

ANÁLISE DO CONDICIONAMENTO DA ALTITUDE NAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO NA MESORREGIÃO DO TRIANGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA

Luiz Antonio de Oliveira,
Universidade Federal de Uberlândia,
luizantonio@ig.ufu.br

Fernanda Endo Faleiros
Universidade Federal de Uberlândia
fefalleiros@hotmail.com

Juliana Andrade Silva dos Santos
Universidade Federal de Uberlândia
Juju1001@hotmail.com

CLIMATOLOGIA: APORTES TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

RESUMO

O objetivo deste artigo é analisar o condicionamento da altitude sobre as variáveis climáticas de temperatura e precipitação utilizando-se análise de correlação entre as variáveis citadas na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Para tanto, foram utilizados dados, período histórico de 1980 a 2011, coletados nas estações convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia, sendo elas, Araxá (83579), Capinópolis (83514), Frutal (83574), Ituiutaba (83521), Patos de Minas (83531) e Uberaba (83514). A organização e tratamento dos dados foram feitos em planilhas eletrônicas do software Microsoft Office Excel, e para a análise estatística foi utilizado o software SPSS Statistics 17.0. Os resultados demonstram que houve correlação fraca para a precipitação e uma correlação forte para a temperatura, com valores do coeficiente de Pearson R^2 de 0,1329 e 0,934, respectivamente nessa ordem. Na relação entre temperatura e altitude, o gradiente térmico observado não segue a variação do padrão que é de 0,6 °C/100 m. Em relação a precipitação o relevo não tem influência pois na há variação nos valores de precipitação.

ABSTRACT

The objective of this wording is to analyze the conditioning of altitude on climate variables of temperature and precipitation using correlation analysis between the variables mentioned in the Mesoregion of Triangulo Mineiro and Alto Paranaiba. For this, we used data, historical period from 1980 to 2011, collected in conventional stations of the Institute National of Meteorology, and them, Araxá (83,579), Capinópolis (83,514), Fruity (83 574), Ituiutaba (83,521), Patos de Minas (83,531) and Uberaba (83,514). The organization and data processing were done in the spreadsheet software Microsoft Office Excel, and statistical analysis software was used SPSS Statistics 17.0. The results demonstrate that there was a weak correlation for precipitation and a strong correlation to the temperature values of the Pearson coefficient R^2 of 0.1329 and 0.934 respectively in this order. In the relationship between temperature and altitude, the observed thermal gradient does not follow that pattern variation is 0.6 ° C/100 m. Regarding relief precipitation has no influence because there is variation in the amounts of precipitation.

Introdução

A climatologia estuda as atividades atmosféricas sendo essas, local ou mundial. Utiliza-se de dados coletados para fazer previsão e visualizar padrões climáticos e estes são de extrema importância

para a sociedade e também meio ambiente, já que o clima é um dos principais formadores do ambiente.

“Nas pesquisas geográficas que envolvem a climatologia e a meteorologia, os dados meteorológicos constituintes do sistema climático (variáveis climáticas) são os elementos sobre os quais a ciência se debruça para a elaboração de um caminho teórico-metodológico que culmine com a constatação de uma tese minuciosa e detalhada sobre o fato em questão” (Oliveira. A.G., 2009)

O estudo das condições físicas da atmosfera pode ser feito pela análise do comportamento dos elementos meteorológicos, sendo algum deles: a temperatura do ar, a pressão atmosférica, a umidade relativa do ar, a velocidade e direção do vento, a precipitação atmosférica e a radiação solar. Dentre todas as condições físicas da atmosfera, a precipitação e a temperatura podem ser consideradas como as mais importantes, pois são as que mais influenciam a vida na Terra. Com essa importância, Köppen criou um sistema de classificação climática que utiliza como base os dados de temperatura e precipitação, a classificação utiliza os valores médios mensais e anuais dos dados de precipitação e temperatura.

A precipitação na forma de chuvas, de acordo com o fator condicionante, pode ser classificada como orográficas, frontais ou Convectivas. A primeira forma ocorre quando há um impedimento topográfico, como um obstáculo para os ventos, assim o ar obrigado a se elevar para transpor o obstáculo resfria e fica saturado, levando a condensação. A chuva Frontal é aquela que é gerada através de uma instabilidade na atmosfera, causada basicamente pelo encontro de massas de ar com diferença térmica. As chuvas convectivas acontecem quando há nuvens de convecção (Cúmulos ou Cúmulos-Nimbos), com o aumento da concentração de vapor de água ou com o resfriamento da massa de ar, ocorre à saturação do ar no que resulta em chuvas intensas e fortes.

“A precipitação é uma das variáveis climáticas mais importantes. O conhecimento desta é de fundamental importância não só para caracterizar o clima do continente, mas também para o planejamento de inúmeras atividades produtivas, tais como agricultura, pecuária, geração de energia hidrelétrica etc. A variação de longo prazo desta variável afeta diversas atividades econômicas.” (FREITAS, A. C. V. 2010)

Assim como a precipitação pode ser ocasionada pelo relevo e pelo deslocamento de massas de ar, a variação temperatura também pode ser influenciada pelos mesmos fatores. A altitude e temperatura são duas grandezas inversamente proporcionais, assim quanto maior a altitude menor será a temperatura, essa relação pode ser expressa como sendo de $0,6^{\circ}\text{C}$ para cada 100 metros, de acordo com os estudos de OMETTO, este evento ocorre devido a diminuição gases e partículas suspensas no ar. As massas de ar também influenciam a temperatura de acordo com as suas origens e da época do ano, podendo ser quente ou fria e úmida ou seca.

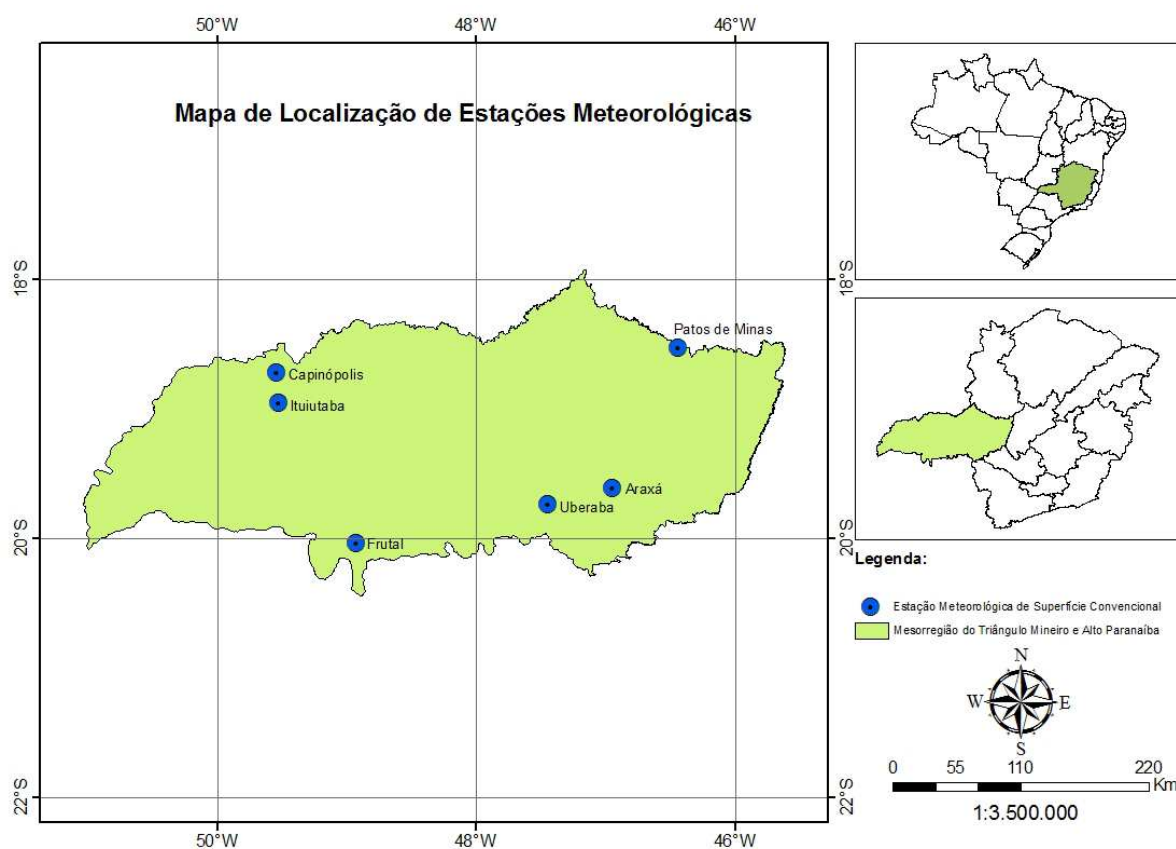
“A temperatura do ar é, dentre os elementos climáticos, aquele que promove maiores efeitos diretos e significativos sobre muitos processos fisiológicos que ocorrem em plantas e animais. Portanto, seu conhecimento se torna fundamental em estudos de planejamento agrícola e em análises de adaptação de culturas a determinadas regiões com características distintas” (MEDEIRO, S. S. 2005)

Este trabalho utiliza método estatístico para identificar a correlação existente entre a altitude e a temperatura e altitude e precipitação pluvial na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba- MG. Os dados das variáveis analisados foram obtidos das estações metrológicas convencionais do Instituto Nacional Meteorologia (INMET) instaladas na região.

Área de Estudo

A Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba se situa no oeste do estado de Minas Gerais – Brasil sendo composta por 66 municípios segundo o Instituto Brasileiro e Geografia e Estatística (2009). Desses municípios 6 serão estudados, sendo eles, Araxá, Capinópolis, Frutal, Ituiutaba, Patos de Minas e Uberaba, por apresentar estações convencionais conveniadas com o INMET.

Figura 1: Mapa de localização de Estações Meteorológicas



Fonte: Faleiros, 2012

Objetivo Geral

Analisar o condicionamento da altitude nas variáveis climáticas de temperatura e precipitação na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Objetivos Específicos

- Construir banco de dados estatísticos referente às estações nos anos de 1980 a 2011;
- Elaborar Climograma geral das estações.

Metodologia

Para a elaboração do artigo utilizou-se os dados de altitude, temperatura e precipitação de seis estações sendo elas, Araxá (83579), Capinópolis (83514), Frutal (83574), Ituiutaba (83521), Patos de Minas (83531) e Uberaba (83514) no período 31 anos, de 1980 a 2011.

A organização, tratamento e análise matemática dos dados foram feitas em planilhas eletrônicas do Microsoft Excell, tendo como produto tabelas, gráficos e climograma. Ainda no ambiente do respectivo software foi feita análise de correlação utilizando-se o coeficiente de Pearson, bem como a dispersão dos dados das estações em relação à reta de correlação. Os dados de temperatura e precipitação foram exportados para o software SPSS 17.0 Statistics, onde foi feita análise estatística.

Por base da análise e interpretação dos dados meteorológicos se dá o estudo climatológico, mas para a compreensão desses dados são necessárias as utilizações de métodos e técnicas, sendo a estatística o método discutido neste trabalho.

“A meteorologia é definida como a ciência que estuda a atmosfera e seus fenômenos, e a climatologia é o estudo científico do clima. O Meteorologista e o Climatologista, contudo, diferem significativamente em sua metodologia de trabalho; enquanto o Meteorologista aplica as leis da física clássica e as técnicas matemáticas no estudo dos fenômenos atmosféricos, o Climatologista utiliza técnicas estatísticas para inferir informações a respeito do clima. O Meteorologista estuda o tempo e o Climatologista estuda o clima. Porém, a Climatologia está baseada na Meteorologia existindo, portanto uma relação estreita entre a Meteorologia e a Climatologia.” (VIERA; PICULLI, 2009).

O uso da estatística para tratamento dos dados climatológicos tem como o objetivo transformar os dados brutos em leituras de fácil compreensão como afirma Lamberts et.al (1998). Para essa análise é necessário fazer um tratamento de uma série de dados climatológicos, sendo eles: precipitação, temperatura, umidade, dentre outras.

Segundo Reboita (2005) a regressão linear possui dois conceitos, onde o primeiro que é uma função do primeiro grau e o segundo que pode ser explicado por uma única variável independente.

Uma regressão é uma função funcional entre uma variável aleatória independente e uma ou mais variáveis aleatórias dependentes. Para um dado

conjunto de valores das variáveis independentes a regressão dá um valor médio da variável dependente. A análise de regressão é usada em climatologia para estimar as constantes em relações funcionais onde estas não são dadas directamente como quantidades físicas. Isto é comumente feito pelo método dos mínimos quadrados aplicados aos resíduos em torno da função de regressão quando os valores da variável independente são substituídos. (QUEFACE; AFONSO).

A equação de regressão linear conforme Reboita (2005) é:

$$Y_t = a + bt$$

Sendo as equações de a e b:

$$b = \frac{n \sum ty - \sum t \sum y}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$
$$a = \frac{\sum y - b \sum t}{n}$$

Onde:

Y_t = valor predito da série temporal

a = coeficiente linear da reta

b = coeficiente angular da reta

t = tempo

n = número de observações

Segundo Queface e Afonso a análise de correlação de duas séries temporais depende da regressão linear entre ambas. Sendo a fórmula para o cálculo do coeficiente de correlação linear:

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(x, y)}{s_x s_y}$$

Onde:

s_x e s_y = desvio-padrão da série temporal x e da série temporal y, respectivamente.

A Análise de Correlação fornece um número, indicando como duas variáveis variam conjuntamente. Mede a intensidade e a direção da relação linear ou não-linear entre duas variáveis. É um indicador que atende à necessidade de se estabelecer a existência ou não de uma relação entre essas variáveis sem que, para isso, seja preciso o ajuste de uma função matemática. Não existe a distinção entre a variável explicativa e a variável resposta, ou seja, o grau de

variação conjunta entre X e Y é igual ao grau de variação entre Y e X. (LIRA, 2004).

Segundo Lira a correlação é linear simples caso o valor de uma das variáveis é obtido por meio de uma equação de reta, podendo ser ajustada pela equação da reta (1), sendo assim a relação entre as variáveis é linear.

$$Y = \alpha + \beta X \quad (1)$$

Resultados e Discussões

Os quadros 1 e 2 representam, respectivamente, as médias de precipitação e temperatura de 1980 a 2011, das cidades de Araxá, Capinópolis, Frutal, Ituiutaba, Patos de Minas e Uberaba, que compõem a Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba que possuem estações convencionais segundo os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Quadro 1: Médias de precipitação das estações, período de 1980 a 2011

Precipitação							
Meses	Araxá	Capinópolis	Frutal	Ituiutaba	Patos de Minas	Uberaba	Total
Janeiro	291,52	279,71	267,25	300,01	262,78	309,96	285,20
Fevereiro	208,32	216,49	180,92	194,08	159,44	217,96	196,20
Março	193,81	183,88	206,29	192,06	198,19	229,67	200,65
Abril	77,65	68,35	69,25	80,29	55,74	96,11	74,56
Mai	42,81	31,77	33,13	34,90	27,00	40,59	35,03
Junho	11,19	17,03	18,38	16,63	10,70	14,36	14,71
Julho	8,13	5,05	7,46	5,74	2,33	8,54	6,21
Agosto	16,06	11,63	14,67	12,55	12,15	16,00	13,84
Setembro	59,23	41,79	54,29	44,64	37,19	46,43	47,26
Outubro	120,10	121,55	114,63	125,02	94,30	125,57	116,86
Novembro	185,13	161,62	147,67	167,81	198,26	162,11	170,43
Dezembro	274,52	235,63	228,42	235,81	298,67	269,93	257,16

Fonte: INMET

Quadro 2: Médias de temperatura das estações de 1980 a 2011

Temperatura							
Meses	Araxá	Capinópolis	Frutal	Ituiutaba	Patos de Minas	Uberaba	Total
Janeiro	22,76	24,76	24,94	26,54	23,05	24,11	24,36
Fevereiro	23,11	25,28	26,15	26,69	23,46	24,40	24,85
Março	22,74	25,20	26,01	26,43	23,08	24,33	24,63

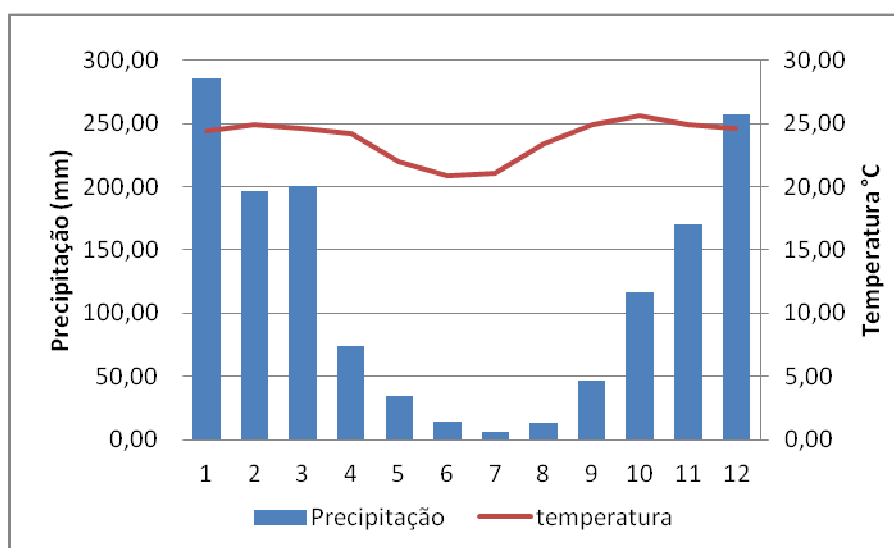
ANÁLISE DO CONDICIONAMENTO DA ALTITUDE NAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO NA MESORREGIÃO DO TRIANGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA

Abril	22,25	24,96	25,58	25,89	22,54	23,80	24,17
Mai	20,45	22,94	22,21	23,64	21,07	21,36	21,94
Junho	19,41	22,11	20,71	22,48	20,01	20,42	20,86
Julho	19,54	22,29	20,80	22,92	20,22	20,65	21,07
Agosto	21,09	24,44	24,73	25,09	21,98	22,77	23,35
Setembro	22,30	26,05	26,03	26,98	23,50	24,26	24,85
Outubro	23,17	26,56	27,04	27,49	24,09	25,08	25,57
Novembro	22,67	25,70	26,61	27,04	23,04	24,55	24,93
Dezembro	22,25	25,22	26,23	26,51	22,80	24,26	24,55

Fonte: INMET

Com base na síntese dos valores médios mensais de temperatura e precipitação foi elaborado o climograma da região, figura 2.

Figura 2: Climograma da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (1980-2011)



Fonte: INMET

Analisando o climograma observa-se a alternância sazonal de duas estações bem definidas, sendo uma de estiagem durante os meses de Julho a Agosto e outra chuvosa durante os meses de Dezembro e Janeiro. Os meses mais secos, com menores índices médios pluviométricos, os quais correspondem a Julho e Agosto com volumes precipitados de 6,21mm e 13,84mm respectivamente. De outro modo, Janeiro é o mês mais chuvoso, com volume de precipitação de 285,20 mm. Com relação à temperatura, o período mais frio corresponde aos meses de Junho (20,86 °C) e Julho (21,07 °C), de modo contrário, o mês de Outubro é o mais quente do ano com temperatura média de 25,57 °C.

Com base nos resultados acima, o clima da Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba se enquadra na classificação Aw (Clima tropical de savana com estação seca de inverno) de

Köppen, ou seja, possui o inverno seco e o verão chuvoso com predominância dos sistemas intertropicais e polares.

O quadro 3 representa as altitudes em que as estações se encontram, as médias de temperatura e a soma dos anos, com base no banco de dados do INMET.

Quadro 3: Relação entre altitude, precipitação e temperatura

Estações	Altitude (m)	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)
Frutal	543,67	1342,33	24,75
Ituiutaba	560,00	1409,53	25,64
Capinópolis	620,60	1374,48	24,63
Uberaba	737,00	1537,22	23,33
Patos de Minas	940,28	1356,74	22,40
Araxá	1023,61	1488,45	21,81

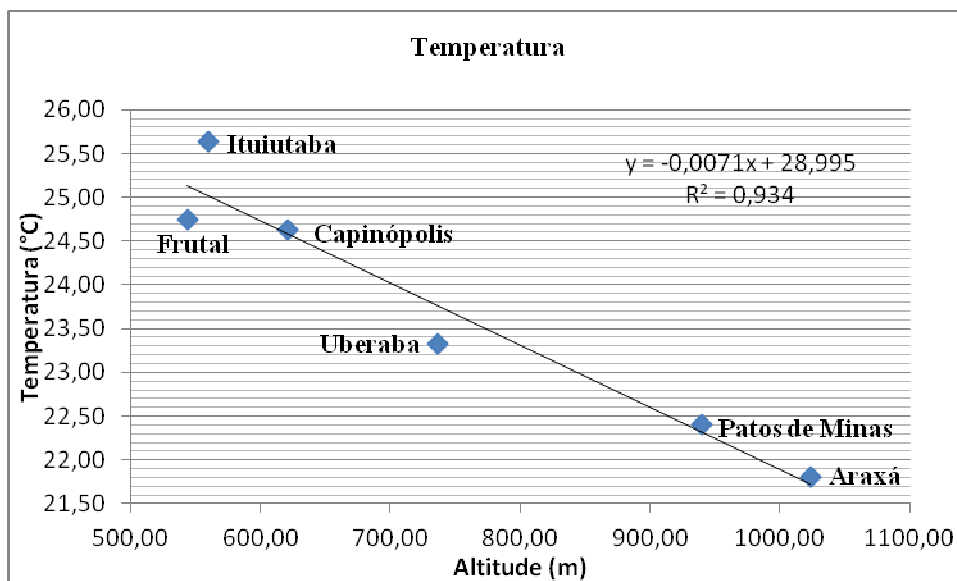
Fonte: INMET

Análise do quadro 3 demonstra relação inversa entre altitude e temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura menor a altitude, exceto Ituiutaba, que devido a condições locais de circulação atmosférica, teve comportamento divergente dos demais, com temperatura significativamente mais alta. Em relação a menor altitude (543,67 m) referente a Frutal possui a segunda maior temperatura (24,75 ° C) e a maior altitude (1023,61 m) referente a Araxá possui a menor temperatura (21,81 ° C), apresentam 479,94 m de distância com uma variação de 2,94 ° C, afirmando a citação de Ometto (1981) onde a uma alteração de 0,6 °C para cada 100 m.

De acordo com o quadro 3 a relação entre precipitação e relevo não apresenta uma regra, sendo assim não há uma influência do relevo sobre a precipitação pois os valores encontram-se muito próximos uns dos outros.

Análise de correlação entre as variáveis altitude e temperatura e altitude e precipitação estão nos gráficos de dispersão das figuras 3 e 4, respectivamente.

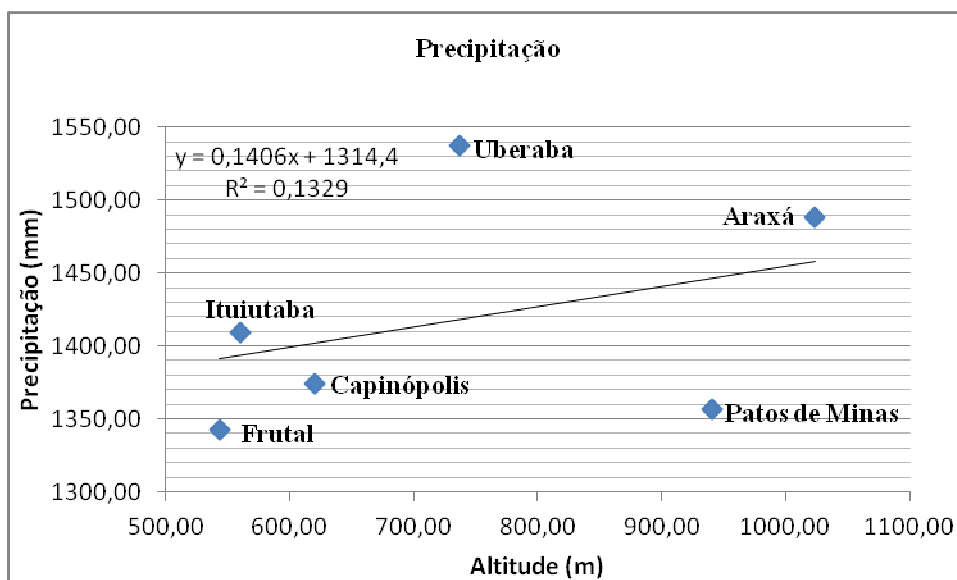
Figura 3: Correlação entre altitude e temperatura



Fonte: INMET

Coefficiente de Pearson, $R^2 = 0,934$, indica alta correlação entre altitude e temperatura. As estações mais dispersas, em relação a reta de correlação, foram as de Frutal, Ituiutaba e Uberaba, lembrando que mesmo afastadas, foi pouca a variação.

Figura 4: Correlação entre altitude e precipitação



Fonte: INMET

Para Altitude e precipitação a correlação foi fraca com coeficiente de Pearson, $R^2 = 0,1329$. Analisando o gráfico de dispersão verifica-se que as estações mais distantes da reta de correlação foram Uberaba e Patos de Minas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre os dados da série histórica utilizada neste trabalho há de considerar as falhas e as lacunas existentes, mas de modo geral, são satisfatórios. As cidades como Patos de Minas, Ituiutaba e Uberaba apresentam os dados com mais falhas, principalmente na década de 1980.

Os resultados demonstram a influencia da altitude na temperatura e na precipitação, porém esta influencia não tem a mesma relação descrita por Ometto (1981), indicando assim o condicionamento ambiental local no comportamento das variáveis climáticas analisadas.

Análise da correlação e da dispersão de dados é uma importante ferramenta quando se analisa o comportamento de variáveis climáticas, servindo de suporte principalmente para a identificação de dados com anomalias, permitindo assim estudos mais detalhados que visem à caracterização dessas anomalias.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**; tradução de Maria Juraci Zani dos santos. 6ª edição. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332 p.

CUNHA, A. B. da; MARTINS, D. . Classificação **climática para os municípios de Botucatu e São Miguel, SP**. Irriga, Botucatu, v. 14, n. 1, p.1-11, Não é um mês valido! 2009. Disponível em: <<http://200.145.140.50/index.php/irriga>>. Acesso em: 23 jun. 2012.

FREITAS, A. C. V.; FRANCHITO, S. H.; RAO, V. B. . **A Importância dos dados das variáveis climáticas nas pesquisas em geografia: Um estudo de caso empregando a precipitação pluviométrica**. Climep – Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v. 5, n. 1, p.5-18, jun. 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/index>>. Acesso em: 16 jul. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa para 1º de julho de 2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/estimativa.shtm>>. Acesso em 21 maio 2012.

LIRA, S. A. **Análise de Correlação: Abordagem Teórica e de Construção dos Coeficientes com Aplicações**. 2004, 209p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia da Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2004.

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, A. G. . **A questão do valor do clima**. Boletim Goiano de Geografia (Impresso), v. 29, p. 101-111, 2009.

OLIVEIRA, A. G. **AIMPORTÂNCIA DOS DADOS DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NAS PESQUISAS EM GEOGRAFIA: UM ESTUDO DE CASO EMPREGANDO A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA**. **Caminhos De Geografia**, Uberlândia, v. 32, n. 10, p.9-21, dez.2009. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 30 jul. 2012.

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

QUEFACE, António; AFONSO, Felisberto. **Métodos estatísticos aplicados à climatologia**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/51219635/Metodos-Estatisticos-aplicados-a-Clima>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

REBOITA, Michelle S.. **Introdução à Estatística Aplicada à Climatologia**. Disponível em: <<http://mirabeli.meteo.furg.br/aulas/Poligrafos/PoligrafoMichelleIII.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

REBOITA, Michelle S.. **Introdução à Estatística Aplicada à Climatologia**. Disponível em: <<http://mirabeli.meteo.furg.br/aulas/Poligrafos/PoligrafoMichelleII.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

VIEIRA, Luciano; PICULLI, Francisco José. **Meteorologia e Climatologia Agrícola**. Disponível em: <<http://www.dea.uem.br/disciplinas/meteorologia/meteorologia8.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2012.