ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

RELAÇÃO ENTRE ALTITUDE E TEMPERATURA: UMA CONTRIBUIÇÃO AO ZONEAMENTO CLIMÁTICO NO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

FRITZSONS, Elenice – elenice.fritzsons@embrapa.br
Embrapa Florestas

MANTOVANI, Luiz Eduardo – lem@ufpr.br
Universidade Federal do Paraná

WREGE, Marcos Silveira – marcos.wrege@embrapa.br
Embrapa Florestas

RESUMO: A relação da altitude com a temperatura é especialmente importante para as regiões tropicais e subtropicais onde uma diferença altitudinal de algumas centenas de metros provoca mudanças sensíveis no ambiente, adaptação da biota e consequente sucesso na introdução de espécies para cultivo agrícola. A temperatura do ar sofre alterações com a altitude, latitude e longitude e em função do relevo cada local pode apresentar um gradiente térmico específico. Neste trabalho, o Estado de Santa Catarina foi delimitado em grupos climáticos homogêneos e se estabeleceram análises de correlação entre a temperatura média de janeiro, de julho e média anual, com as respectivas altitudes dos grupos assim formados. A correlação da altitude com a temperatura média anual de janeiro, considerando dados de 44 estações meteorológicas, foi mais forte comparada à temperatura média de julho. Para os coeficientes de correlação mais elevados foram obtidas retas de regressão linear simples e os respectivos coeficientes de determinação das retas. O gradiente térmico médio obtido para o conjunto de todas as estações do Estado foi de -1ºC/213m, o que equivale a uma redução de aproximadamente 0,48ºC a cada 100 metros de altitude. Foram também obtidos gradientes térmicos médios em função da latitude e longitude. A altitude, latitude e longitude, nesta ordem, influenciam a temperatura média do ar.

PALAVRAS-CHAVE: gradiente térmico, zoneamento, clima

RELATIONSHIP BETWEEN ALTITUDE AND TEMPERATURE: A CONTRIBUITION TO CLIMATIC ZONNING FOR THE STATE OF SANTA CATARINA, BRAZIL.

ABSTRACT: Altitude and temperature relationships are especially important for the tropical and subtropical regions, where an altitudinal increase of some hundred meters changes the environmental conditions and leads sensitive adaptation of the biota and this is very important for cultivation. Average air temperature changes with altitude, latitude and longitude and also each location, have his specific thermal gradients related to these parameters. In this work, the State of Santa Catarina was delimited in homogeneous climate subregions and analyses were made of correlation between average temperature in January, July and average annual with their altitudes of groups formed. The correlation between altitude and average January temperature, considering 44 meteorological stations, was in general, stronger than that for July. For the higher correlation coefficients were obtained straight lines and their coefficients of determination with simple linear regression. The average thermal gradient obtained for the set of all stations of the state, was -1ºC/213 m, what means a reduction of 0,48ºC per each 100 m. Average thermal gradients were obtained as a function of latitude and longitude. The altitude, latitude and longitude, in that order, almost completely determine the average temperature of the air.

KEYWORDS: thermal gradient, zoning, climate.

1. INTRODUÇÃO

A interação resultante da precipitação e temperatura, em grande escala, condiciona a distribuição dos diversos biomas da Terra. O sucesso da instalação

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

de cultivos agrícolas com espécies, na grande maioria das vezes, exóticas ao local de plantio, depende da adaptação das mesmas ao clima e solo. É necessário que a precipitação e a temperatura sejam semelhantes a dos locais de origem, de acordo com a exigência das espécies, sendo que este conceito é a base para se efetuar os zoneamentos climáticos. Em termos globais, a temperatura se altera em função da latitude, longitude e altitude e, em temos microclimáticos, depende do relevo, da exposição de encostas ao sol e ao vento, da proximidade de áreas alagadas, marítimas, etc.

O Estado de Santa Catarina está situado na Região Sul do Brasil e possui uma área de 95.483 km^2, com mais 502 km^2 de águas territoriais, totalizando 95.985 km^2, correspondente a 1,12 % da área brasileira e 16,61% da Região Sul (PANDOLFO ET AL, 2002). Apresenta paisagens bastante diversificadas, com forte diversidade climática, geomorfológica, pedológica e de uso e ocupação da terra.

Não há estação seca em Santa Catarina, pois o clima, de acordo com a classificação de Köppen (OMETO, 1981) é o mesotérmico úmido (sem estação seca) - Cf, incluindo dois subtipos, Cfa e Cfb. O estado está localizado em zona subtropical e sofre influência de diversas formas de circulação atmosférica, recebendo tanto fluxos de umidade atlântica pelo quadrante leste, quanto correntes úmidas de origem amazônica pelo quadrante noroeste. Invasões de ar mais frio e, normalmente, mais seco ocorrem com certa frequência pelos quadrantes sul e sudoeste (WREGE, 2013).

A relação direta da altitude com a temperatura é especialmente importante para as regiões tropicais e subtropicais, onde uma diferença altitudinal de algumas centenas de metros provoca mudanças sensíveis no clima, no solo, na vegetação natural e, consequentemente, na adaptação das espécies animais e vegetais e na aptidão para vários sistemas de uso da terra.

A temperatura do ar normalmente decresce com a elevação da altitude numa proporção de, aproximadamente, 1ºC/100m (gradiente adiabático ar seco). Esta taxa de arrefecimento ocorre, pois uma massa de ar seco em ascensão está sujeita a pressão cada vez menor, expandindo seu volume e diminuindo a temperatura, isto é, transformando energia térmica em energia potencial. Como este gradiente térmico depende da saturação do ar, o decréscimo da temperatura média com a altitude se situa em torno de 1ºC a cada 180 metros (DURY, 1972).

Há vários estudos que analisam as relações existentes entre latitude, longitude, altitude e temperatura e isto é especialmente importante pelo fato de que a rede de estações meteorológicas ainda permanece incipiente no Brasil, com exceção do Estado de São Paulo. Procura-se determinar, através de equações de regressão múltiplas, a temperatura de regiões onde não há monitoramento climático ou onde ele é escasso, a exemplo de trabalhos

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

desenvolvidos por OLIVEIRA NETO et al., 2002; MEDEIROS et. al., 2005; CARGNELUTTI et al., 2006; DIEDRICH et. al., 2007. Entretanto, para grandes regiões, a divisão da área em compartimentos menores de clima mais homogêneo é favorável para um melhor ajuste das retas de regressão (OLIVEIRA NETO et al., 2002).

Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho se volta ao estudo da relação entre altitude e temperatura, a fim de definir um coeficiente vertical médio de temperatura para o Estado de Santa Catarina e também setorizar esse índice para regiões de clima semelhantes no Estado, utilizando para isto, equações de regressão linear.

Como objetivo secundário, busca se avaliar a importância relativa da altitude, latitude e longitude na alteração da temperatura média anual, com a obtenção de um intervalo de gradiente de alteração da temperatura com a latitude e longitude para o estado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de 44 estações meteorológicas do estado de Santa Catarina e foram submetidos à análise de agrupamento os valores médios das variáveis térmicas (temperatura média, mínima e máxima de janeiro e de julho e média anual) e, ainda, a latitude e longitude, convertidas em graus, de cada estação, para compor grupos de estações semelhantes no Estado. A média anual de janeiro foi escolhida por se referir, em média, ao mês mais quente e a de julho, ao mais frio do ano. A análise se agrupamento foi escolhida por ser bastante útil para reunir indivíduos com características semelhantes e inúmeros trabalhos que envolvem informações ambientais têm sido realizados desta forma (FRITZSONS et al, 2008; 2011, 2011a; CHIERICE ; LANDIM, 2014, KELLER FILHO et al., 2005; EVERRITT, 1993). É fundamental que, na análise de agrupamento, seja definida uma medida de similaridade ou de distância entre os grupos a serem formados (KELLER FILHO et al., 2005; EVERITT, 1993). Neste caso, foi escolhida a medida métrica Euclidiana, porque as variáveis classificatórias selecionadas são medidas reais. A escolha do número de grupos a serem usados baseou-se na análise gráfica do 'Dendograma' e da 'Distancia de Aglomeração'.

Depois de formados os grupos, eles foram analisados separadamente quanto à correlação (correlação linear de Pearson) entre a altitude das estações e as temperaturas (janeiro, julho e média anual) de cada estação e, assim, foi obtido um coeficiente de correlação médio (r) e também um geral, para o conjunto formado por todas as estações do Estado.

Para os coeficientes de correlação de maiores magnitudes, foram obtidas retas de regressão e os respectivos coeficientes de determinação das retas (r^2). Assim, obteve-se o gradiente térmico médio para todo o Estado e também o

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

setorial, ou seja, para os grupos formados pela análise de agrupamento. O gradiente térmico foi composto para o mês de janeiro, a exemplo do trabalho para o estado do Paraná de Fritzsons et al. (2008). A verificação da significância dos valores do coeficiente de regressão linear foi baseada no teste F obtido a partir da ANOVA.

Para obter o gradiente térmico latitudinal e longitudinal e de posse de dados organizados em planilhas, foram compostas duas tabelas relacionando a alteração da temperatura média anual, média anual de janeiro e média anual de julho em função da latitude e longitude. Exemplificando-se, para obter o gradiente térmico latitudinal procurou-se, inicialmente, locais de longitudes próximas, mas com latitudes distantes umas das outras e com uma diferença altimétrica não muito superior a 50 metros. Para os locais selecionados, a diferença entre as temperaturas médias anuais, as de julho e janeiro, foram divididas pela distância latitudinal medida em graus e décimos de grau. Para obter o grau térmico longitudinal, procedeu-se de forma semelhante com locais situados em latitudes diferentes, mas com altitudes e longitudes próximas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há forte variabilidade das condições climáticas e altitudinais do estado de Santa Catarina (tabela 1). Esta variabilidade foi observada no dendrograma resultante da aplicação da análise de agrupamento, onde se verificou a formação de dois grupos naturais: as áreas mais frias (grupo 1) e áreas mais quentes (grupo 2).

Tabela 1. Sumário estatístico
Table 1. Statistical summary

	Altitude (m)	Temp. média janeiro	Temp. média julho	Temp. média anual
Média (m)	577	22,2	13,3	17,9
Desvio padrão	463,2	2,12	1,86	2,01
Coef. de variação (%)	80,25	9,59	14,02	11,23
Valor mínimo (m)	2,0	17,2	9,5	13,4
Valor máximo (m)	1415	25,3	16,5	20,6
Amplitude (m)	1413	8,12	7,03	7,32

O primeiro grupo é composto pelas estações de Caçador, Fraiburgo, Matos Costa, Lages, Campos novos, Ponte Serrada, Serrana, Curitibanos, Lebon Regis, Campo Alegre, Rio Negrinho, São Bento do Sul, Irienópolis, Major Vieira, Videira, Ituporanga e São Joaquim e o segundo grupo com as demais estações (figura 1). Pode-se observar que o grupo 1 se localiza na parte norte, oeste e serrana do estado, embora tenha uma estação no Vale do Itajaí (Ituporanga). Já o grupo 2 se situa na faixa próxima ao litoral, de norte a sul do estado, em

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

altitudes que vão de 2 a 100 metros, outras no oeste, de 200 a 400 metros, e uma parte no vale do Itajaí. Estas são regiões mais quentes do Estado.

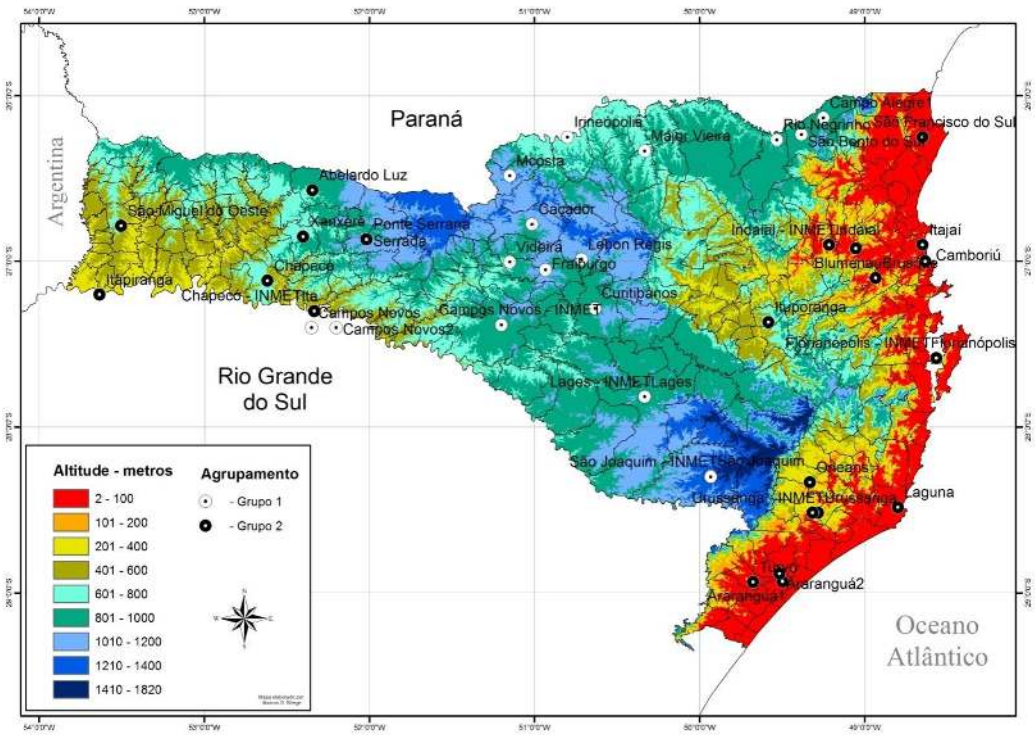


Figura 1. Estado de Santa Catarina e localização dos grupos 1 e 2.

O resultado da análise de correlação entre as temperaturas (média anual, média de janeiro e média de julho) e altitude para as estações pertencentes aos dois grupos de estações formadas pela análise de agrupamento (tabela 2) evidencia que:

Tabela 2. Correlação entre altitude e temperaturas (média anual, média de janeiro, média de julho) das estações meteorológicas pertencentes aos grupos e subgrupos.
Table 2. Correlation between altitude and temperatures (annual average, middle of January, middle of July) from meteorological stations belonging to the groups and subgroups

	Média anual		Janeiro		Julho		
Estações	r *	Intensidade da correlação	r *	Intensidade da correlação	r *	Intensidade da correlação	n
Todas	-0,91	FN	-0,92	FN	-0,91	FN	44
Grupo 1	-0,83	FN	-0,85	FN	-0,64	MN	21
Grupo2	-0,68	MN	-0,72	MN	-0,73	MN	23

Nota. * Todos os valores p da correlação de Pearson ficaram abaixo de 0,05, o que indica que os valores de correlação encontrados são significativamente diferentes de 0 a um nível de confiança de 95%

Nota: FN – fortemente negativa; MN – moderadamente negativa (SANTOS, 2007), r – coeficiente de correlação; n – número de casos estudados.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

1. Há uma correlação forte negativa da altitude com a temperatura média anual, com a temperatura média do mês de janeiro e a do mês de julho, quando se considera o conjunto de todas as estações;
2. Para o grupo 1, das estações frias, há uma correlação forte negativa com a temperatura média anual e também com a do mês de janeiro, e uma correlação moderada negativa com a temperatura de julho;
3. Para o grupo 2, há uma correlação moderada negativa com a temperatura média anual e a média de janeiro e a de julho.

Como resultado da análise de regressão entre altitude e temperatura média de janeiro (tabela 3), quando foram utilizados os dados de todas as estações, o coeficiente de determinação foi de 0,85%, o que significa que significa que 85% da variação de temperatura pode ser explicada pela diferença de altitude. Um valor semelhante foi obtido quando se considerou, ao invés do mês de janeiro, uma média da temperatura anual (0,84%) e foram utilizados os dados de todas as estações.

TABELA 3. Alteração (em oC) a cada 100 m de altura para as estações de Santa Catarina (temperatura do mês de janeiro e média anual)
TABELA 3. Change (in °C) to 100 m high in the meteorological stations of Santa Catarina (January and annual average temperature)

Janeiro	Estações	X=1	X=2	gradiente	Alteração ^{o}C/100m	N^{o} de estações	Coef. de determinação da reta
	Todas	4.817,9	4617,7	213	0,47	44	0,85
	Grupo 1	3517,2	3385,6	132	0,76	19	0,70
	Grupo 2	5450,9	5222,5	228	0,44	24	0,52
Média anual	Todas	4143,7	3933,1	210	0,48	44	0,84

Para o grupo 2 (áreas mais quentes), não foi possível explicar a alteração da temperatura apenas pela diferença de altitude, pois o coeficiente de determinação foi de 52%. Interpretando a equação da reta composta por todas as estações para o mês de janeiro, verifica-se, supostamente, que a temperatura de zero grau poderia ser atingida ao redor de 4973 metros de altitude, considerando uma média para todo o estado. Entretanto, considerando a temperatura média anual para Santa Catarina, obteve-se um coeficiente de determinação também bastante elevado (0,84) e a temperatura de zero grau seria atingida, em média, a 4314 metros (Figura 2).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

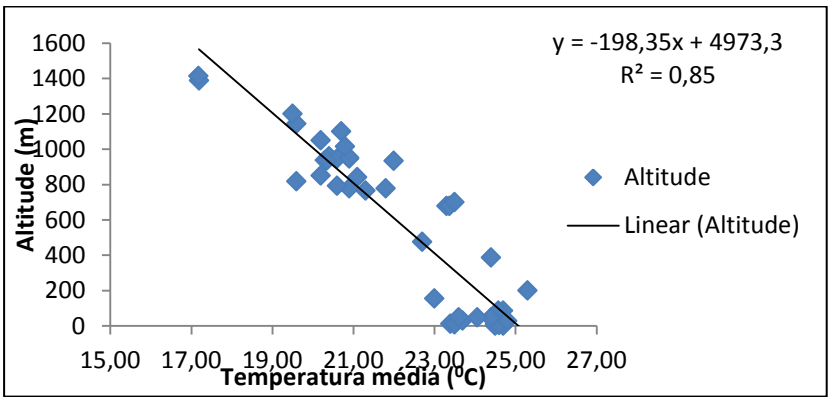


Figura 2. Alteração da temperatura média de janeiro e altitude para todas as estações.
Figure 2. Change in the average january temperature and altitude for all meteorological stations.

A longitude influencia na temperatura média do ar, mas de forma mais sutil que a altitude. A temperatura média anual se alterou entre 1,1 a 1,3 oC/grau de latitude sul, enquanto que a longitude (tabela 5) entre 0,2 a 0,6 oC/grau de longitude oeste.

Desta forma, conclui-se que há forte variabilidade nas condições climáticas e altitudinais para o estado de Santa Catarina (tabela 1). Isto se justifica em grande parte pelo relevo formado por vales, serras, planícies e planaltos. O relevo apresenta relação com o clima e, desta forma, temos os climas mais quentes do oeste e litoral e os mais frios na região serrana, de altitudes mais elevadas, por exemplo. O relevo vai desde a cota zero, no litoral, até a cota máxima, pouco superior aos 1800m, no Morro da Igreja, em Urubici. Esse tipo de relevo é originado pela presença de diversas direções estruturais que condicionam a dissecação hidrográfica e formam os vales, planícies e planaltos.

A análise de agrupamento separou de uma forma nítida o estado em dois grupos: um das áreas mais frias (grupo 1) e outro das áreas mais quentes (grupo 2). As áreas mais frias estão onde as altitudes, em geral, são mais elevadas e estão situadas na região serrana e no norte, nas áreas de maiores altitudes. A exceção é Ituporanga, que se situa a 475 metros de altitude, ou seja, já nas bordas do vale em direção à região Serrana. Essa é uma estação que ocupa um compartimento encaixado no Alto Vale do Itajaí e recebe escoamento de ar de resfriamento noturno das superfícies planálticas do seu entorno, um dos exemplos de microclimas dos vales. Outro destaque do grupo é a estação de São Joaquim, que se isolou das demais, conforme seria esperado, uma vez que é a localidade de média mensal de janeiro, julho e

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

anual mais baixa do estado, justificada pela sua altitude mais elevada, de 1440m.

As áreas mais quentes, pertencentes ao grupo 2, ficam mais dispersas no estado, estando presentes no leste, no vale do Itajaí e no oeste do estado, no vale do rio Uruguay. As temperaturas mais elevadas, em média, ocorrem em Florianópolis, Itapiranga (Vale do Uruguay) e São Francisco do Sul, ou seja, duas no litoral e uma no extremo oeste (figura 1)

Observando a correlação da altitude com a temperatura para janeiro (tabela 2), observa-se que para as estações do grupo 1 a temperatura deste mês apresentou uma correlação muito forte negativa (-0,85) com a altitude e para o mês de julho, uma correlação moderadamente negativa (-0,64). A correlação mais fraca da altitude com o inverno (julho) comparado ao verão (janeiro) já foi observada em trabalho semelhante realizado por Fritzsons et al. (2008) para o estado do Paraná e ocorre porque as baixas temperaturas de inverno na região sul são oriundas das entradas de frentes frias e essas massas de ar frio se dispersam de uma forma geral após poucos dias (3 a 5) e, assim, todos os locais de diferentes altitudes têm sua temperatura diminuída, tanto os vales que acumulam ar frio mais denso, tanto as áreas mais elevadas.

Deve se considerar também que no inverno, em julho, a manutenção da temperatura nos vales encaixados pode ser mais longa devido a inversões térmicas neste período. Desta forma, as temperaturas mais frias ficam mais bem distribuídas no espaço geográfico e os locais de altitudes mais elevadas não se diferenciam tanto dos outros de localidades de menores altitudes, ficando assim a temperatura mais homogênea.

O verão está pouco sujeito às massas de ar polar e, assim, os fatores locais como a altitude exercem uma maior influência na diminuição da temperatura do ar.

Para o grupo 2 houve uma correlação mais fraca da temperatura com a elevação da altitude, tanto para janeiro quanto para julho, e isto pode ser explicado pelo fato de que este grupo apresenta-se em situações diversas, geograficamente, e sua altitude, em média, é menos elevada que o grupo 1, ou seja, a altitude não se faz presente de forma tão marcante a ponto de exercer influência na temperatura. Para este grupo também não houve diferença na correlação entre a altitude e temperatura, tanto para inverno quanto para verão.

Outro aspecto importante a ser considerado em trabalhos como este é a questão da amostragem, pois de acordo com Fritzsons et al.(2008), no inverno a relevância de situações microclimáticas fica realçada devido à maior inclinação média dos raios solares e às inversões de temperatura. Assim, situações tais como fundos de vale, exposição diferencial de encostas (face

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

norte ou sul), áreas descampadas sujeitas a maior incidência de vento se tornam mais marcantes. A influência do microclima, além de dificultar a análise ainda pode, aparentemente, invalidá-la quando, no grupo estudado, há um reduzido número de estações, ou ainda, estações em cotas altimétricas muito próximas, o que não fornece variação suficiente para compor equações de correlação em face da influência dos demais fatores de sítio.

Os fundos de vale, incluindo as margens de rios e proximidades das escarpas são áreas climaticamente distintas, pois é onde ocorrem as maiores amplitudes térmicas diárias. Durante a noite há um esfriamento provocado pelo escoamento do ar frio noturno proveniente das vertentes e, durante o dia, há o aquecimento diurno, decorrente da ausência de ventos que possam levar este ar mais quente para fora das zonas de baixada. Assim, no inverno, as temperaturas mínimas noturnas são muito baixas e, no verão, as máximas diurnas são muito altas, extrapolando o que seria de se esperar para áreas de mesma altitude. MAACK (1981) observou esta situação em vales fluviais em Palmas, uma das localidades mais frias do estado do Paraná.

Para o Estado de Santa Catarina, como um todo, obteve-se a alteração de 0,48 ^{o}C / 100m para o mês de janeiro, com um alto coeficiente de determinação, sendo que o valor variou entre 0,44 (grupo 2) a 0,76 (grupo 1). Como um dado mais geral, Ometto (1981) cita a alteração de 0,6 ºC para cada 100 m de altitude. Bardin et al. (2010) encontraram para um setor do estado de São Paulo, considerado as temperaturas máximas, um coeficiente variando entre 0,8 e 1,0 °C e, para mínimas, entre 0,6 e 0,8 °C. O valor de 0,5 ºC para cada 100 m de altitude foi obtido por Maack (1981) no estado do Paraná. Fritzsons et al. (2008), também no Paraná, utilizando metodologia semelhante a utilizada neste trabalho obtiveram para o mês de janeiro 0,72^{o}C /100m como um valor médio para todas as estações daquele estado, sendo que a alteração variou entre 0,71 a 0,79 ^{o}C /100 m para as diferentes regiões.

Sendo assim, o gradiente térmico médio obtido para o conjunto de todas as estações de Santa Catarina para janeiro é inferior ao obtido no Paraná. Uma possível explicação pode ser encontrada no fato da maior frequência de estacionamento da Zona de Convergência do Atlântico Sul sobre Santa Catarina, o que eleva a umidade relativa em todos os níveis da troposfera. Assim, o gradiente altimétrico se afasta mais do adiabático seco que é bem maior que o úmido. Com efeito, observações e dados concorrem para essa explicação, pois ao contrário do que ocorre em grande parte do Paraná, Santa Catarina não chega a caracterizar alguma estação do ano como seca o que fica evidente considerando que o clima Cf da classificação de Koeppen está presente no estado.

O alto coeficiente de determinação obtido quando todas as estações foram consideradas para o mês de janeiro permite fazer extrapolação de ordem geral para o Estado, entretanto, deve-se levar em consideração as retas de

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

regressão apresentam valores que não são reais, isto é, não obedece a uma regressão linear, quando extrapolados para níveis mais elevados de altitude. Isto ocorre porque os perfis de sondagens atmosféricas mostram que, na verdade, a isoterma 0ºC se encontra normalmente mais elevada devido à predominância de correntes mais aquecidas de noroeste (MARENGO et al., 2004; STRECKER et al., 2008).

Quanto à alteração da temperatura em relação à alteração da latitude e longitude, observou-se que a razão da T média / grau de latitude situa-se num intervalo entre 1,18 ºC a 1,30 ºC, enquanto para a longitude variou entre 0,18 ºC a 0,62 ºC. No Paraná foram encontrados valores entre 0,54 ºC a 1,17 ºC para a latitude e de 0,22 ºC a 0,72 ºC para a longitude (Fritzsons et al, 2008). Alfonsi et al. (1974) encontraram um gradiente de 0,1 ºC para variação de cada grau de latitude em Goiás e Cargnelutti et al. (2006) encontraram uma diminuição de 0,2 ºC a 0,6 ºC da temperatura média a cada aumento no grau de latitude no Rio Grande do Sul. Assim sendo, os valores encontrados em Santa Catarina são superiores aos encontrados nos três estados com relação à latitude. Isto pode ser devido à metodologia utilizada para calcular estes valores. Pode-se supor que com um numero maior de estações, pois com número maior de estações os valores vão se aproximando de uma medida mais condizente com a realidade.

Com os valores obtidos neste trabalho fica claro que a altitude apresenta uma influência muito maior sobre a temperatura média anual, média anual de julho e média anual de janeiro, comparado à longitude e latitude, conforme afirmaram Ometo (1981), Cargnelutti et al. (2006) e Fritzsons (2008), pois um grau de latitude representa um pouco menos de 111 km de distância para o setor latitudinal de interesse. Para Santa Catarina verifica-se que as menores temperaturas ocorrem na zona serrana e isto ocorre pelo fato de que nestas regiões situam se nas altitudes mais elevadas do Estado.

Quanto à longitude, há uma tendência de elevação das temperaturas conforme o aumento da longitude, ou seja, para oeste. Entretanto, deve ser ressaltado que no oeste de Santa Catarina ocorrem também menores altitudes comparadas à zona central leste do estado.

Assim, nos trópicos, as grandes diferenças de temperatura em pequenas distâncias são principalmente decorrentes dos efeitos da variação da altitude e nebulosidade e não da latitude, podendo haver também grandes diferenças nas condições de temperatura entre os locais a barlavento e os situados a sotavento de uma montanha (OMETTO, 1981). Mesmo em zonas subtropicais, considerando a altitude e a latitude influenciando a temperatura média decendial do ar, Cargnelutti et al. (2006) concluíram que a altitude exerce maior influência que a latitude para o Estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, outros fatores climáticos, tais como variações de nebulosidade ao longo de encostas expostas as correntes de ar úmidas, podem influir, tanto acentuando

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

quanto atenuando os gradientes de variação da temperatura em relação à altitude (LINACRE, 1982)

No caso de Santa Catarina deve-se levar em conta a acentuada assimetria longitudinal do seu território dotado de uma fachada aberta para leste e um estreitamento para oeste. Assim, em relação às correntes atlânticas predominantes nos baixos níveis atmosféricos, em geral referidos a 850hPa, que geram os efeitos orográficos sobre o relevo do Estado, tem-se que as condições de barlavento vão ser muito mais numerosas do que a sotavento. Sob fluxo de leste toda as serras e bordas planálticas vão se encontrar a barlavento sendo o sotavento limitado às calhas mais estreitas do Iguaçu e do Uruguai. E é justamente a barlavento que o gradiente adiabático úmido sofre maiores reduções.

4. CONCLUSÕES

O método utilizado para desenvolver este trabalho separando, pela análise de agrupamento, as estações do estado em grupos climáticos, compondo a análise de correlação e as equações de regressão para cada grupo, mostrou-se eficiente para atingir os objetivos propostos.

Considerando um conjunto de 44 estações meteorológicas do estado a correlação entre a altitude e a temperatura média de janeiro é muito forte negativa e o mesmo ocorre para o mês de julho. Quando se considera as estações mais frias, que estão localizadas nas áreas mais altas, a correlação é muito forte para o mês de janeiro e moderadamente negativa para o mês de julho. Já, quando se considera o grupo de estações mais quentes do estado, a correlação da altitude é moderadamente negativa tanto para o mês de janeiro, quanto para o mês de julho. Isto se deve, provavelmente, aos microclimas locais e pelo fato de que as frentes frias estacionais do inverno podem tamponar as tendências de decréscimo de temperatura relativas a altitude.

O gradiente térmico médio para o mês de janeiro, obtido para o conjunto de todas as estações do Estado, foi de 213 metros, ou seja, há uma diminuição média de 1oC a cada 213 metros de ascensão vertical. Isto equivale a 0,47oC /100m. Este valor foi obtido a partir de uma reta de regressão com um coeficiente de determinação de 0,85%.

A altitude é o fator que mostrou maior influência sobre a temperatura, seguido respectivamente da latitude e longitude. A temperatura média anual apresentou uma variação entre 1,08ºC a 1,30ºC para cada grau de latitude e 0,18ºC a 0,62ºC para cada grau de longitude, aumentando para oeste.

A altitude é um fator importante para zoneamentos, bem como as situações topográficas, particularmente os fundos de vale, uma vez que estes

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

apresentam comportamento diferenciado face aos fatores climáticos. Assim, evidencia-se a necessidade de considerar estes fatores em zoneamentos, pois eles dependem de modelos que expressem as tendências, em função das variáveis regionalizadas de latitude, longitude e altitude.

Um estado que reúne em seu território ampla variabilidade de situações microclimáticas precisa contar com uma rede mais densa de estações meteorológicas e pluviométricas para que trabalhos com zoneamentos climáticos e outros, como este, possam obter um nível de previsibilidade climática mais assertiva.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R.R.; PINTO, H.S.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Estimativas das normais de temperaturas média mensal e anual do Estado de Goiás (BR) em função de altitude e latitude. Caderno de Ciências da Terra, v.45, p.1-6, 1974.

BARDIN, Ludmila; PEDRO JUNIOR, Mário J.; MORAES, Jener F. L. de. Estimativa das temperaturas máximas e mínimas do ar para a região do Circuito das Frutas, SP. Rev. brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 6, 2010 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000600008&lng=en&nrm=iso>. Data da disponibilidade: 05 Jan. 2015. http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000600008.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J. R. T; MATZENAUER, R.; STOLZ, Á. P. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decendial do ar no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n. 6, p. 893-901, 2006.

CHIERICE Natale; LANDIM JÚNIOR, Paulo Milton Barbosa. Análise de Chuva e vazão na bacia hidrográfica do rio Pardo. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 33, n. 2, p.244 -260, 2014. Disponível em: http://www.revistageociencias.com.br/33/volume33_2_files/33-2-artigo-06.pdf. Data da disponibilidade: 05/01/2015

DIEDRICH, V. L., FERREIRA, E. R, ECKHARD, R.R. Espacialização das estimativas das temperaturas mínimas, médias e mínimas anuais para o Vale do Taquari – RS – Brasil, pelo método de regressão linear. Anais . XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26, INPE, p. 153-159. 2007.

DURY, G. H. High temperature extremes in Austrália. Anais. Annals of the Association of American Geographers. 62 (3), 388–400. 1972.

EVERRITT, B.S. Cluster Analysis. 3nd ed. London: Heinemann Educational Books, 1993. 122 p.
FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. de. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado do Paraná. Revista de Estudos Ambientais, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. Ra'e ga: O Espaço Geográfico em Análise, Curitiba, v. 23, p. 555-572, 2011.

FRITZSONS, E.; BOGNOLA, I. A.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S.; CARVALHO JUNIOR, W. de; CHAGAS, C. da S. Carta de unidades edafoclimáticas para o Estado do

Paraná para plantios florestais. Colombo: Embrapa Florestas, 2011a. 24 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 223).

KELLER, T.; ASSAD, E.D.; LIMA, P.S. de R. Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, n.4, p.311-322, 2005.

LINACRE, E. The effect of altitude on the daily range of temperature. In: International Journey of Climatology, v.2, Issue 4, p. 375-382. 1982.

MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Ed., 1981. 442p.

MARENGO, JOSE A.; SOARES, WAGNER R.; SAULO, CELESTE; NICOLINI, MATILDE. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from the NCEP NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. Journal of Climate, v. 17, Issue 12, p.2261-2280. 2004. Disponível em: http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/saveFiles/1YKR MAJWGKD2LQA3DIMCFF4ADUNGIIV0_577_1.html >. Acesso em: 4 dezembro. 2014.

MEDEIROS, S.S.; CECILIO, R.A.; MELO JÚNIOR, J.C.F.; SILVA JUNIOR, J.L.C. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas e máximas na região nordeste do Brasil.
Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, p. 247 – 255. 2005.

OLIVEIRA NETO, S.N. de; REIS, G.G. dos; REIS, M. das G.F.; LEITE, H.G.; COSTA, J.M.N. da. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24º latitude sul e 48 e 60º longitude oeste. Engenharia na Agricultura, v.10, p.8-17, 2002.

OMETTO. J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 1981. 129-132 p.

STRECKER, M.R.; BOOKHAGEN, B., CHAMBERLAIN, P.;MULCH, A; SCHMITT, A.; Uba, C. Tectonics, surface processes and the South American Low-Level Andean Jet: insights from stable isotopes and sedimentary environments. Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008-A-12421, 2008, SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-12421 EGU General Assembly 2008. Disponível em :<http://www.cosis.net/abstracts/EGU2008/12421/EGU 2008-A-12421.pdf. .>. Acesso em: 20 ago. 2014.

SANTOS, Carla. Estatística Descritiva - Manual de auto aprendizagem, Lisboa. Edições Silabo. 264p. 2007

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P. da; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-Rom.

WREGE, M. S. et al. Evapotranspiração potencial. In: MATZENAUER , R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (org.). Atlas climático do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CEMETRS/FEPAGRO. 2013. 185p. Disponível em: <www.cemet.rs.gov.br/area/7/Atlas_Climático>. Acesso em: outubro de 2013.

Texto submetido à RBClima em 14/01/2015