Setembro	339,40	359,19	378,60
Outubro	339,40	359,19	378,60
Novembro	339,40	359,19	378,60
Dezembro	339,40	359,19	378,60



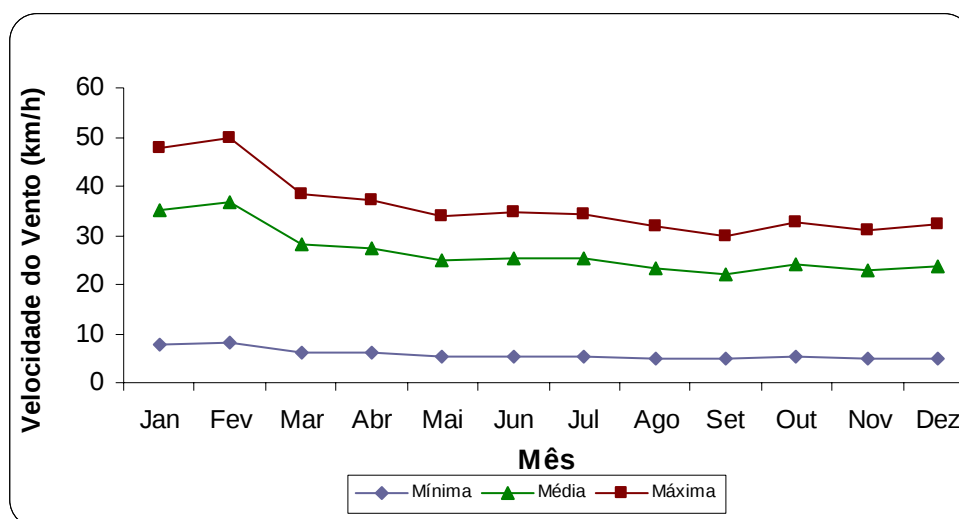
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da direcção do vento para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



◆ Velocidade do vento

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da velocidade do vento para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO

Velocidade do vento (km/h)	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	7,70	35,30	47,90
Fevereiro	8,00	36,65	49,70
Março	6,10	28,27	38,30
Abril	6,00	27,52	37,30
Maio	5,40	24,83	33,70
Junho	5,50	25,43	34,50
Julho	5,50	25,13	34,10
Agosto	5,10	23,34	31,70
Setembro	4,80	21,84	29,60
Outubro	5,20	24,08	32,70
Novembro	5,00	23,04	31,20
Dezembro	5,10	23,63	32,10



Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da velocidade do vento para a ilha de São Miguel, resultantes do Modelo CIELO.



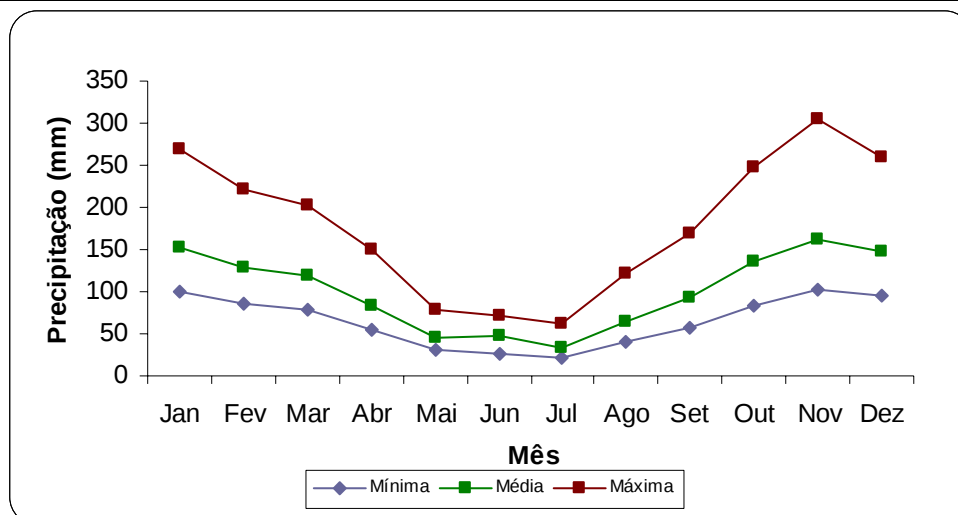
III.1.1.2 SANTA MARIA

◆ Valores Mensais

◆ Precipitação de um ano médio

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano médio para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Prec. em ano médio (mm)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	100,50	152,94	267,92
Fevereiro	85,60	128,93	220,88
Março	78,60	118,47	203,50
Abril	54,90	84,35	149,14
Maio	29,90	45,38	78,91
Junho	26,15	48,29	70,43
Julho	22,40	34,45	61,95
Agosto	40,50	64,42	120,54
Setembro	57,10	92,68	169,02
Outubro	83,80	135,02	248,28
Novembro	101,70	162,79	304,20
Dezembro	95,30	147,59	259,35

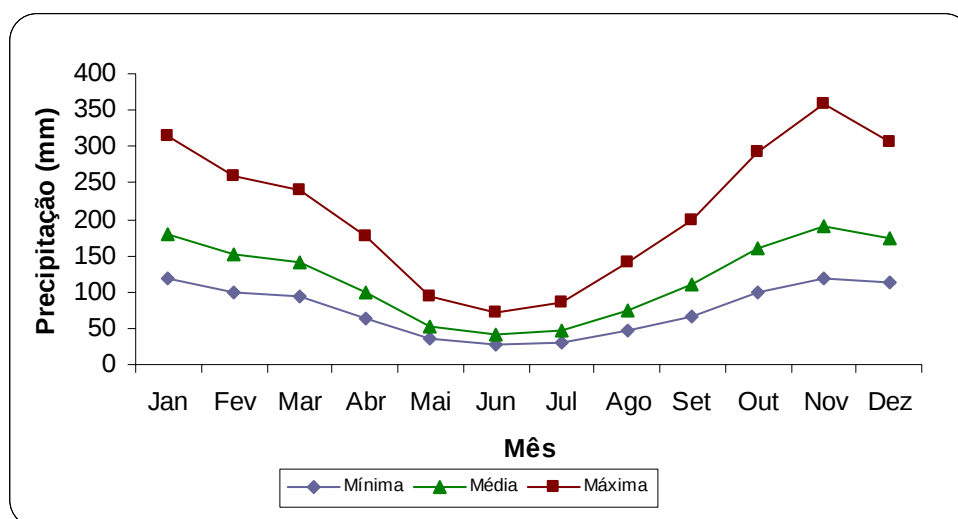


Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano médio para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.

**Precipitação de um ano húmido**

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano húmido para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Prec. em ano húmido (mm)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	118,23	179,93	315,19
Fevereiro	100,68	151,68	259,86
Março	92,47	139,37	239,41
Abril	64,59	99,24	175,46
Maio	35,17	53,38	92,83
Junho	26,35	40,52	72,88
Julho	29,19	46,26	85,65
Agosto	47,65	75,79	141,81
Setembro	67,18	109,04	198,85
Outubro	98,59	158,85	292,09
Novembro	119,65	191,52	357,89
Dezembro	112,12	173,63	305,12



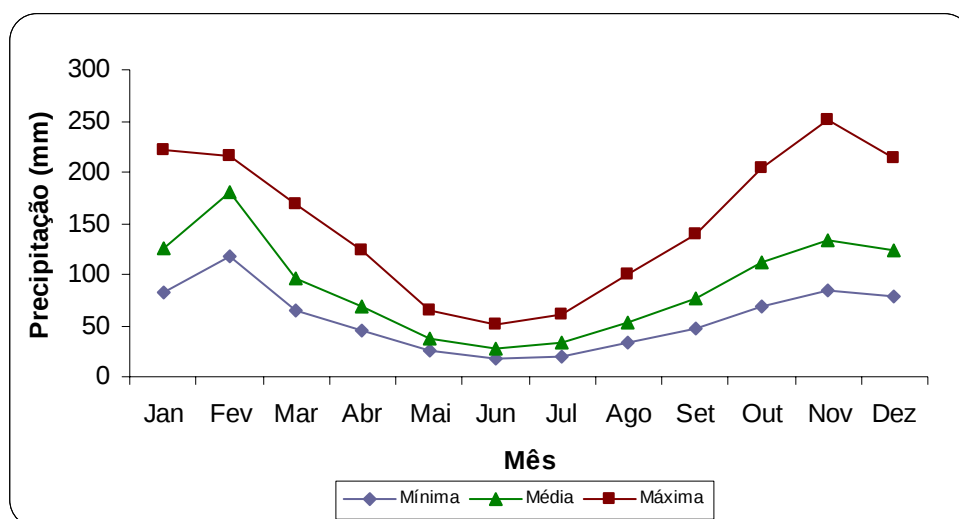
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano húmido para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Precipitação em ano seco

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano seco para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Prec. em Ano Seco (mm)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	82,84	126,07	220,84
Fevereiro	118,23	179,93	315,19
Março	64,79	96,65	167,75
Abril	45,25	69,53	122,94
Maio	24,63	37,40	65,04
Junho	18,47	28,40	51,07
Julho	20,53	32,41	60,01
Agosto	33,38	53,10	99,36
Setembro	47,07	76,40	139,33
Outubro	69,08	111,30	204,65
Novembro	83,83	134,19	250,76
Dezembro	78,56	122,66	213,78



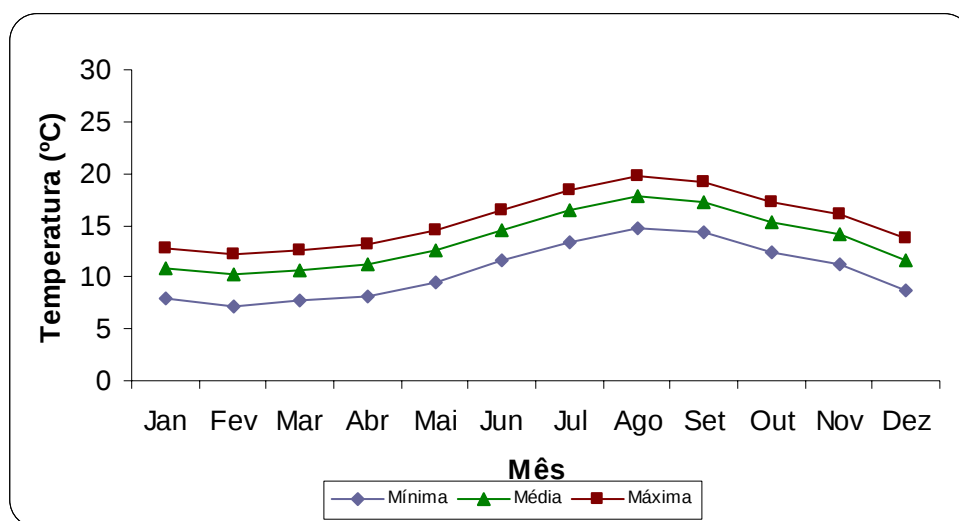
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da precipitação de um ano seco para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Temperatura mínima

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura mínima para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Temperatura mínima (°C)	Mínimo	Máximo	Média
Janeiro	7,88	12,76	10,79
Fevereiro	7,20	12,13	10,18
Março	7,69	12,60	10,68
Abril	8,05	13,07	11,14
Maio	9,48	14,51	12,54
Junho	11,55	16,51	14,56
Julho	13,45	18,48	16,54
Agosto	14,78	19,77	17,83
Setembro	14,26	19,17	17,25
Outubro	12,39	17,29	15,36
Novembro	11,21	16,10	14,17
Dezembro	8,75	13,66	11,69



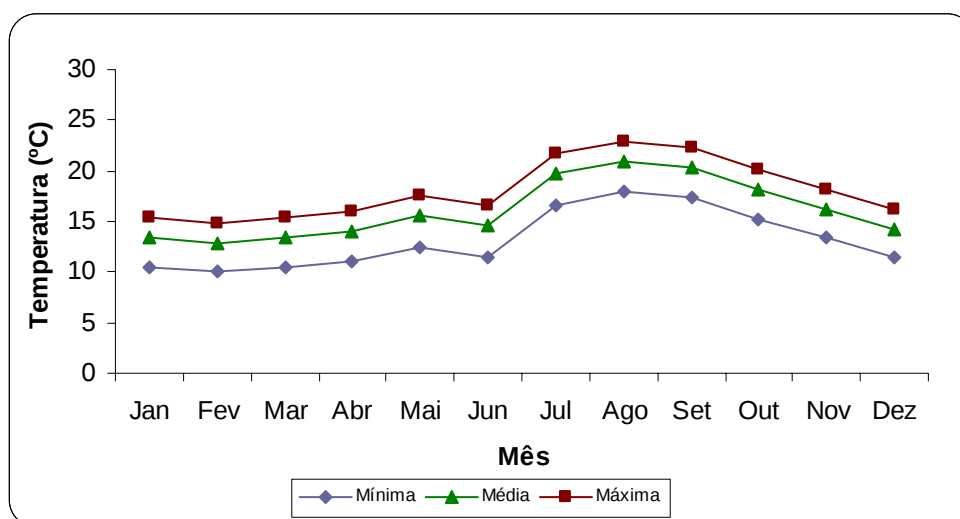
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura mínima para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Temperatura média

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura média para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Temperatura média (°C)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	10,48	13,35	15,32
Fevereiro	9,99	12,88	14,84
Março	10,49	13,43	15,36
Abril	11,00	14,05	15,98
Maio	12,51	15,55	17,52
Junho	11,55	14,56	16,51
Julho	16,63	19,69	21,63
Agosto	17,95	20,98	22,92
Setembro	17,35	20,30	22,23
Outubro	15,23	18,16	20,10
Novembro	13,35	16,27	18,21
Dezembro	11,36	14,24	16,22



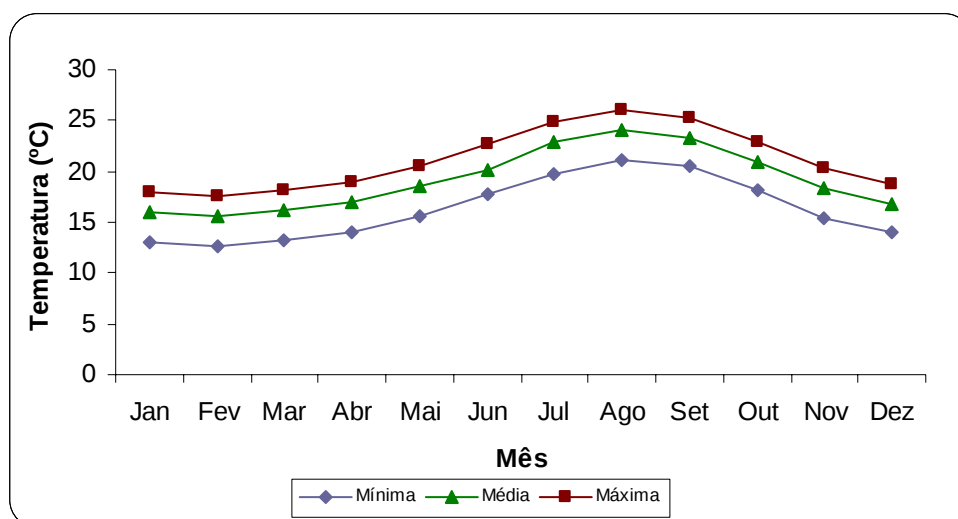
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura média para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Temperatura máxima

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura máxima para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Temperatura máxima (°C)	Mínimo	Máximo	Média
Janeiro	13,07	17,89	15,90
Fevereiro	12,72	17,56	15,59
Março	13,30	18,12	16,18
Abril	13,94	18,89	16,95
Maio	15,55	20,53	18,55
Junho	17,68	22,66	20,17
Julho	19,81	24,79	22,84
Agosto	21,13	26,08	24,13
Setembro	20,43	25,28	23,35
Outubro	18,08	22,91	20,96
Novembro	15,48	20,31	18,38
Dezembro	13,95	18,79	16,80



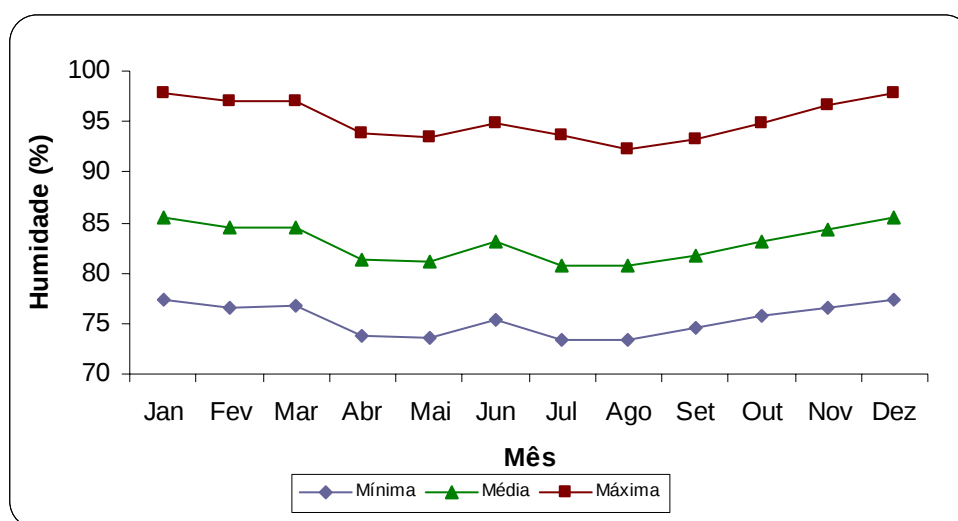
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da temperatura máxima para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Humidade relativa mínima

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa mínima para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Hum. relativa mínima (%)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	77,38	85,55	97,81
Fevereiro	76,46	84,53	97,01
Março	76,67	84,50	96,94
Abril	73,80	81,27	93,76
Maio	73,60	81,13	93,43
Junho	75,43	83,09	94,93
Julho	73,37	80,78	93,69
Agosto	73,46	80,68	92,33
Setembro	74,59	81,79	93,27
Outubro	75,67	83,07	94,81
Novembro	76,63	84,35	96,60
Dezembro	77,42	85,50	97,83



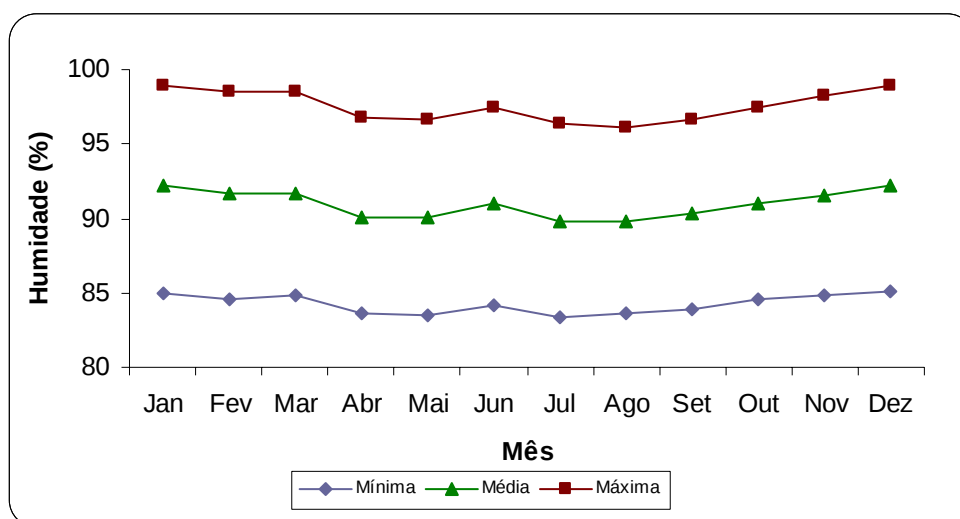
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa mínima para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Humidade relativa média

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa média para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Hum. relativa média (%)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	84,99	92,22	98,90
Fevereiro	84,53	91,71	98,51
Março	84,82	91,70	98,47
Abril	83,60	90,09	96,82
Maio	83,53	90,03	96,67
Junho	84,10	90,99	97,46
Julho	83,41	89,84	96,32
Agosto	83,58	89,78	96,13
Setembro	83,95	90,33	96,63
Outubro	84,56	90,96	97,40
Novembro	84,88	91,59	98,30
Dezembro	85,14	92,18	98,91



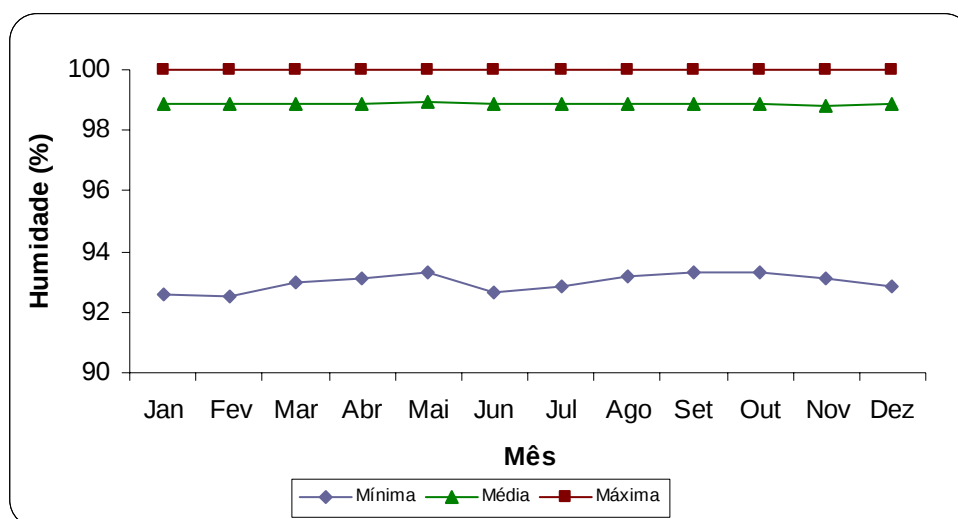
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa média para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Humidade relativa máxima

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa máxima para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Hum. relativa máxima (%)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	92,61	98,89	100,00
Fevereiro	92,54	98,90	100,00
Março	92,97	98,90	100,00
Abril	93,11	98,91	100,00
Maio	93,29	98,93	100,00
Junho	92,62	98,89	100,00
Julho	92,85	98,89	100,00
Agosto	93,15	98,89	100,00
Setembro	93,32	98,87	100,00
Outubro	93,29	98,86	100,00
Novembro	93,12	98,84	100,00
Dezembro	92,87	98,86	100,00



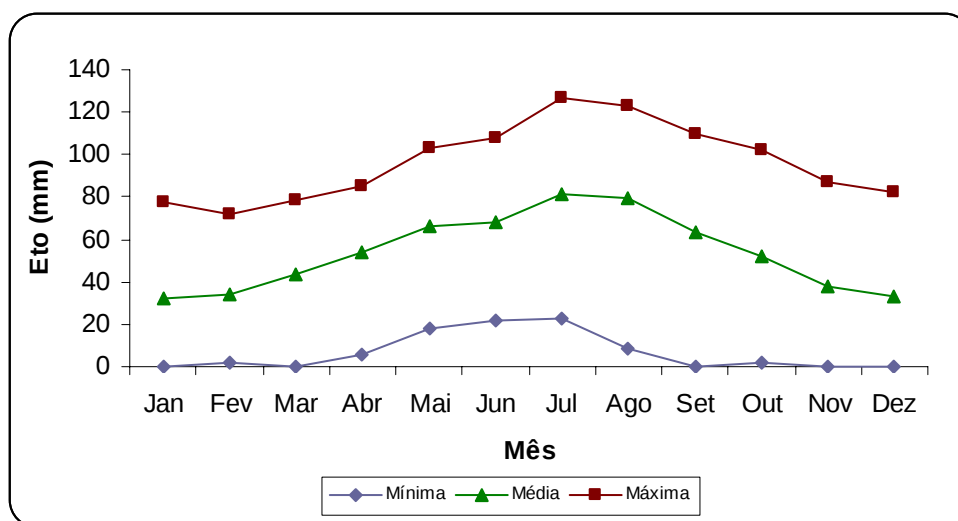
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da humidade relativa máxima para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Evapotranspiração de referência (ET_0)

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da evapotranspiração de referência para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Eto (mm)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	0,00	32,63	78,03
Fevereiro	2,24	33,69	71,48
Março	0,34	43,31	78,96
Abril	5,28	53,71	84,93
Maio	17,61	66,15	103,42
Junho	21,48	67,91	107,37
Julho	23,13	81,39	126,51
Agosto	8,31	79,29	123,44
Setembro	0,00	63,65	109,32
Outubro	1,86	51,56	101,96
Novembro	0,33	37,43	87,00
Dezembro	0,00	33,45	82,52

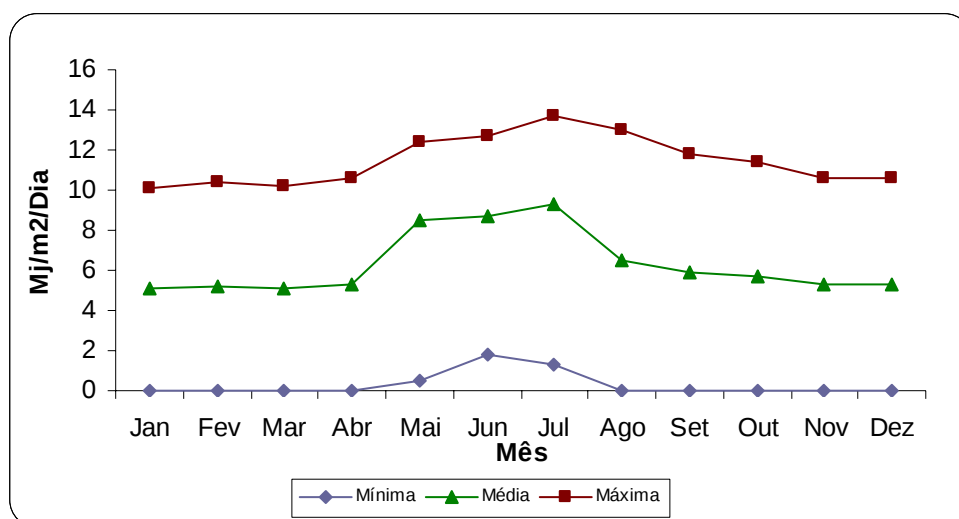


Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da evapotranspiração de referência para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.

**Radiação N**

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RN para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

RN (MJ/m2/dia)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	0,00	5,06	10,12
Fevereiro	0,00	5,19	10,37
Março	0,00	5,10	10,20
Abril	0,00	5,30	10,60
Maio	0,45	6,44	12,42
Junho	1,82	7,29	12,75
Julho	1,32	7,50	13,67
Agosto	0,00	6,51	13,02
Setembro	0,00	5,90	11,81
Outubro	0,00	5,71	11,42
Novembro	0,00	5,29	10,57
Dezembro	0,00	5,29	10,58

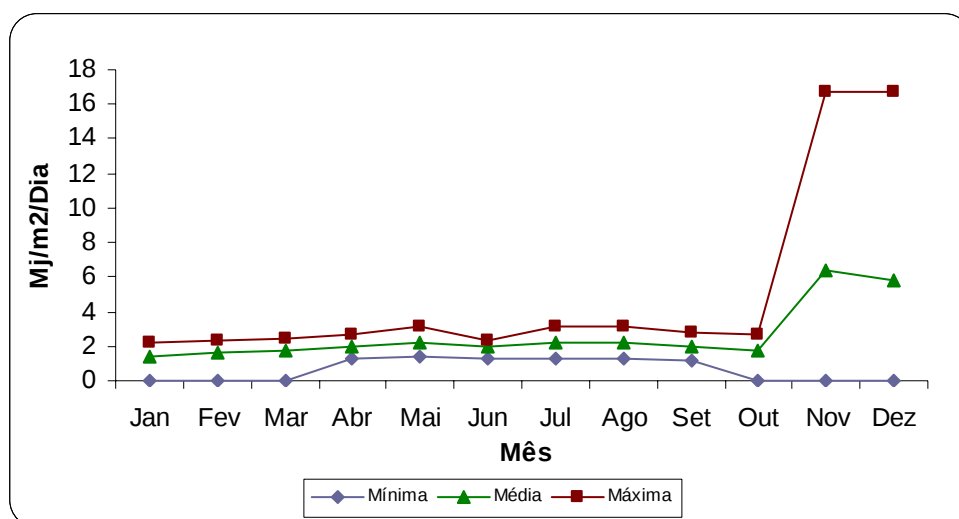


Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RN para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.

**Radiação NL**

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RNL para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

RNL (MJ/m ² /dia)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	0,00	1,10	2,19
Fevereiro	0,00	1,19	2,38
Março	0,00	1,25	2,49
Abril	1,26	1,97	2,68
Maio	1,38	2,25	3,12
Junho	1,23	1,80	2,36
Julho	1,33	2,24	3,15
Agosto	1,30	2,22	3,14
Setembro	1,22	2,03	2,84
Outubro	0,00	1,32	2,63
Novembro	0,00	8,35	16,71
Dezembro	0,00	8,35	16,69



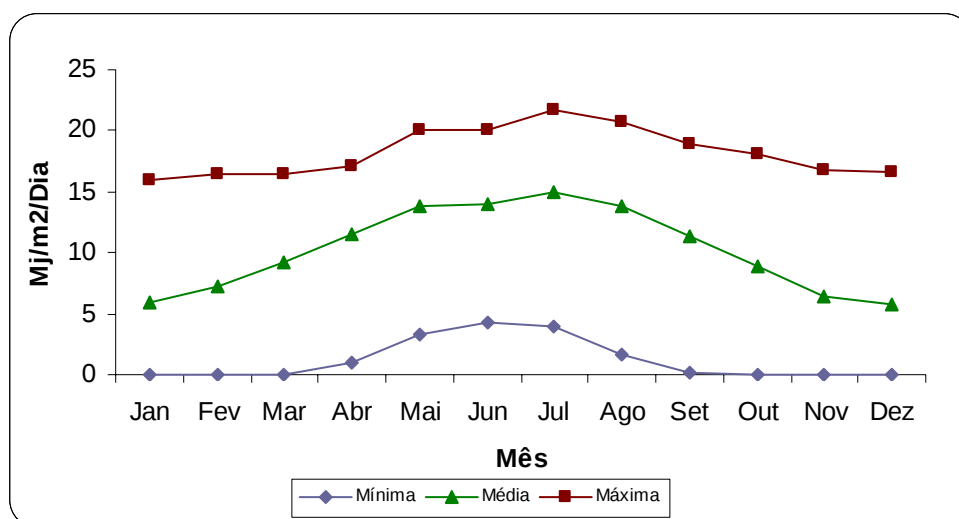
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RNL para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



Radiação S

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RS para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

RS (MJ/m2/dia)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	0,00	5,87	15,95
Fevereiro	0,00	7,32	16,52
Março	0,00	9,23	16,43
Abril	0,99	11,58	17,17
Maio	3,31	13,88	20,07
Junho	4,36	13,96	20,01
Julho	3,96	15,00	21,63
Agosto	1,62	13,85	20,76
Setembro	0,12	11,29	18,83
Outubro	0,00	8,80	18,12
Novembro	0,00	6,42	16,71
Dezembro	0,00	5,78	16,69

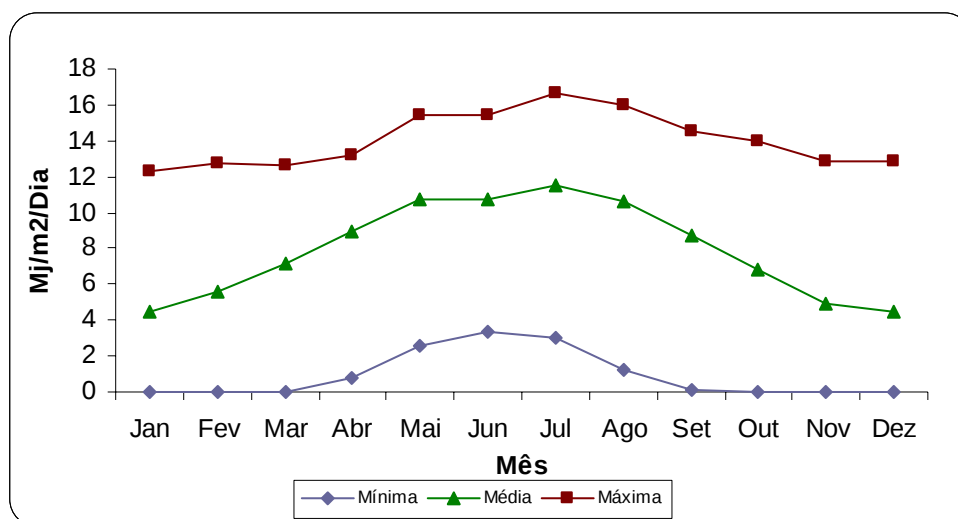


Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RS para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.

**Radiação NS**

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RNS para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

RNS (MJ/m2/dia)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	0,00	6,14	12,28
Fevereiro	0,00	6,36	12,72
Março	0,00	6,33	12,66
Abril	0,76	6,99	13,22
Maio	2,55	10,69	15,46
Junho	3,35	10,75	15,41
Julho	3,05	11,55	16,66
Agosto	1,25	10,66	15,99
Setembro	0,09	8,69	14,50
Outubro	0,00	6,78	13,96
Novembro	0,00	4,95	12,87
Dezembro	0,00	4,45	12,86



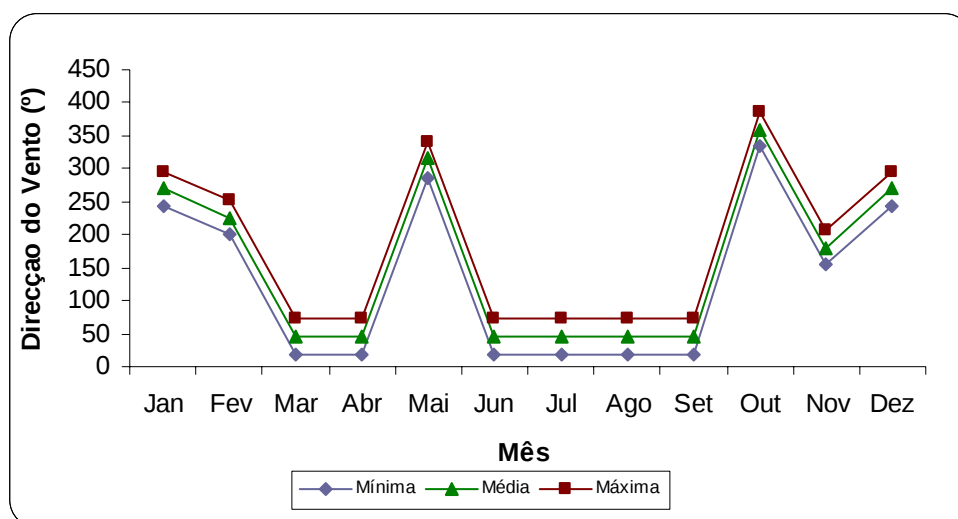
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da RNS para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



Direcção do vento

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da direcção do vento para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Direcção do Vento (°)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	242,21	269,25	294,25
Fevereiro	199,24	225,13	253,03
Março	19,25	45,13	73,03
Abril	19,25	45,13	73,03
Maio	286,97	314,89	340,76
Junho	19,25	45,13	73,03
Julho	19,25	45,13	73,03
Agosto	19,25	45,13	73,03
Setembro	19,25	45,13	73,03
Outubro	334,56	359,74	386,78
Novembro	155,75	1180,75	207,79
Dezembro	242,21	269,25	294,25



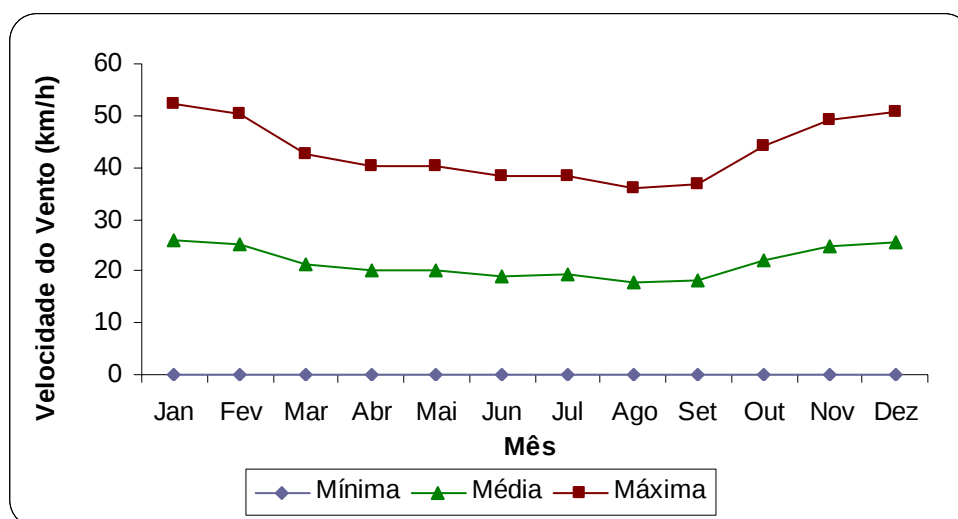
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da direcção do vento para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



◆ Velocidade do vento

Valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da velocidade do vento para a ilha de Santa Maria, resultantes do Modelo CIELO

Velocidade do Vento (km/h)	Mínimo	Média	Máximo
Janeiro	-32,33	38,31	52,13
Fevereiro	-31,33	37,12	50,51
Março	-26,42	31,31	42,60
Abril	-24,86	29,46	40,09
Maio	-24,97	29,59	40,30
Junho	-23,75	28,14	38,29
Julho	-23,86	28,27	38,47
Agosto	-22,30	26,42	35,95
Setembro	-22,74	26,95	36,67
Outubro	-27,31	32,36	44,04
Novembro	-30,55	36,19	49,25
Dezembro	-31,55	37,38	50,87

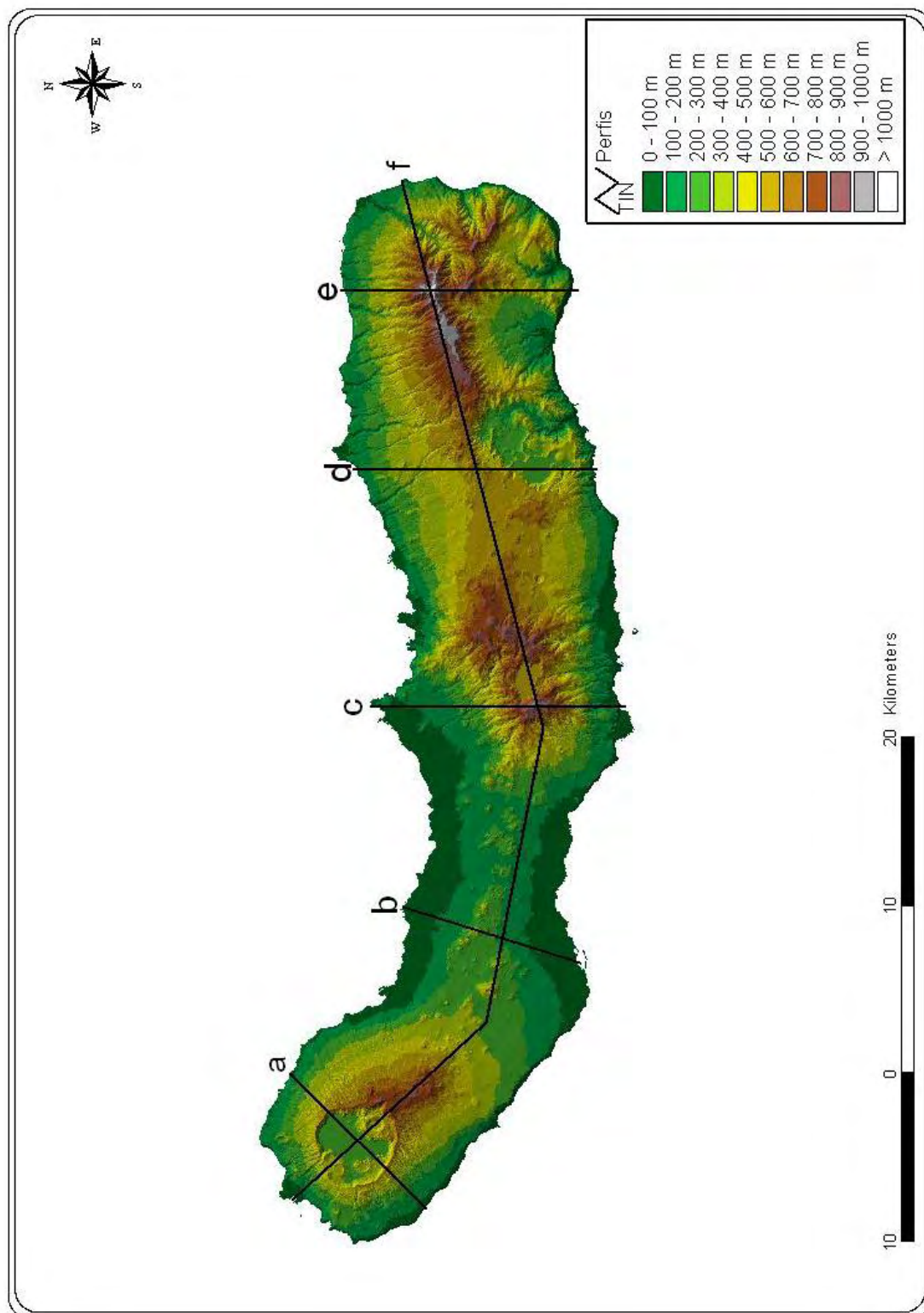


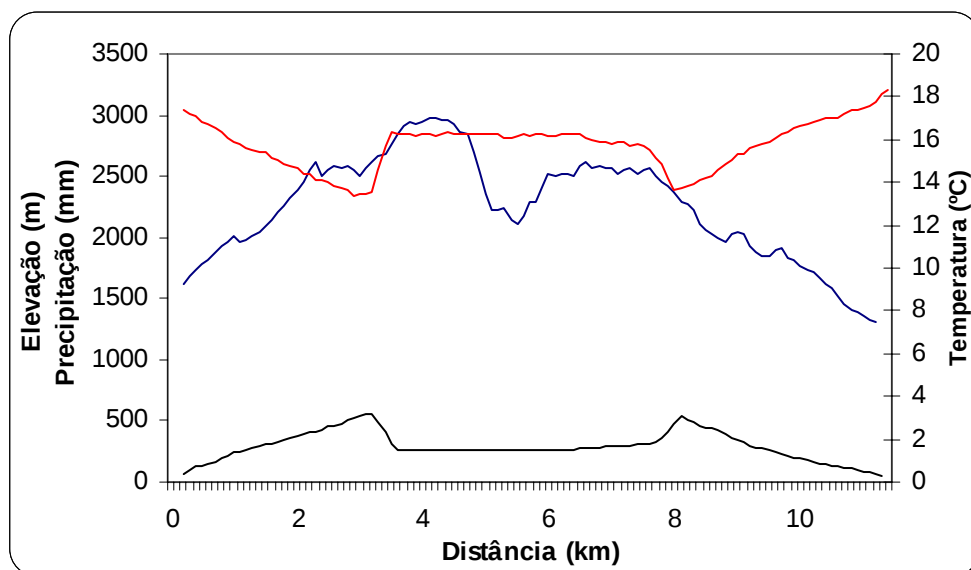
Variação gráfica dos valores Mínimos, Médios e Máximos mensais da velocidade do vento para a ilha de Santa Maria resultantes do Modelo CIELO.



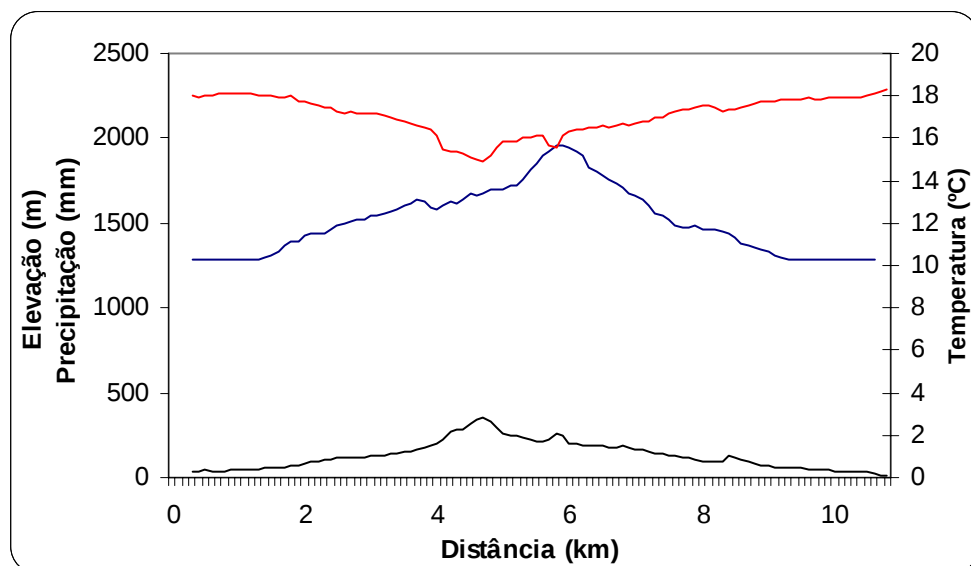
III.1.2 PERFIS CLIMÁTICOS

III.1.2.1 São Miguel

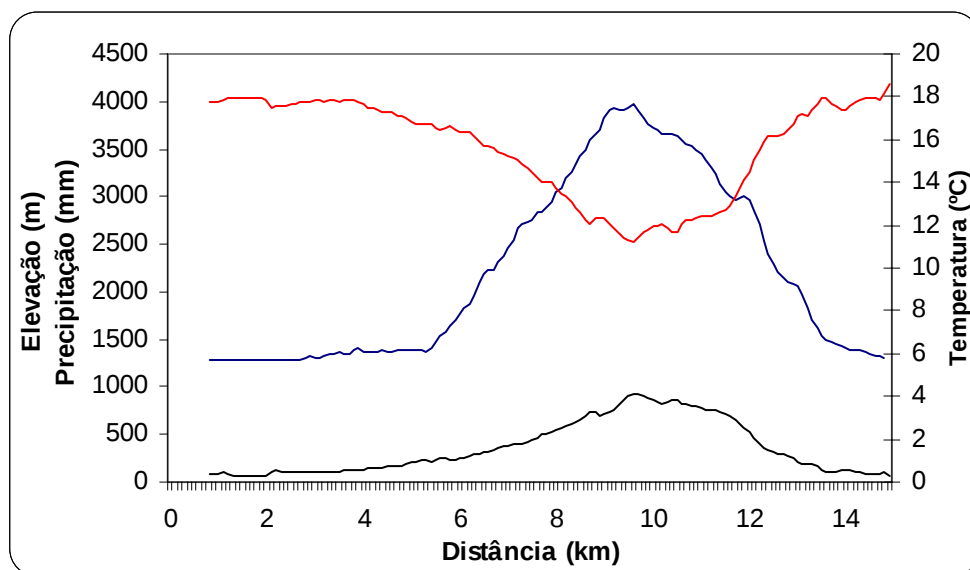




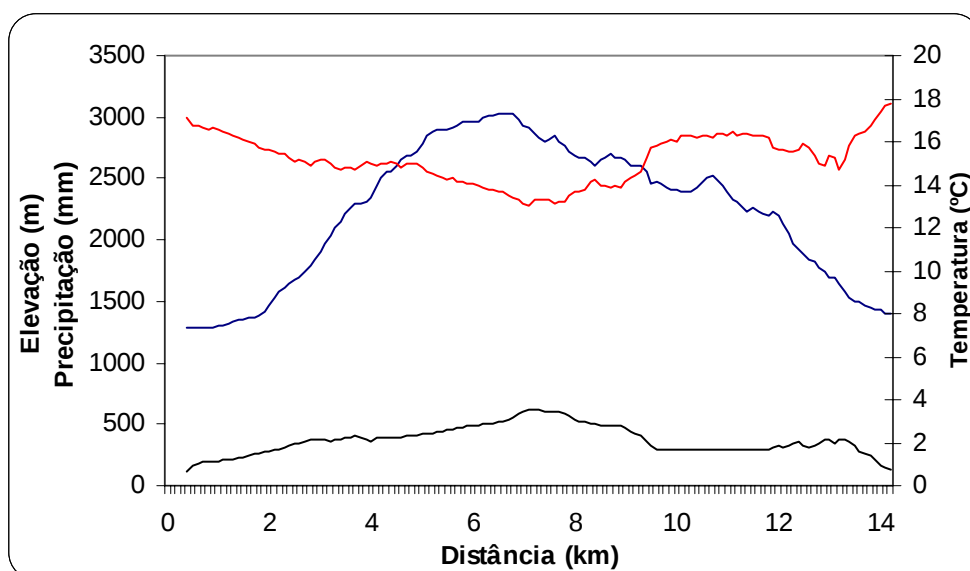
Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil **a**, eixo N-S.



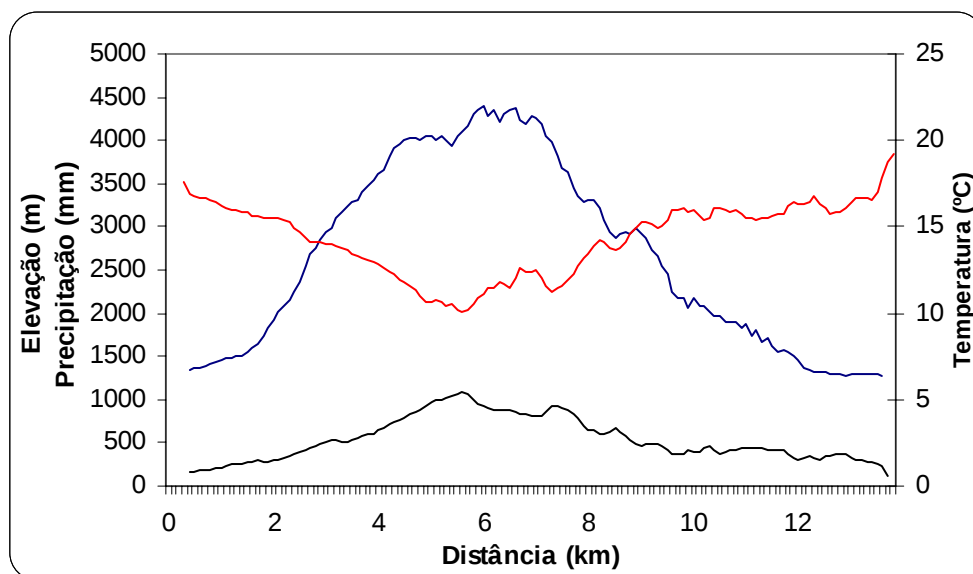
Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil **b**, eixo N-S.



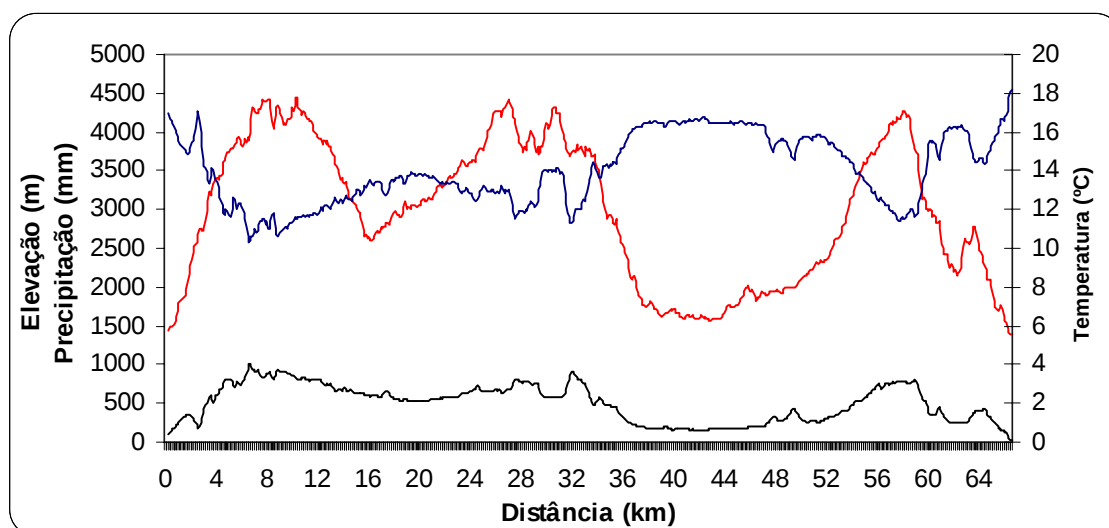
Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil **c**, eixo N-S.



Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil **d**, eixo N-S.



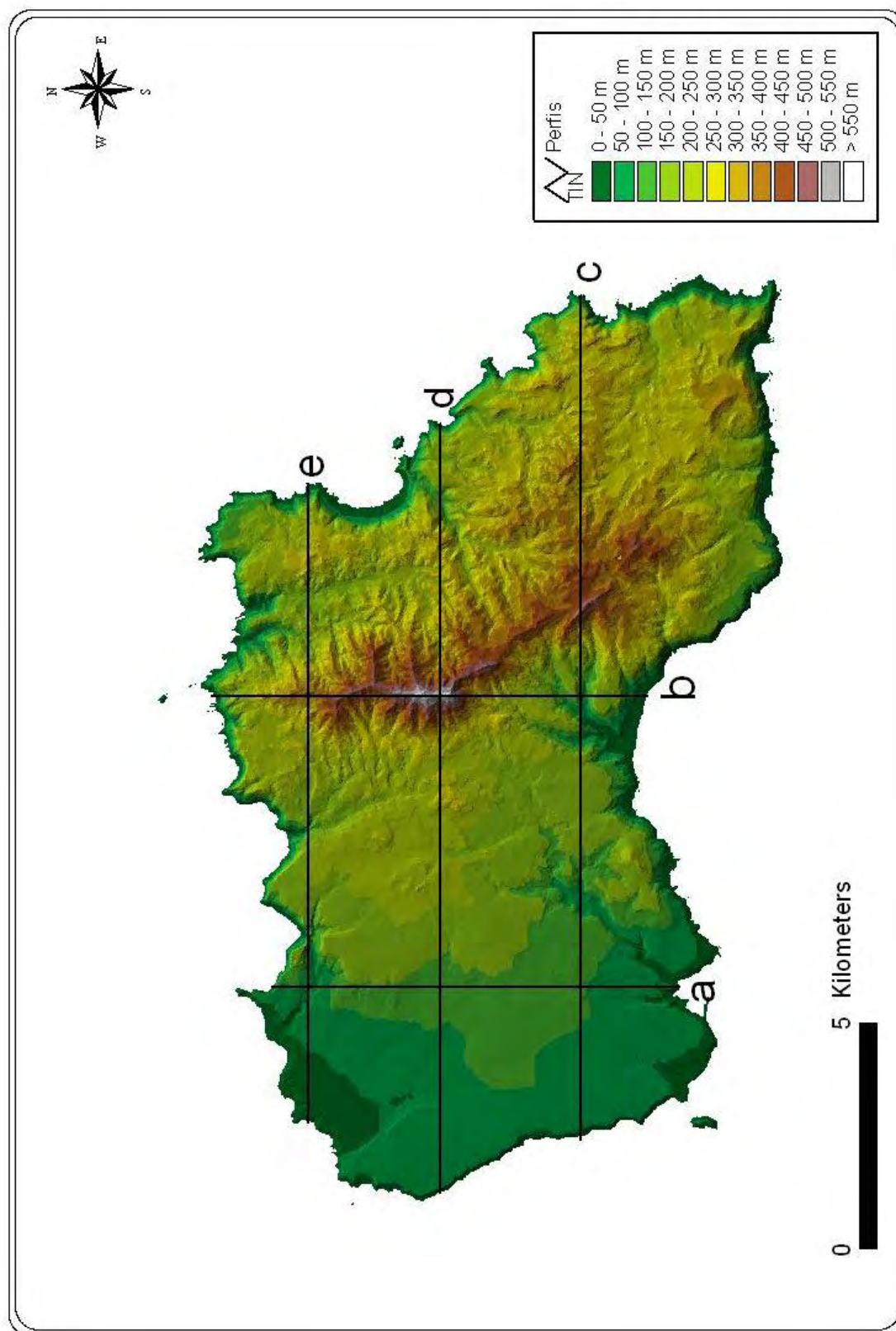
Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil e, eixo N-S.

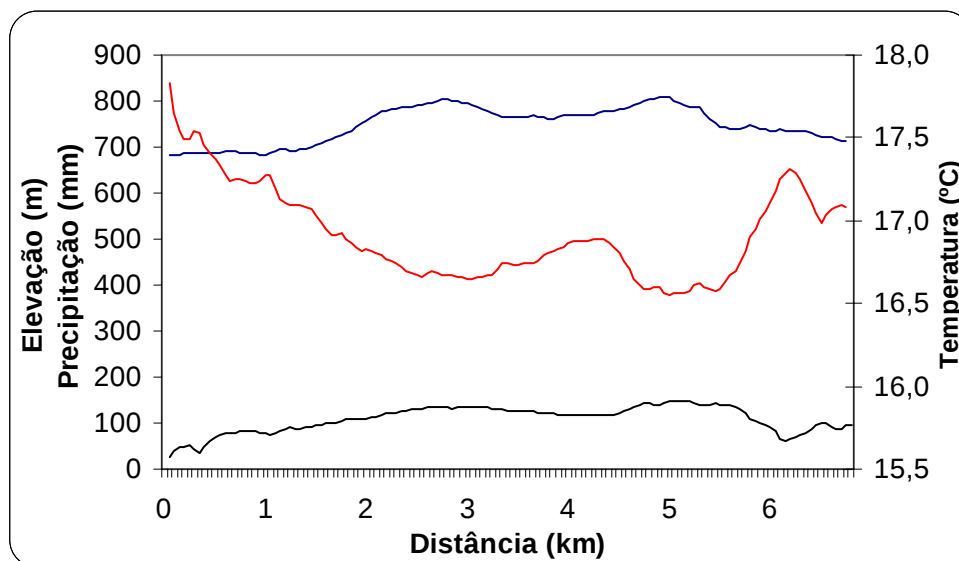


Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil f, eixo E-O.

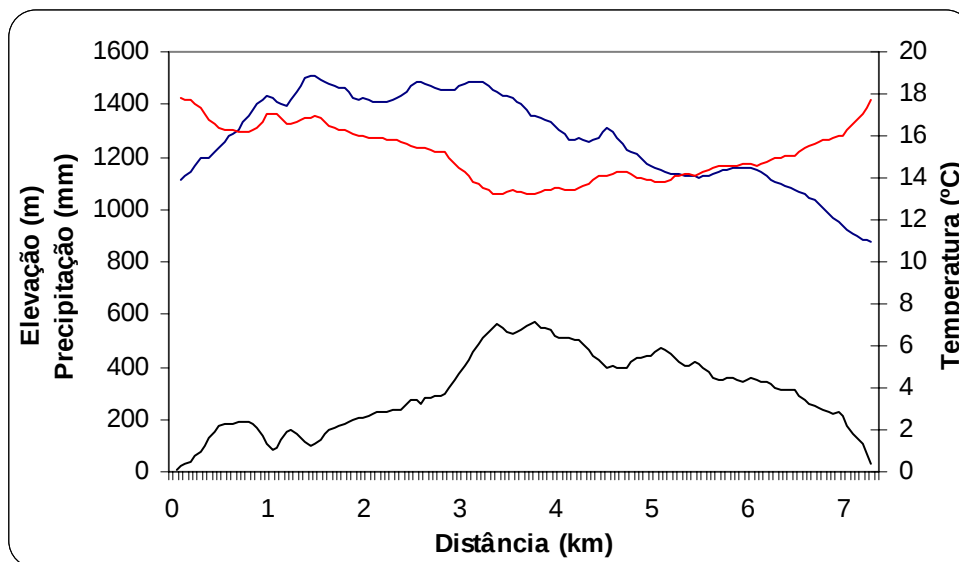


III.1.2.2 SANTA MARIA

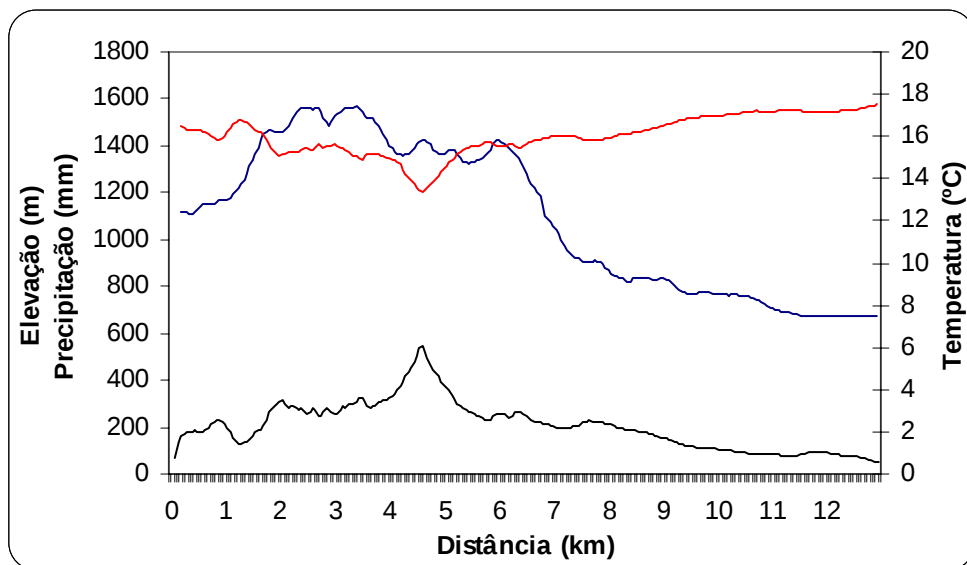




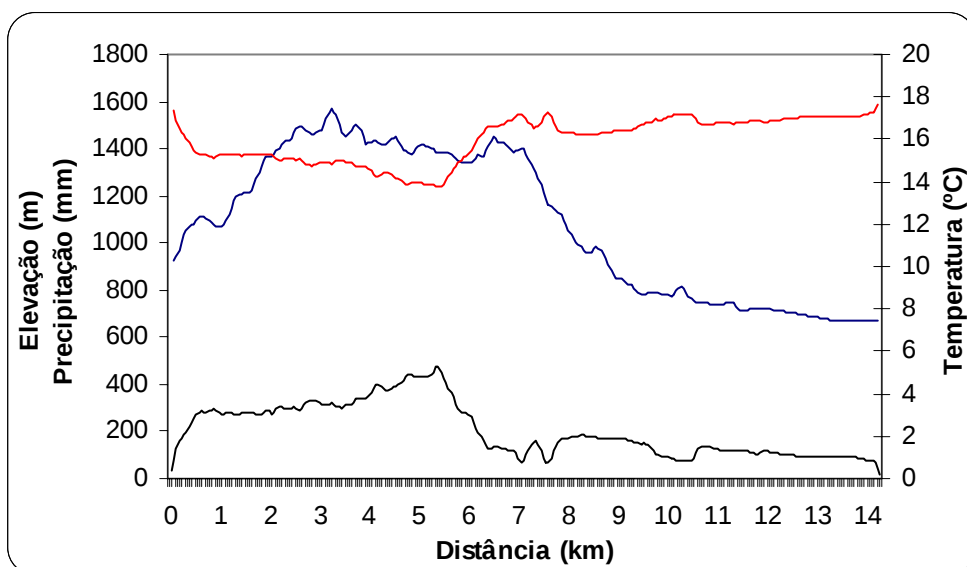
Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil **a**, eixo S-N.



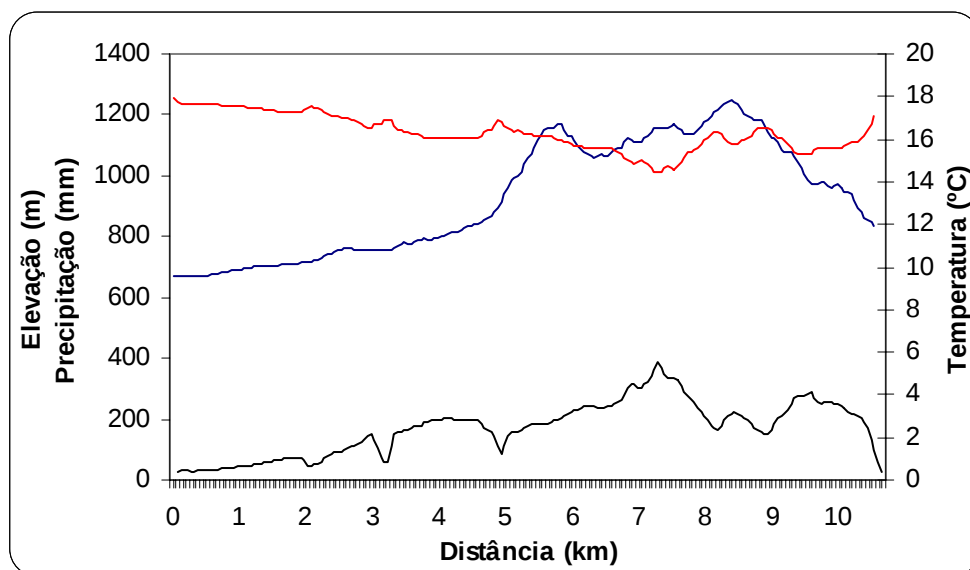
Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil **b**, eixo S-N.



Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil **c**, eixo E-O.



Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil **d**, eixo E-O.

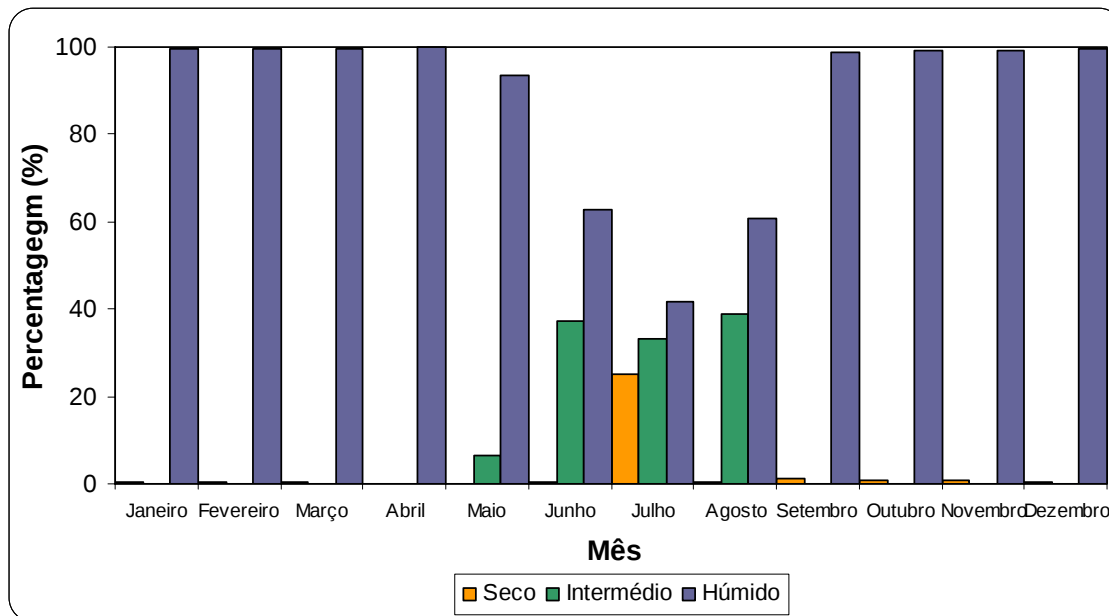


Variação da temperatura e da precipitação ao longo do perfil e, eixo E-O.

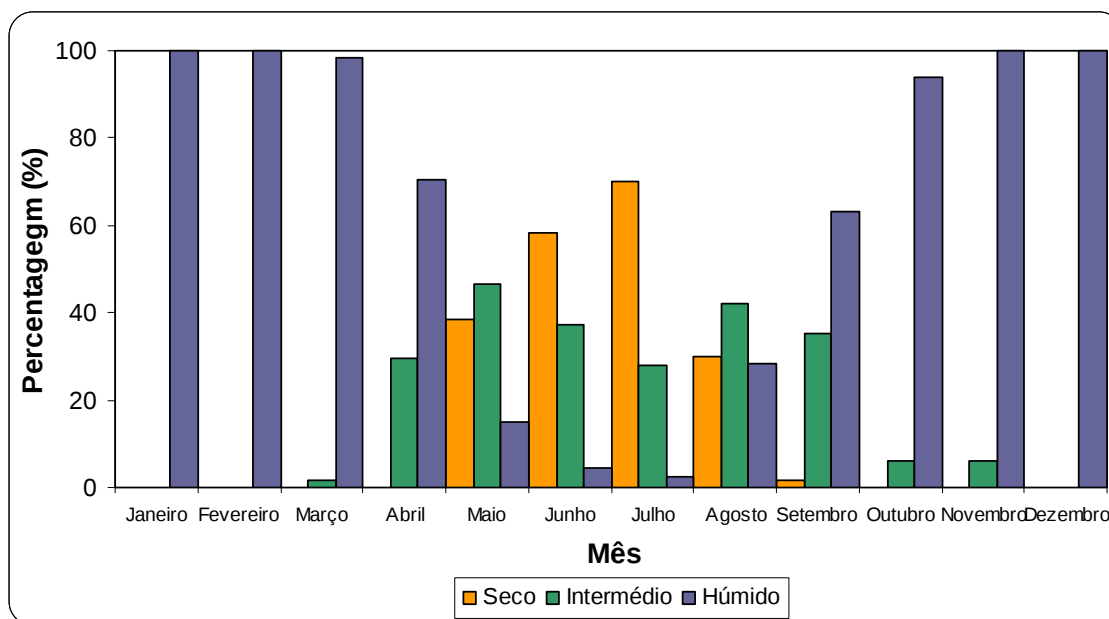


III.1.3 ÍNDICES CLIMÁTICOS

III.1.3.1 Índice de Humidade



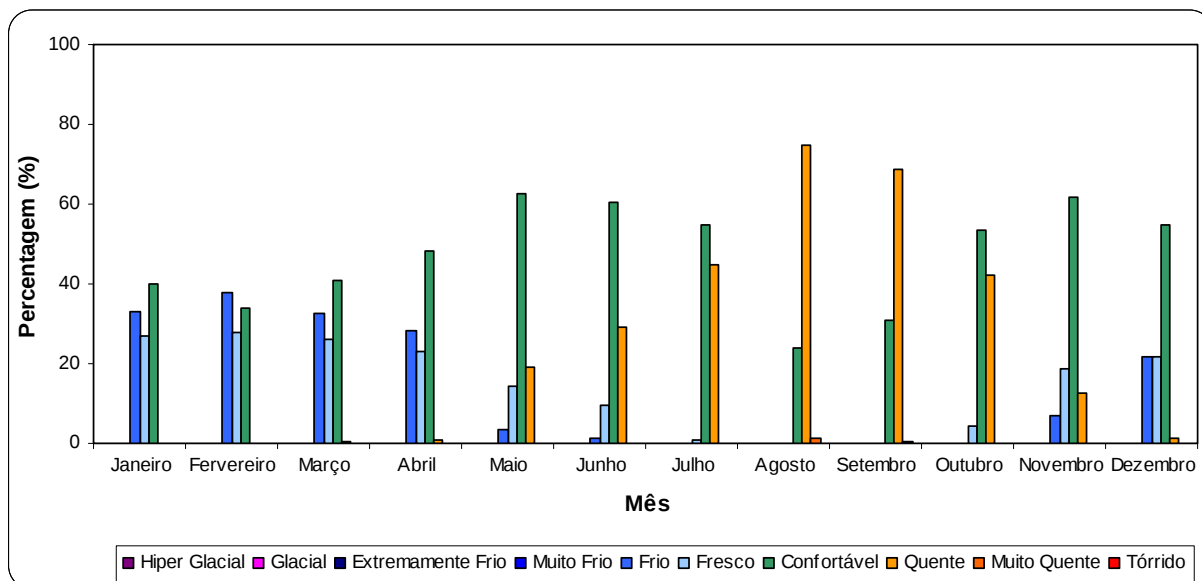
Variação mensal do Índice de Humidade para a ilha de São Miguel.



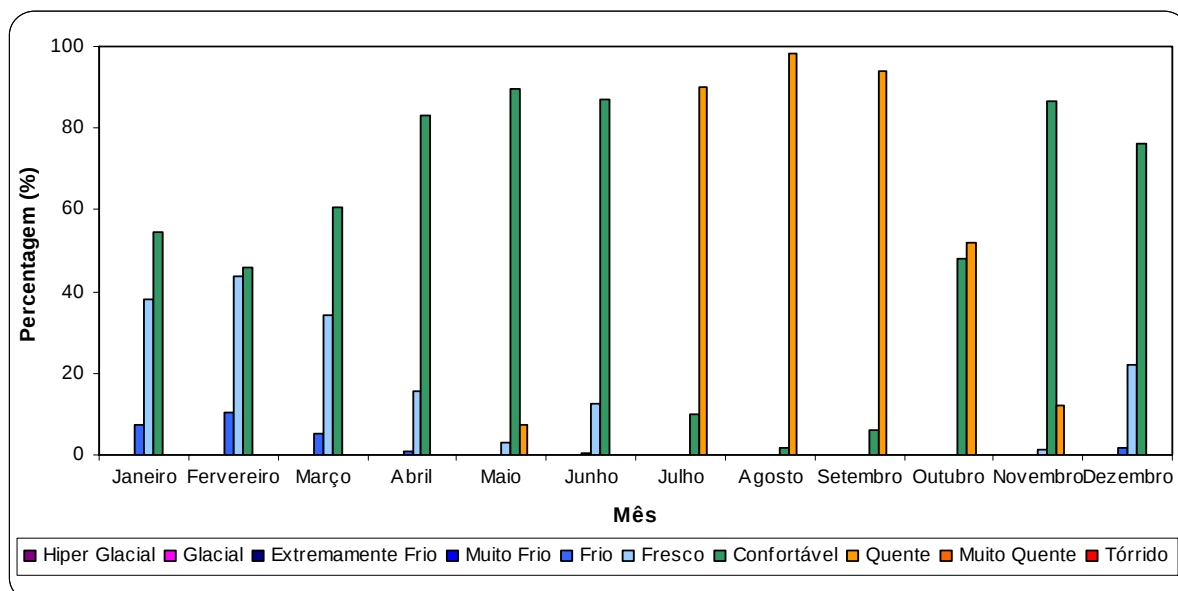
Variação mensal do Índice de Humidade para a ilha de Santa Maria.



III.1.3.2 Índice Temperatura-humidade



Variação mensal do Índice de Temperatura-Humidade para a ilha de São Miguel.



Variação mensal do Índice de Temperatura-Humidade para a ilha de Santa Maria.