



# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Variabilidade Climática de Regiões Pluviometricamente Homogêneas na Amazônia Ocidental

Daris Correia dos Santos<sup>1</sup>; Raimundo Mainar Medeiros<sup>2</sup>; Daiane Correia Santos<sup>3</sup>; José Ivaldo Barbosa de Brito<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Meteorologia/PPGM, UFCG, Campina Grande – PB, Av. Aprígio Veloso 882, CEP 58109-970, Brasil, e-mail: [dariscorreia@gmail.com](mailto:dariscorreia@gmail.com); <sup>2</sup>Doutorando em Meteorologia/PPGM, UFCG, Campina Grande - PB, Av. Aprígio Veloso 882, CEP 58109-970, Brasil, e-mail: [mainarmedeiros@gmail.com](mailto:mainarmedeiros@gmail.com); <sup>3</sup>Graduanda em Geografia, UFCG, Campina Grande - PB, Av. Aprígio Veloso 882, CEP 58109-970, Brasil, e-mail: [dcaianecorreia58@gmail.com](mailto:dcaianecorreia58@gmail.com); <sup>4</sup>Meteorologista, Prof. Dr. Unidade Acadêmica de Ciências Atmosférica-UFCG, Campina Grande -PB, Av. Aprígio Veloso 882, CEP 58109-970, Brasil, e-mail: [Ivaldo@dca.ufcg.edu.br](mailto:Ivaldo@dca.ufcg.edu.br)

Artigo recebido em 09/07/2013 e aceito em 27/09/2013

### RESUMO

São aplicadas técnicas multivariadas às séries de precipitação pluvial para a Amazônia Ocidental. Utilizaram-se séries de dados médios mensais de precipitação oriundas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o período de 1970-2001. Usaram-se os métodos de Componentes Principais e Análise de Agrupamentos para determinar os padrões espacial e temporal e regiões homogêneas com relação à precipitação pluvial. Os resultados obtidos mostraram que três regiões climaticamente homogêneas podem caracterizar a distribuição da precipitação na Amazônia Ocidental, quais sejam: a identificada como região 1 que representa a parte noroeste com altos valores de precipitação associados à condensação do ar úmido trazido pelos ventos de leste da ZCIT, que são elevados quando o escoamento sobe os Andes provocando chuvas orográficas.; a identificada como região 2, observada no extremo sul da Amazônia Ocidental sofre influência da ZCAS e ZCIT; a região 3, que se encontra no estado de Roraima, os totais pluviométricos mensais são influenciados pela topografia e tem como principal sistema indutor e distribuição das chuvas a ZCIT.

Palavras-chave: Precipitação, Regiões Homogêneas, Agrupamento.

## Climate Variability of Rainfall Homogeneous Regions in the Amazônia Ocidental

### ABSTRACT

Multivariate techniques are applied to the series of rainfall for the Amazônia Ocidental. We used data series average monthly rainfall derived from the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) for the period 1970-2001. They used the methods of Principal Component and Cluster Analysis to determine the spatial and temporal patterns and homogeneous regions with respect to rainfall. The results showed that three climatically homogeneous regions can characterize the distribution of precipitation in the western Amazon, which are: a region identified as one that represents the northwestern part with high amounts of precipitation associated with the condensation of humid air brought by easterly winds ZCIT, which are high when the flow rises causing the Andes orographic rainfall.; identified as the region 2, observed in the extreme south of the state of Amazônia Ocidental influenced the ZCAS and ZCIT, region 3, which in the state of Roraima, monthly rainfall totals are influenced by topography and its main inducer system and the ZCIT rainfall distribution.

Keywords: Precipitation, Regions Homogeneous Grouping.

\*E-mail para correspondência:  
[dariscorreia@gmail.com](mailto:dariscorreia@gmail.com) (Santos, D. C. dos.).

## Introdução

Visando classificar regiões homogêneas quanto a uma determinada variável, a Análise de Agrupamento (AA) tem se consolidado como uma das maneiras mais úteis no processo de filtrar dados para descobrir grupos homogêneos e identificar padrões ocultos nos dados (Halkidi *et al.*, 2001), embora seja possível realizar de forma relativamente simples e rápida a assimilação de áreas homogêneas, tomando por base planos fatoriais (ACP - Análise de Componentes Principais).

A Amazônia Ocidental brasileira situa-se em uma grande planície, com exceção das terras altas do extremo norte do Amazonas, Roraima e extremo sul de Rondônia, devido a estas características no relevo a latitude torna-se o principal fator para a variabilidade climática.

Dentre os processos físicos que interagem com a dinâmica atmosférica que podem gerar precipitação na Amazônia Ocidental estão: a atividade convectiva que é um mecanismo importante de aquecimento atmosférico sobre a região, em grande escala observa-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Alta da Bolívia, a influência da Oscilação de Madden e Julian, fenômenos como El Niño e La Niña, linhas de instabilidade e ocasionalmente sistemas frontais austrais, que provoca queda de temperatura, localmente denominado de friagem resultado do avanço de massas

polares na região centro oeste e sul do Amazonas.

A precipitação na região amazônica é uma composição da evapotranspiração local adicionada a uma contribuição do Oceano Atlântico, assim 50% do vapor d'água que precipita pelas nuvens é gerado localmente, sendo o restante importado para a região pelo fluxo atmosférico proveniente do Oceano Atlântico (Salati, 2006). Uma grande quantidade de vapor d'Água sai da Bacia Amazônica (5,3 trilhões de m<sup>3</sup>/ano), aproximadamente 44% do vapor proveniente do oceano é transportada para o Centro Sul, inclusive o Pantanal (Salati, 2006).

O objetivo deste trabalho é aplicar a Análise de Componentes Principais (ACP) para obter a distribuição espaço-temporal da precipitação e a Análise de agrupamento (AA) para estabelecer a regionalização da homogeneidade, para a Amazônia Ocidental, período de 1970 a 2001.

## Material e Métodos

### Dados Meteorológicos

O conjunto de dados utilizado neste trabalho é proveniente do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). São utilizadas as médias climatológicas mensais de precipitação, para o período de 1970-2001. As análises estatísticas serão realizadas no software SPSS e o programa Surfer é utilizado na elaboração dos mapas.

A Figura 1 apresenta a distribuição espacial das estações meteorológicas

pertencentes ao INMET e a Tabela 1 suas respectivas coordenadas geográficas da

Amazônia Ocidental que abrange os estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima.

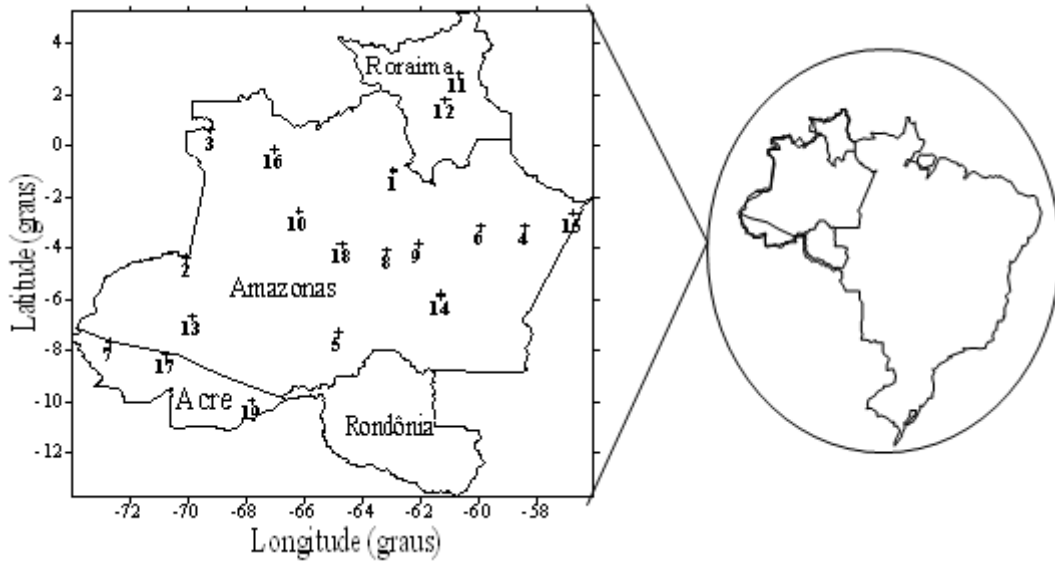


Figura 1. Espacialização das estações meteorológicas da Amazônia Ocidental e sua localização no Brasil.

Tabela 1. Coordenadas geográficas das estações meteorológicas da Amazônia Ocidental

Código	Estação	Localidade	Latitude	Longitude	UF	Altitude (m)
82113	1	Barcelos	00°58'S	62°55'W	AM	40,0
82410	2	Benjamin Constant	04°23'S	70°02'W	AM	65,0
82067	3	Iauaretê	00°37'N	69°12'W	AM	120
82336	4	Itacoatiara	03°08'S	58°26'W	AM	40,0
82723	5	Lábrea	07°15'S	64°50'W	AM	61,0
82331	6	Manaus	03°07'S	59°57'W	AM	67,0
82704	7	Cruzeiro do Sul	07°38'S	72°40'W	AC	170,0
82425	8	Coari	04°05'S	63°08'W	AM	46,0
82326	9	Codajás	03°50'S	62°05'W	AM	48,0
82212	10	Fonte Boa	02°32'S	66°10'W	AM	55,6
82024	11	Boa Vista	02°49'N	60°39'W	RR	90,0
82042	12	Caracaraí	1°49'N	61°8'W	RR	52,0
82610	13	Eirunepé	06°40'S	69°52'W	AM	104,0
82533	14	Manicoré	05°49'S	61°18'W	AM	50,0
82240	15	Parintins	02°38'S	56°44'W	AM	29,0
82106	16	S. G. da Cachoeira (Uaupés)	00°07'S	67°00'W	AM	90,0
82807	17	Tarauacá	08°10'S	70°46'W	AC	168,0
82317	18	Tefé	03°50'S	64°42'W	AM	47,0
82915	19	Rio Branco	09°58'S	67°48'W	AC	160,0

## Análise Fatorial em Componentes

### Principais (ACP)

O principal objetivo da Análise Fatorial é identificar fatores não diretamente observáveis, a partir da correlação entre conjuntos de variáveis mensuráveis (Corrar et al, 2007).

A ACP permite detectar padrões e descrever um conjunto de variáveis através da criação de um número menor de dimensão e explorar a associação entre as variáveis meteorológicas a partir da identificação de fatores comuns. Em geral, a primeira solução obtida com a aplicação da ACP não fornece fatores que tenham a interpretação física mais adequada. Para aumentar o poder explicativo dos fatores na análise efetuou-se o procedimento de rotação de fatores através do método VARIMAX (Wilks, 2006).

Na escolha do número de fatores adequados ao estudo é utilizado o critério desenvolvido por Kaiser, (Garayalde et al, 1996). Na aplicação deste critério são excluídos os fatores com autovalores menores que um. As componentes principais são determinadas de forma que a primeira CP, ou CP(1), represente a maior parte da variabilidade total nos dados, conforme equação (1). Onde CP(1) é a combinação linear das variáveis observadas  $X_{ij}$  1, 2, ..., p:

$$CP(1) = w_{(1)1}x_{11} + w_{(1)2}x_{12} + \dots + w_{(1)p}x_{1p} \quad (1)$$

os pesos  $w_{(1)1}, w_{(1)2}, \dots, w_{(1)p}$  foram determinados de forma a maximizar a relação entre a variação da CP(1) com a variação total, sujeito a restrição, de acordo com a equação (2):

$$\sum_j^p w_j^2(1) = 1 \quad (2)$$

Assim,  $Var[CP(1)]$  é tão grande quanto possível sujeito a esta restrição sobre as constantes " $w_{(ij)}$ ". A restrição é introduzida porque se isso não for feito,  $Var[CP(1)]$  pode ser aumentada fazendo simplesmente crescer qualquer um dos valor " $w_{(ij)}$ ".

A CP(2), é que a combinação linear ponderada das variáveis observadas que não foram correlacionadas na primeira combinação linear e que representa o montante máximo da variação total restante ainda não contabilizada pela CP(1), através da equação (3):

$$CP(2) = w_{(2)1}X_1 + w_{(2)2}X_2 + \dots + w_{(2)p}X_p \quad (3)$$

onde,  $Var[CP(2)]$  é tão grande quanto possível sujeito as mesmas restrições impostas a CP(1) e que CP(1) e CP(2) possuam correlação igual a zero entre os seus dados. Segundo a equação (4) os posteriores CP's são determinados da mesma forma, onde se existem "m" séries de valores a m-ésima CP apresentam-se da seguinte forma:

$$CP(m) = w_{(m)1}X_1 + w_{(m)2}X_2 + \dots + w_{(m)p}X_p \quad (4)$$

A determinação CP's é realizada considerando a matriz de variáveis  $X_{[p \times m]}$ , onde "p" é o tamanho da série temporal e "m" é o número de séries, ou seja, de pontos espaciais que se deseja representar, como demonstrado através da equação (5):

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mp} \end{bmatrix} \quad (5)$$

A matriz de covariância de "X" é simétrica e possui os elementos na diagonal principal iguais a  $Var[x_i]$  e o restante dos termos são formados por  $Cov[x_i x_j]$ . Se "X" possui dados centrados em zero a matriz de

covariância destes novos dados  $R_{[p \times p]}$  é formada pela matriz de correlação de “X”, de acordo com a equação (6).

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & r(x1xp) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r(xpx1) & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Os componentes principais são determinados resolvendo-se a equação característica da matriz: “R”:  $\det[R-\lambda I]=0$  ou  $|R-\lambda I|=0$ . De acordo com a equação (7) os resultados são “p” raízes características chamadas de autovalores “ $\lambda_p$ ” e para cada autovalor existe autovetor “wip”:

$$W = \begin{bmatrix} w_{i1} \\ w_{i2} \\ \vdots \\ w_{ip} \end{bmatrix} \quad (7)$$

A inversão da matriz de CP’s para variáveis na escala padronizada “Y” pode ser realizada através da equação (8):

$$Y = CP \times (W)^{-1} \quad (8)$$

### Aplicação da Análise de Agrupamento

Utilizou-se a Análise de Agrupamentos (AA) para classificar a homogeneidade pluviométrica da Amazônia Ocidental quanto ao comportamento espacial semelhante. A classificação é um importante componente em toda pesquisa científica. Existem essencialmente duas técnicas estatísticas interessadas na classificação: a análise de agrupamento (Everitt, Landau, e Leese, 2001) que objetiva descobrir grupos de observações a partir de dados inicialmente não classificados e a análise de função discriminante (Everitt e

Dunn, 2001) que trabalha com dados que já estão classificados dentro de grupos.

A técnica de agrupamento hierárquico interliga as amostras por suas associações, produzindo um dendrograma onde as amostras semelhantes, segundo as variáveis escolhidas, são agrupadas entre si. Os dendrogramas são especialmente úteis na visualização de semelhanças entre amostras ou objetos representados por pontos em espaço com dimensão maior do que três, onde a representação de gráficos convencionais não é possível.

Foram aplicados quatro métodos hierárquicos aglomerativos de agrupamento à matriz de dados obtida na etapa anterior. Os métodos foram: o da ligação simples, o da ligação completa, o da centróide e o de Ward, tendo como função de agrupamento, a distância euclidiana; estes cálculos foram feitos através de Software estatístico.

A utilização de mais de um método, e desses especificamente, deveu-se ao fato de que diferentes métodos aplicados ao mesmo conjunto de dados, geram diferentes estruturas. Assim, puderam-se verificar as composições dos grupos obtidos por cada um deles e escolher os grupos gerados pelo método que melhor refletisse as características climatológicas da Amazônia Ocidental.

Tanto o número de grupos bem como as estações contidas em cada um deles, foram determinadas de forma subjetiva através de corte transversal no dendrograma. Para agrupar as regiões com média mensal da

precipitação e temperatura do ar similar, aplicou-se o método hierárquico aglomerativo de Ward, que foi o método que melhor representou a série de dados pluviométricos, tendo como medida de dissimilaridade a distância euclidiana (Everitt e Dunn, 1991), através da equação (9):

$$d_e = \left[ \sum_{j=1}^n (P_{p,j} - P_{k,j})^2 \right]^{0,5} \quad (9)$$

Onde  $d_e$  é a distância euclidiana; e  $P_{p,j}$  e  $P_{k,j}$  são as variáveis quantitativas  $j$  dos indivíduos  $p$  e  $k$ , respectivamente.

O método de Ward forma grupos, minimizando a dissimilaridade, ou minimizando o total das somas de quadrados dentro de grupos, também conhecida como soma de quadrados dos desvios (SQD), conforme a equação (10):

$$SQD = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n X_i)^2 \quad (10)$$

Em cada etapa do procedimento, são formados grupos, de tal maneira que a solução resultante tenha o menor (SQD) dentro de grupos. Nessas etapas, são consideradas as uniões de todos os possíveis pares de grupos e, os dois que resultam em menor aumento de (SQD) são agrupados até que todos os grupos formem um único, reunindo todos os indivíduos (Everitt e Dunn, 1991).

## Resultados e Discussão

### Padrões espaciais obtidos usando ACP

Na Figura 2 é apresentada a distribuição espacial dos totais médios mensais de precipitação na Amazônia Ocidental pelo método de interpolação krigagem, constata-se que a região do extremo noroeste caracteriza-se como a mais chuvosa com valores acima de 240 mm a 280 mm e a região menos chuvosa encontra-se nos extremos norte/sul com valores de 120 mm a 160 mm.

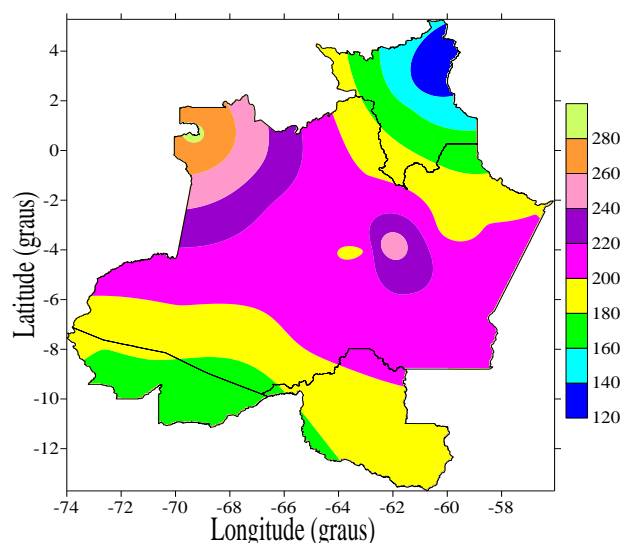


Figura 2. Distribuição espacial dos totais médios mensais em mm da precipitação pluvial na Amazônia Ocidental, período de 1970-2001.

A média mensal das precipitações em mm para o período de 1970-2001 está representada na Figura 3, a qual mostra que o mês mais chuvoso é março com valor acima de 280 mm e o menos chuvoso é agosto com valor inferior a 120 mm.

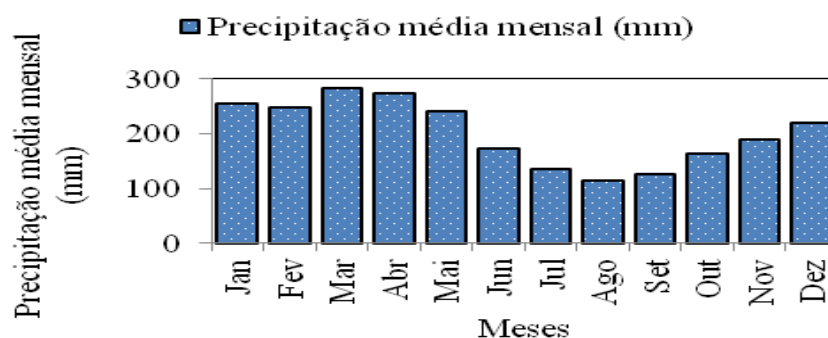


Figura 3. Precipitação média mensal em mm para a Amazônia Ocidental, período de 1970 a 2001.

Depois de aplicado o método de Análise de Componentes Principais, reteve-se três primeiras cargas fatoriais comuns temporais rotacionadas, que explicaram 38,03%, 32,64% e 25,49% da variância dos dados, respectivamente, totalizando mais que 96% de variância explicada (Tabela 2).

O quarto fator apresentou 1,25% de variância. Ele foi rejeitado devido ser

recomendável descartar cargas cujas variâncias sejam inferiores a 5% (O'Lenic e Livezey, 1998), tal autovalor é inferior a 1 (0,15) pelo critério de Kaiser (Garayalde *et al.*, 1986), e efetuando-se uma pequena inspeção no "scree plot" (Figura 4) o gráfico apresenta tendência de paralelismo com o eixo das abscissas a partir do quarto fator, ou seja, sem influência.

Tabela 2: Análise de Componentes Principais usando o método de rotação: Varimax com normalização Kaiser para a precipitação pluvial na Amazônia Ocidental, período de 1970-2001.

	Extração das			Cargas			Cargas rotacionadas		
	Total	Variância %	Acumulado %	Total	Variância %	Acumulado %	Total	Variância %	Acumulado %
1	6,90	57,49	57,49	6,90	57,49	57,49	4,56	38,03	38,03
2	3,27	27,27	84,76	3,27	27,27	84,76	3,92	32,64	70,66
3	1,37	11,39	96,15	1,37	11,39	96,15	3,06	25,49	96,15
4	0,15	1,25	97,41						
5	0,10	0,79	98,20						
6	0,07	0,58	98,78						
7	0,05	0,44	99,21						
8	0,05	0,38	99,60						
9	0,02	0,18	99,78						
10	0,01	0,11	99,88						
11	0,01	0,08	99,96						
12	0,00	0,04	100,00						

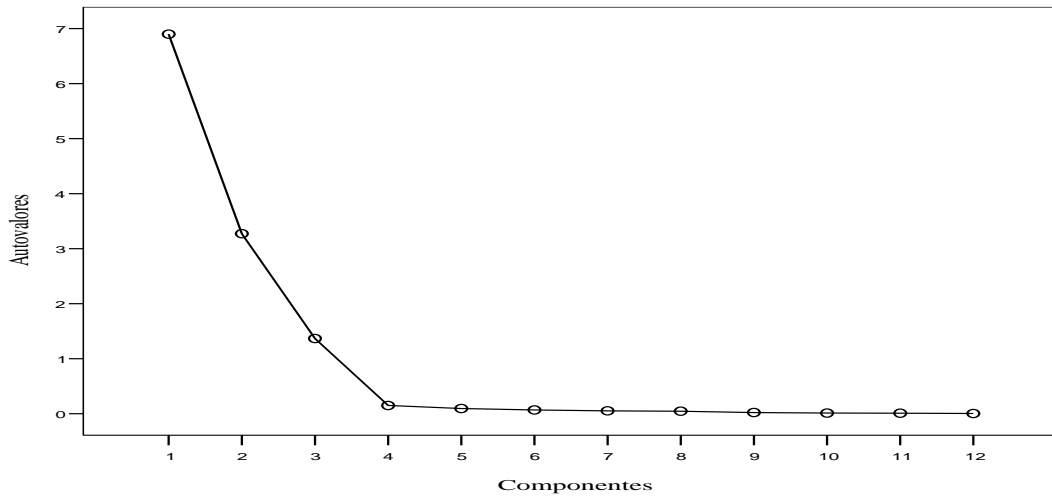


Figura 4. Scree plot das componentes versus autovalores.

Na Figura 5 observa-se a espacialização das cargas médias dos fatores de precipitação.

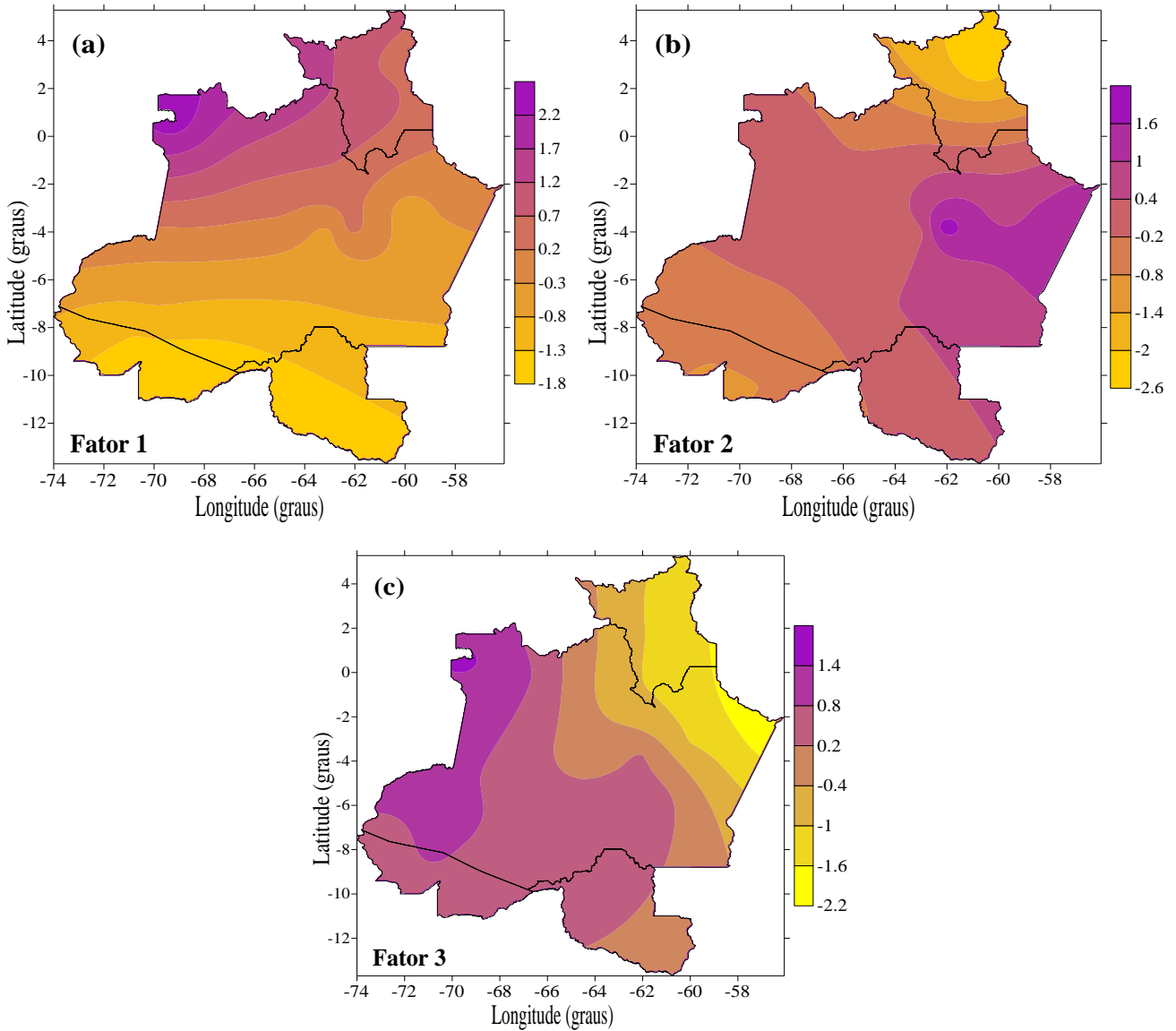


Figura 5. Distribuição das cargas (pesos) médias dos fatores de precipitação, Fator 1 (a), Fator 2 (b) e Fator 3 (c) na Amazônia Ocidental, período de 1970 -2001.

As correlações entre as cargas fatoriais e as séries mensais dos pontos de dados amostrais, associadas aos três fatores são mostradas na Figura 6.

O primeiro fator explica 38,03% da variância total dos dados e tem correlações maiores que 0,75 nos meses de maio a agosto.

O segundo fator explica 25,49 % da variância total dos dados e tem correlações maiores que 0,75 nos meses de janeiro a abril, na distribuição espacial referente a este fator apresentam-se cargas fatoriais bastante distintas, podem ser identificados núcleos negativos nos extremos norte e sul com mínimo de maio a outubro e contribuições positivas com máximos de janeiro a abril notadamente com núcleos máximos no

noroeste e nordeste da Amazônia Ocidental (Figura 5b).

Por fim, o terceiro fator comum explicando 32,64% da variância apresenta altas correlações superiores a 0,7 nos meses de setembro a dezembro. A distribuição espacial referente a este fator mostra núcleos negativos da região no extremo norte de Roraima, extremo Sul de Rondônia e leste do Amazonas, enquanto na parte noroeste e oeste do Amazonas e no Acre a área de estudo se observa núcleos positivos chegando a 1.3 (Figura 5c), esse período de precipitação é influenciado por sistemas frontais que é um importante sistema produtor de precipitação, atuando basicamente na região sul da Amazônia Ocidental.

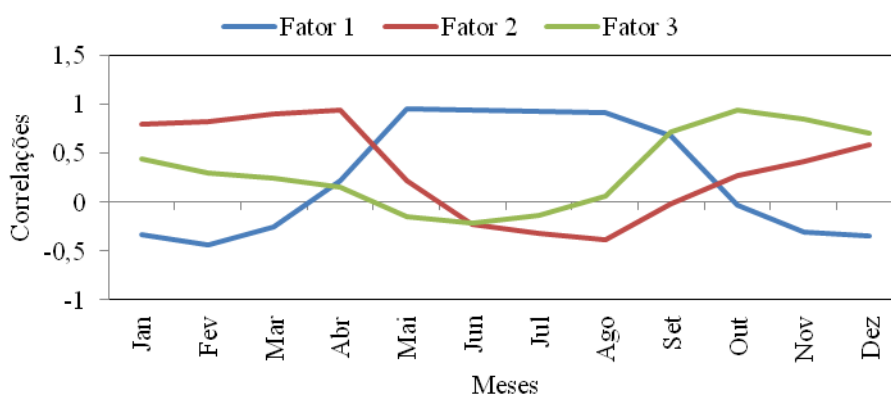


Figura 6. Correlações dos três primeiros fatores rotacionados associados aos meses do ano para o período de 1970-2001, Amazônia Ocidental.

A Figura 7 mostra a climatologia mensal dos meses associados ao primeiro fator, em que o mês de maio apresenta valores

de precipitação até 340 mm, o mês de junho até 330 mm, o mês de julho até 280 mm e o mês de agosto até 190 mm.

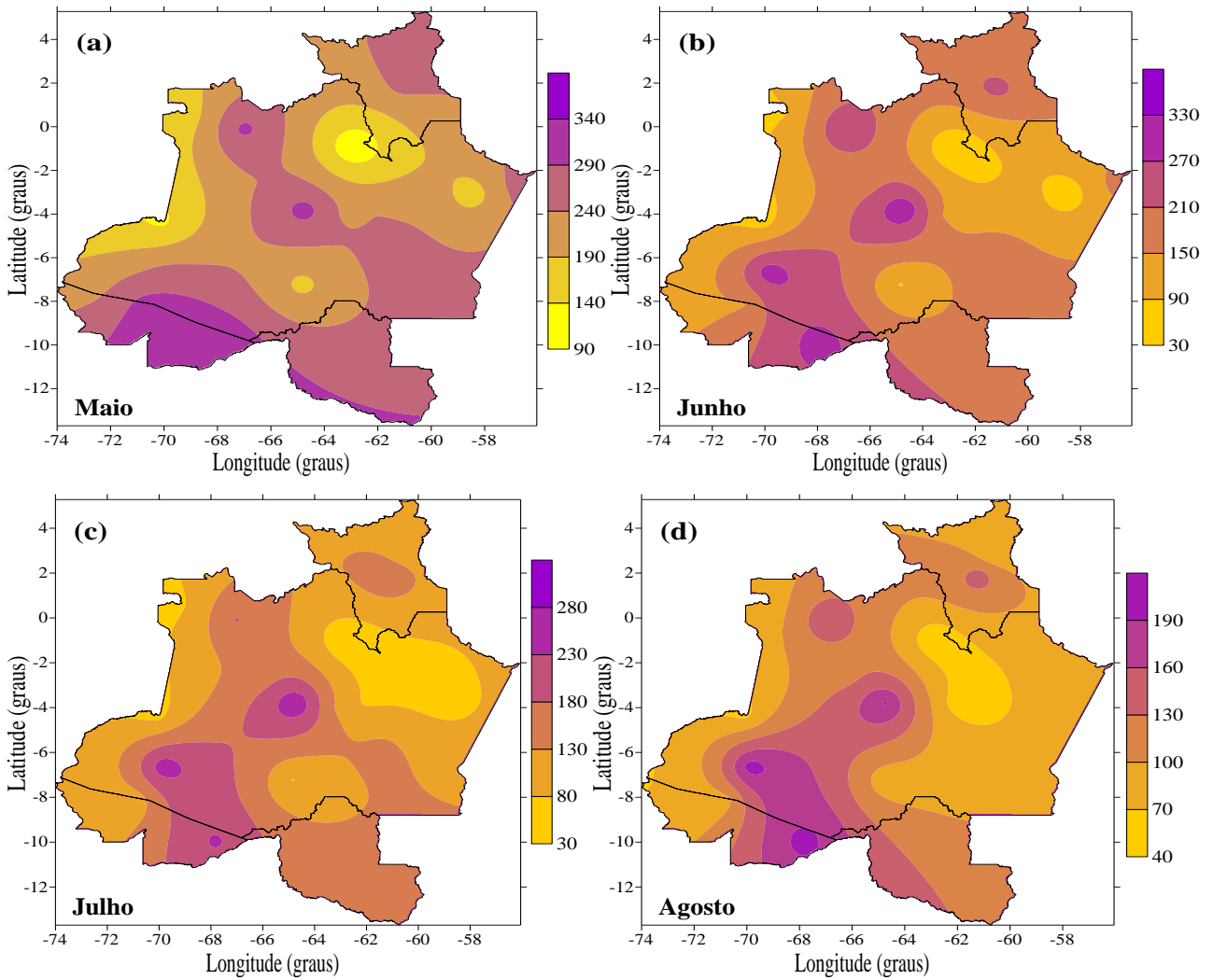


Figura 7. Distribuição dos padrões médios mensais de precipitação em mm, para os meses de maio (a), Junho (b), Julho (c) e Agosto (d) na Amazônia Ocidental, 1970- 2001.

A Figura 8 mostra a climatologia mensal dos meses associados com o fator 2, em que o mês de janeiro apresenta valores de precipitação até 320 mm, o mês de fevereiro até 380 mm, o mês de março até 440 mm e o

mês de abril até 420 mm. A semelhança entre a representação do Fator 2 (Figura 5b) e a Figura 8 (a, b, c e d, respectivamente), é notória quando se compara as respectivas Figuras.

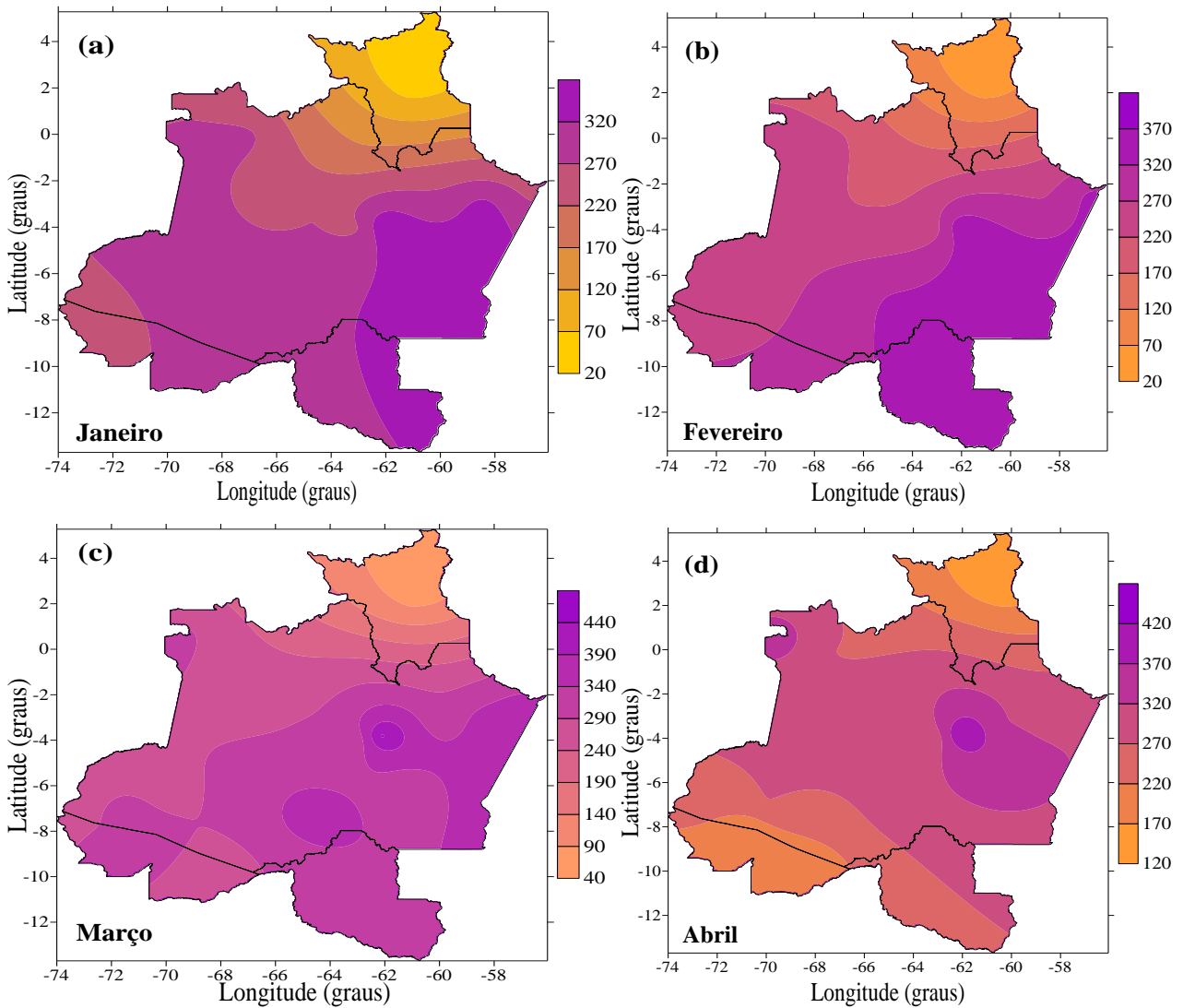


Figura 8. Distribuição dos padrões médios mensais de precipitação em mm, para os meses de Janeiro(a), Fevereiro (b), Março(c) e Abril (d) na Amazônia Ocidental, 1970- 2001.

A Figura 9 mostra a climatologia mensal dos meses que apresentaram as maiores correlações associados com o fator 3, em que o mês de setembro apresenta valores de precipitação até 185 mm, o mês de outubro até 240 mm, o mês de novembro até 230 mm e o mês de dezembro até 290. Percebe-se a semelhança entre a representação do Fator 3 (Figura 5c) e a Figura 9 (a, b e c, respectivamente).

Os pesos referentes ao fator 3, cujos máximos e intensidades estão na parte noroeste associados à condensação do ar úmido trazido pelos ventos de leste da ZCIT, que são elevados quando o escoamento sobe os Andes (NOBRE, 1983), na parte central em torno de 5°S e na parte leste da Amazônia Ocidental, durante os meses de outubro, novembro e dezembro.

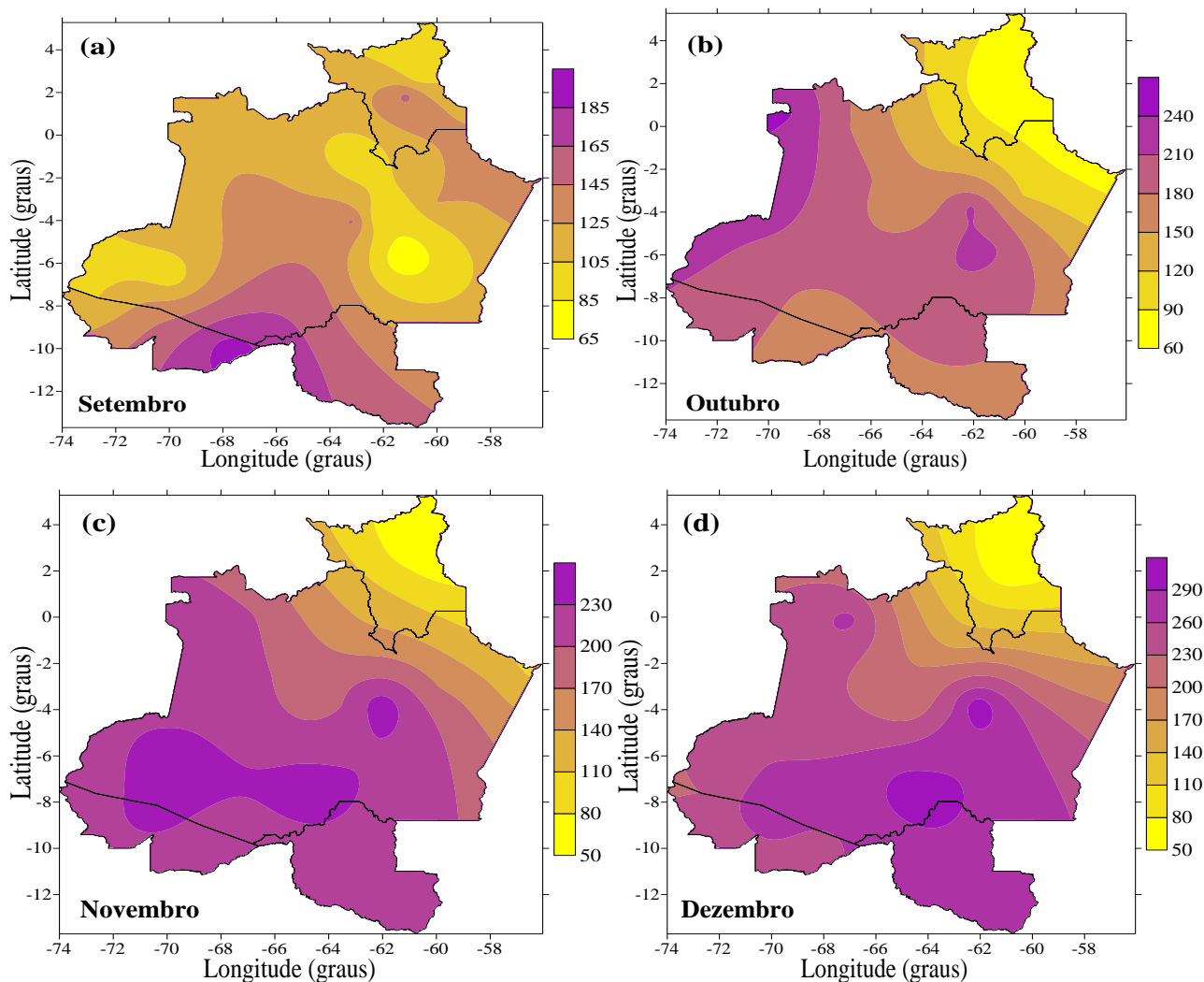


Figura 9. Distribuição dos padrões médios mensais de precipitação em mm, para os meses de Setembro(a), Outubro (b), Novembro (c) e Dezembro (d) na Amazônia Ocidental, 1970- 2001.

### Caracterização homogênea usando AA

Como variáveis classificatórias foram utilizadas as médias mensais da precipitação, além das respectivas coordenadas geográficas de cada estação meteorológica.

A distribuição de chuvas por toda a Amazônia Ocidental, decrescentes no extremo sul e extremo norte, sugere a identificação de regiões homogêneas quanto ao regime pluvial. Foram determinadas três regiões

homogêneas, a partir do agrupamento dos três fatores comuns rotacionados de pluviosidade utilizando o método de agrupamento hierárquico aglomerativo de Ward. Desta forma, usando este critério, chegou-se a um dendrograma resultante do agrupamento das componentes da precipitação das 19 estações meteorológicas analisadas.

As estações meteorológicas representante de cada região para a precipitação média mensal são apresentadas na Figura 10 e Tabela 3, respectivamente.

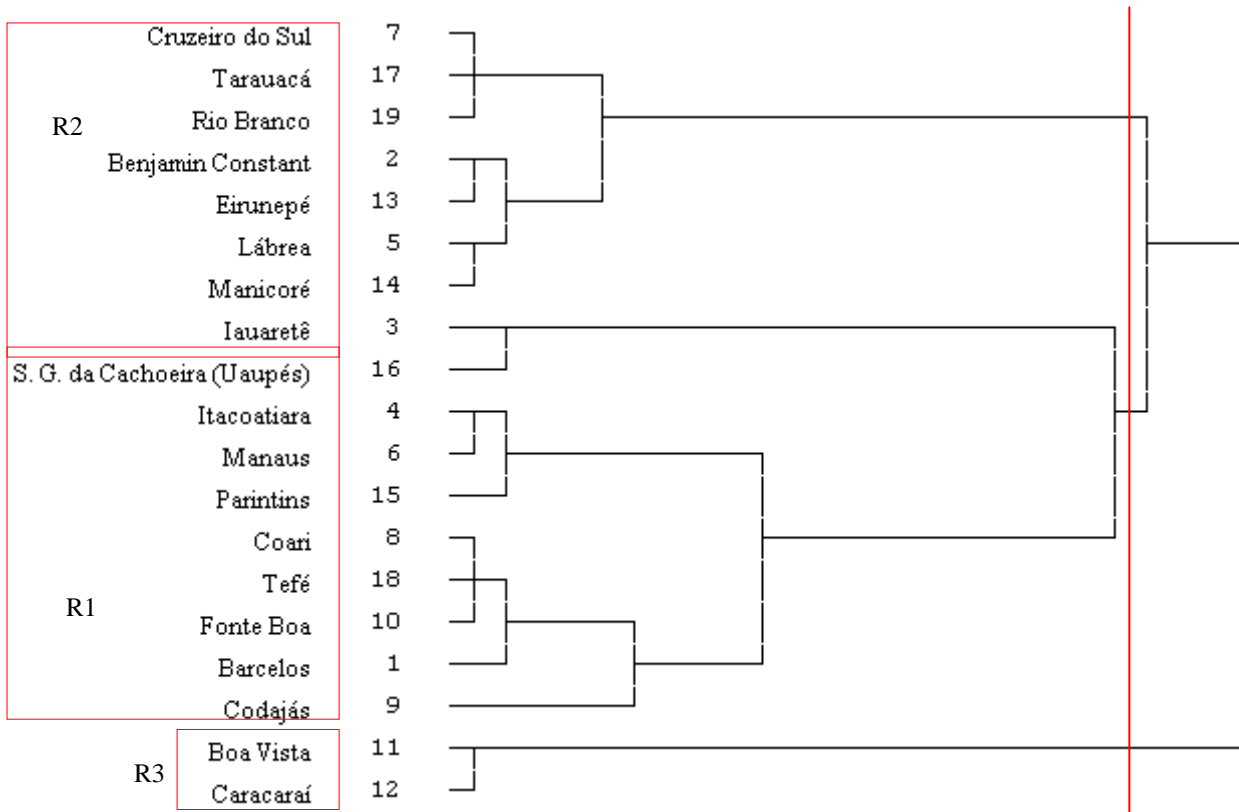


Figura 10. Dendrograma da precipitação média mensal para a Amazônia Ocidental através do método de Ward utilizando a distância euclidiana como medida de similaridade, para o período de 1970 a 2001, Amazônia Ocidental.

Tabela 3: Regiões homogêneas obtidas do agrupamento da precipitação média mensal e as estações meteorológicas pertencentes a cada uma delas para a Amazônia Ocidental, período de 1970 a 2001.

R1	Barcelos, Iauaretê, Itacoatiara, Manaus, Coari, Codajás, Fonte Boa, Parintins, S. G. da Cachoeira (Uaupés), Tefé
R2	Benjamin Constant, Lábrea, Cruzeiro do Sul, Eirunepé, Manicoré, Tarauacá, Rio Branco
R3	Boa Vista, Caracaráí

As regiões homogêneas estão representadas na Figura 11. Nota-se um padrão claro na distribuição da precipitação, com uma orientação no sentido norte-sul das regiões homogêneas a qual pode indicar a influência da topografia, de sistemas frontais e da migração sazonal da ZCIT na formação de regiões homogêneas sobre a distribuição da precipitação na Amazônia Ocidental.

Na Região 1 encontram-se as estações pluviométricas localizadas na parte extremo noroeste, e na Região 2 as estações localizadas no extremo sul dos estados do Acre e Amazonas. A Região R3 abrange o estado de Roraima.

Os maiores totais pluviométricos mensais observados, Figura 11, encontram-se na parte noroeste da Amazônia Ocidental na

região R1 nas seguintes localidades Iauaretê e S. G. da Cachoeira (Uaupés), na parte central da Amazonas, em torno de 5°S e na parte leste do estado do Amazonas. Os altos valores de precipitação que ocorrem a noroeste da região estão associados à condensação do ar úmido trazido pelos ventos de leste da ZCIT, que são elevados quando o escoamento sobe os Andes provocando chuvas orográficas.

A precipitação na região R2 observada no extremo sul da Amazônia Ocidental sofre influência da ZCAS e ZCIT. Ressalta-se que no verão/outono do Hemisfério Sul (HS) a ZCIT está mais presente na parte central da Amazônia ao sul do equador, enquanto no

inverno do HS a ZCIT é atuante no norte da região Amazônica, e na primavera, a ZCIT, em geral, não se encontra sobre a Amazônia.

A região R3 que se encontra no extremo norte, os totais pluviométricos mensais são influenciados pela topografia. Figueroa & Nobre (1990) mostram que o posicionamento de uma região a sotavento ou a barlavento na cordilheira, induz respectivamente formação de baixos e altos índices de precipitação e provavelmente contribui com a ocorrência do maior índice pluviométrico para as localidades que se encontram a noroeste da região norte.

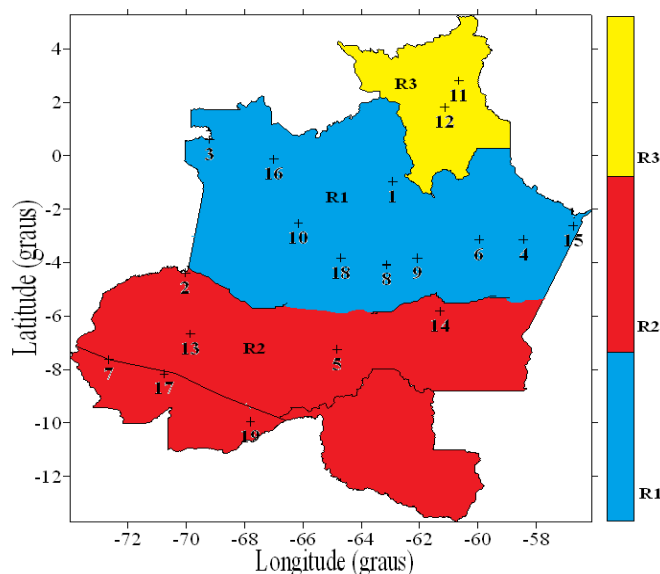


Figura 11. Distribuição das regiões pluviométricamente homogêneas da Amazônia Ocidental, período de 1970-2001.

Conforme a Figura 12, os maiores totais pluviométricos médios mensais na Região 1 (a) foram nos meses de dezembro a maio, na Região 2 (b) os menores totais

pluviométricos concentram-se nos meses de junho, julho e agosto e na Região 3 (c) os maiores totais pluviométricos concentra-se de maio a agosto.

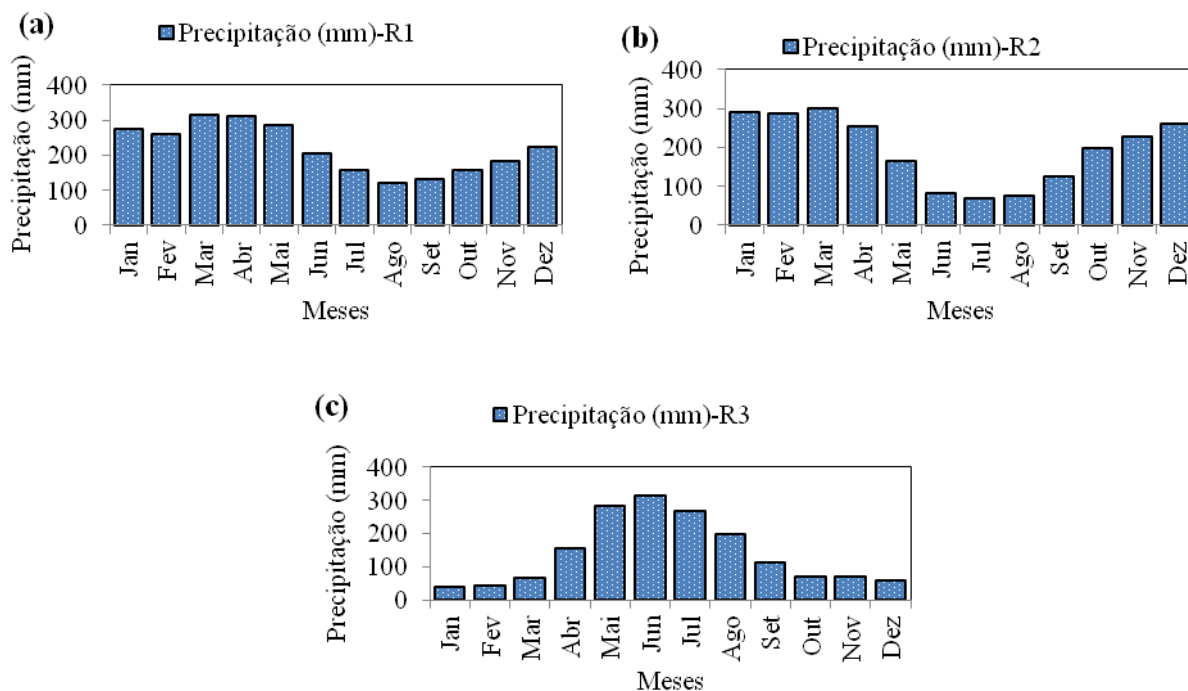


Figura 12. Distribuição dos totais pluviométricos médios mensais (mm/mês) nas regiões homogêneas R1 (a), R2 (b) e R3(c) da Amazônia Ocidental, período de 1970 -2001.

## Conclusões

A ACP é uma ferramenta imprescindível para realização destas observações climatológicas, pois através da mesma foi possível identificar os grupos de variáveis intercorrelacionadas, reduzindo o número de variáveis a serem estudadas e reescrevendo uma nova série de dados.

A classificação da precipitação pluvial usando o método aglomerativo de Ward segundo o critério da inércia possibilitou a obtenção de três sub-regiões homogêneas na Amazônia Ocidental.

O peso do primeiro fator comum mostrou que as maiores contribuições ocorreram na parte noroeste da Amazônia

Ocidental (Região 1). O peso associado ao segundo fator apresentou menores contribuições no estado de Roraima (Região 3). O peso do terceiro fator evidenciou o regime pluviométrico na região sul e oeste (Região 2).

A Análise Fatorial das séries temporais representadas pelos padrões de precipitação possibilitaram uma melhor compreensão dos aspectos físicos responsáveis pela variabilidade mensal da área estudada.

## 5. Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal

de Nível Superior) pela concessão de bolsa para o desenvolvimento dessa pesquisa.

## Referências

Corrar, L.J. Paulo,; E. Filho,; J.M.D. 2007. *Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia*. Ed. Atlas. São Paulo.

Everitt, B.S.; Dunn, G. 1991. *Applied multivariate analysis*. London: Edward Arnold, 400p.

Everitt, B. S., Landau, S., and Leese, M. 2001. *Cluster Analysis* (4th ed). London: Arnold.

Everitt, B. S. and Dunn, G. *Applied Multivariate Data Analysis* (2nd ed). London: Arnold, 2001.

Figueroa, A.S.N.; Nobre, C.A. 1990. Precipitation distribution over central and eastern Tropical South America. *Climanálise*, v.5, n.6, p.36-45.

Garayalde, E.J.G.; da Silva, M.G.A.; Tavares, A. de SÁ. 1996. Classificação meso-climática da região sul do Brasil pela análise de Componentes Principais. In: Congresso Interamericano De Meteorologia, 1., Congresso Brasileiro De Meteorologia, 1986, BRASÍLIA. *Anais...*, Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 1, p. 119-124.

Halkidi, M., Batistakis, Y., and Vazirgiannis, M.: 2001. On clustering validation techniques, *Journal of Intelligent Information Systems*, 17:2/3, 107–145.

Nobre, C., 1983. The Amazon and climate, in Proceedings of Climate Conference for Latin America and the Caribbean, *World Meteorological Organization*, Geneva.

O'Lenic, E. A. and Livezey, R. E. 1998. Practical considerations in the use of rotated principal component analysis (RPCA) in diagnostic studies of upper-air height fields, *Mon. Weather Rev.*, 116, 1682–1689.

Salati, E. 2006: Tendências das Variações Climáticas para o Brasil no Século XX e Balanços Hídricos para Cenários Climáticos para o Século XXI. In: *Relatório 4. Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI*. SBF/MMA. Brasília, setembro.

Wilks, D. S. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 2006. 2ª Edition. California: Elsevier Science & Technology Books. Academic Press.