

**IX-029 - ANÁLISE FATORIAL POR COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA
A ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO
PARANOÁ – DISTRITO FEDERAL**

Marcelo Augusto Sales da Silva⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso. Especialista em Estatística Aplicada pelo Grupo Cruzeiro do Sul e Gestão de Projetos em Engenharia e Arquitetura. Trabalha na Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Professor dos cursos de Engenharia Civil e Mecânica do UDF Centro Universitário e Engenharia Civil do UNIPLAN – Centro Universitário do Planalto Central.

Keifany De Oliveira Dorninger⁽²⁾

Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura) pela Universidade Paulista – UNIP. cursando Técnico em Controle Ambiental pelo Instituto Federal de Brasília – IFB. Estagiária da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).

João Lucas do Carmo Ponciano⁽³⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade de Brasília (UnB) Estagiário da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).

Suzana Maria Fernandez Alipaz⁽⁴⁾

Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV/MG). Mestre em Economia na Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/FACE/UFMG). Analista em Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).

Carlo Renan Cáceres de Brites⁽⁵⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestre e Doutorando em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília. Analista em Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Professor do curso de Engenharia Civil do UDF Centro Universitário.

Endereço: ⁽¹⁾marceloaugustosales@gmail.com; ⁽²⁾keifanyoliveira@gmail.com; ⁽³⁾joalponciano@gmail.com
⁽⁴⁾suzanaAlipaz@caesb.df.gov.br; ⁽⁵⁾renan.engenheiro@gmail.com;

RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho utilizar a Análise de Componentes Principais (ACP) para identificação dos principais grupos de estações pluviométricas existentes na Unidade Hidrográfica do Paranoá – Distrito Federal, como também, utilizar o Método de Agrupamento Hierárquico Aglomerativo de Ward (Cluster) para identificar comportamentos homogêneos entre as estações e ilustrar a espacialização dos resultados estatísticos comparados com os Polígonos de Thiessen no objeto. A metodologia empregada foi dividida em três etapas: Primeira Etapa: a caracterização da área de estudo, identificação das estações pluviométricas, aquisição dos dados pluviométricos (Hidroweb – Agência Nacional das Águas); tabulação dos dados e seleção das estações com série histórica acima de 25 anos; Segunda Etapa: Polígonos de Thiessen e análises estatísticas (ACP e Cluster); e, por fim, Terceira Etapa: Espacialização e apresentação dos resultados estatísticos (elaboração de mapas temáticos e gráficos comparativos). Como resultado foi observado que os principais grupos de estações pluviométricas existentes na Unidade Hidrográfica Paranoá – Distrito Federal, em base a metodologia utilizada, estão divididos em 3 componentes principais (ACP): componente 01: estações pluviométricas 1548009; 1548013; 1547004; componente 02: 1547008; 1547020; componente 03: 1547014. Confirmados com a análise de cluster (exceto a estação 1547004, que melhor correlacionou-se com as estações 1547008 e 1547020). Esses grupos estão espacialmente distribuídos, respectivamente, na parte noroeste, central e sudoeste da Bacia do Paranoá.

PALAVRAS-CHAVE: Polígonos Thiessen, Agrupamento Hierárquico, Dados Pluviométricos, Distrito Federal.

INTRODUÇÃO

As estimativas de precipitação pluvial em uma dada região fornecem subsídios para tomadas de decisões ao que permeiam o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, como também, são objetos de estudos hidrológicos para o dimensionamento hidráulico de projetos na engenharia, tais: vertedouros, pontes, canais, galerias de águas pluviais, sistemas de abastecimento de água, controle qualitativo de água de um corpo hídrico, sistema de abastecimento de água, irrigação, geração de energia elétrica, dentre outros.

Nesse contexto, sabe-se que a precipitação é influenciada por inúmeros fatores geográficos regionais, locais, atmosféricos e variáveis de grandes escalas. A sua variabilidade é espacial e temporal e o conhecimento dessas distribuições é imprescindível para o monitoramento e predição do ciclo hidrológico em uma dada região. Assim, constitui-se em uma variável climática importante para o balanço hídrico e que exerce maior influência no controle da qualidade ambiental.

Vista a relevância, segue-se a linha de raciocínio de Guedes et al. (2010) que sugere a necessidade de estudos com métodos que possam extrair amostras que possuam a maior parte das informações estatísticas da base de dados pluviométricos. Nesse sentido, a análise de componentes principais associadas e métodos de agrupamento hierarquizados ganham espaços na hidrologia conforme observados nos trabalhos de Kutzbach (1967), Nathan (1990) Primavesi (1999), Gangopadhyay (2001), Haag (2002), Andrade (2003); Rodrigues (2006); Westra (2007), Girão (2008), Oliveira (2008), Noori (2010) Bernardi (2012), dentre outros.

Dado o contexto, esse trabalho objetivou-se em utilizar a Análise de Componentes Principais (ACP) para a identificação dos principais grupos de estações pluviométricas existentes na Unidade Hidrográfica do Paranoá – Distrito Federal (UHP-DF), bem como, especificamente:

- Identificar comportamentos homogêneos existente no objeto de estudo com do método de agrupamento hierárquico aglomerativo de Ward (cluster).
- Comparar resultados obtidos com os Polígonos de Thiessen.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desenhada para esse trabalho foi dividida em etapas de 01 a 03, conforme descrito abaixo e ilustrado em suas respectivas figuras.

Primeira Etapa – Caracterização da área de estudo e seleção das estações pluviométricas (Figura 1): Delimitação da área de estudo; Identificação das estações pluviométricas na área de estudo; Aquisição de dados pluviométricos (Agência Nacional das Águas); Tabulação e seleção das Estações Pluviométricas com série histórica acima de 25 anos.



Figura 1. Fluxo de entradas, ferramentas e saídas para caracterização da área de estudo e seleção das estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá.

Segunda Etapa – Processamento de dados (Figura 2):

- Polígonos de Thiessen.
- Análises Estatísticas – Análise Fatorial por Componente Principal; Cluster;



Figura 2. Fluxo de entradas, ferramentas e saídas para o processamento dos dados das estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá.

Terceira Etapa – Espacialização e apresentação dos resultados estatísticos (Figura 3): Elaboração de mapas temáticos e gráficos comparativos para interpretação e entendimento dos resultados.



Figura 3. Fluxo de entradas, ferramentas e saídas para espacialização dos resultados estatísticos dos dados das estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Caracterização da Área de Estudo

Segundo o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), o Distrito Federal possui uma área de 5.814 km² e uma população de aproximadamente 2.000.000 de habitantes, este se situa numa região alta a qual serve como dispersor das drenagens que fluem para três importantes bacias fluviais do Brasil: Prata, Araguaia-Tocantins e São Francisco, quanto às bacias presentes tem-se a bacia do São Bartolomeu, do Descoberto, Rio Preto, Maranhão, Corumbá, Paranoá e Rio São Marcos. Ainda sobre sua localização este está inserido no Bioma Cerrado, o qual é dividido segundo a vegetação na seguinte maneira: cerradão, cerrado, campo cerrado, campo sujo, campo limpo e mata de galeria (BARBOSA et al, 2009).

O objeto desse estudo é a Unidade Hidrográfica Paranoá que se subdivide em cinco principais unidades hidrográficas (UH): Santa Maria e Torto, Bananal, Lago Paranoá, Riacho Fundo e Ribeiro do Gama (Figura 4).

Na Figura 5 constam as estações pluviométricas catalogadas no Hidroweb (ANA).

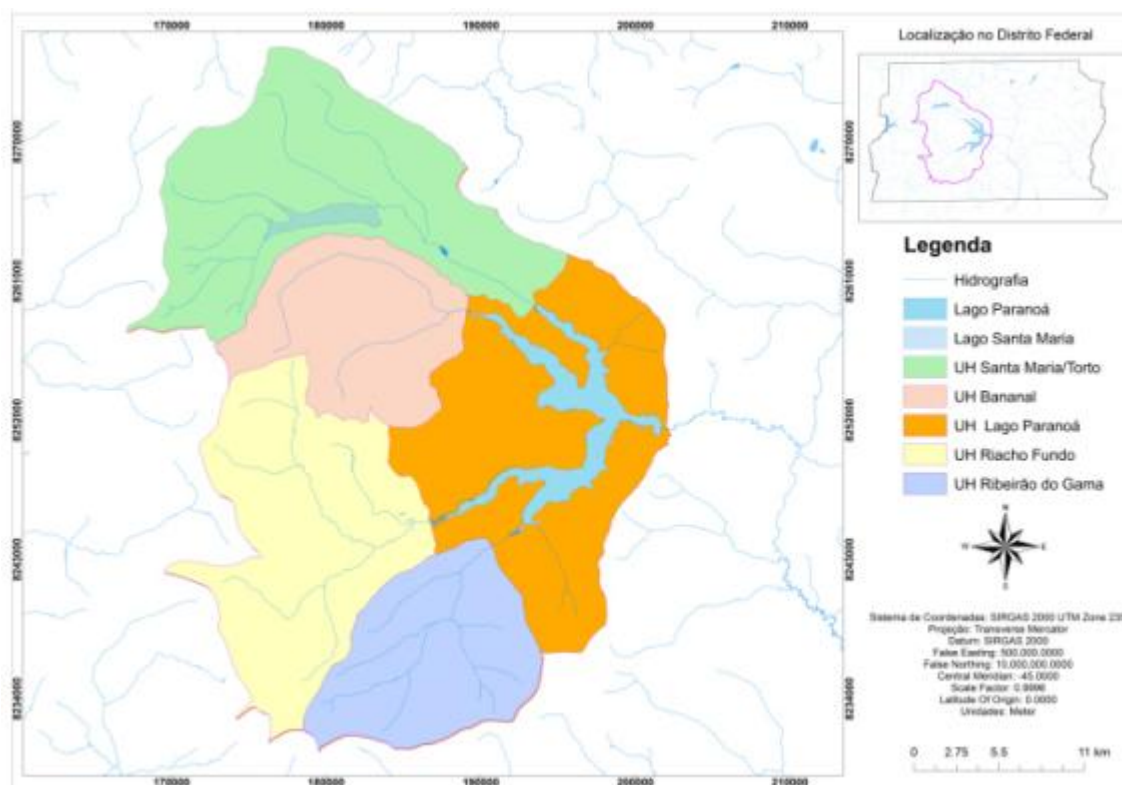


Figura 4. Localização do Distrito Federal, Unidade Hidrográfica do Paranoá e suas subbacias: Santa Maria/Torto, Bananal, Riacho Fundo e Ribeirão do Gama - coordenadas SICAD – UTM.

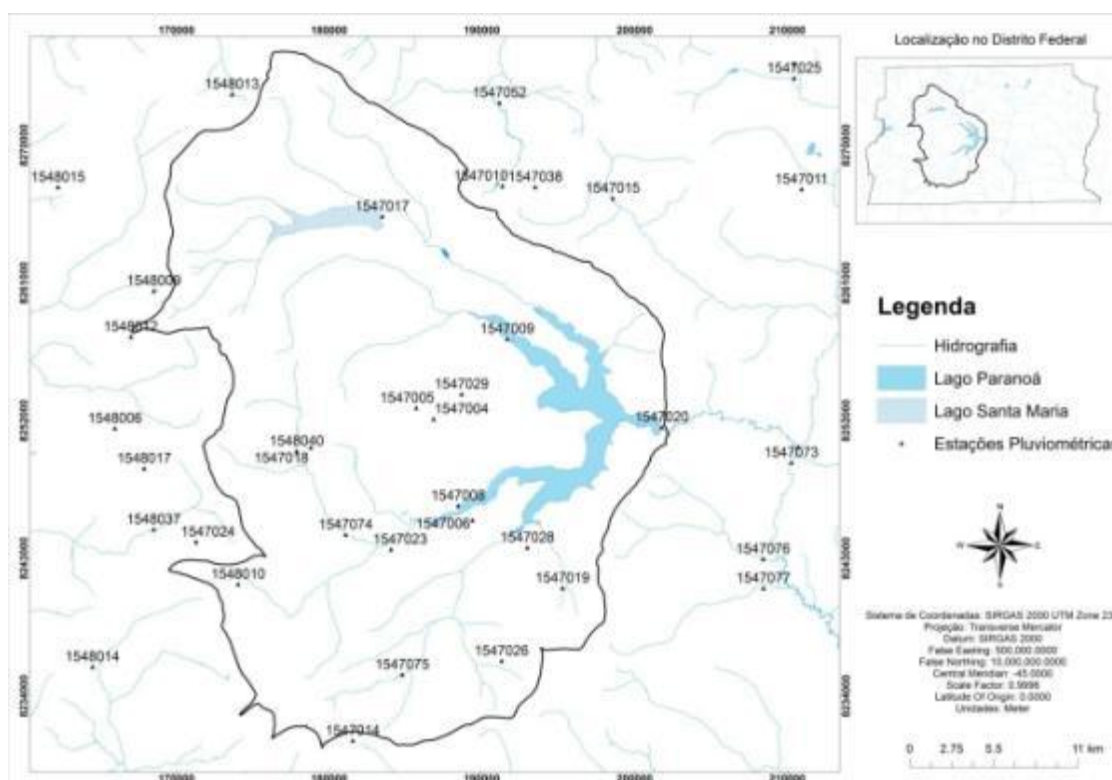


Figura 5. Localização das Estações Pluviométricas da Unidade Hidrográfica Paranoá - coordenadas SICAD – UTM.

SEGUNDA ETAPA: PROCESSAMENTO DE DADOS

Polígonos de Thiessen

Com os dados referentes às estações pluviométricas (latitude e longitude) foram gerados os polígonos de Thiessen pelo ArcGis 10.2 (em vermelho na Figura 10). Cada polígono corresponde à área de influência de cada estação pluviométrica. Para a análise foram consideradas apenas as estações pluviométricas que possuíam série histórica de 01/01/1979 a 01/12/2006 (aproximadamente 25 anos). Assim, algumas falhas foram preenchidas com as médias mensais de todas as estações consideradas para a UHP-DF (19 estações).

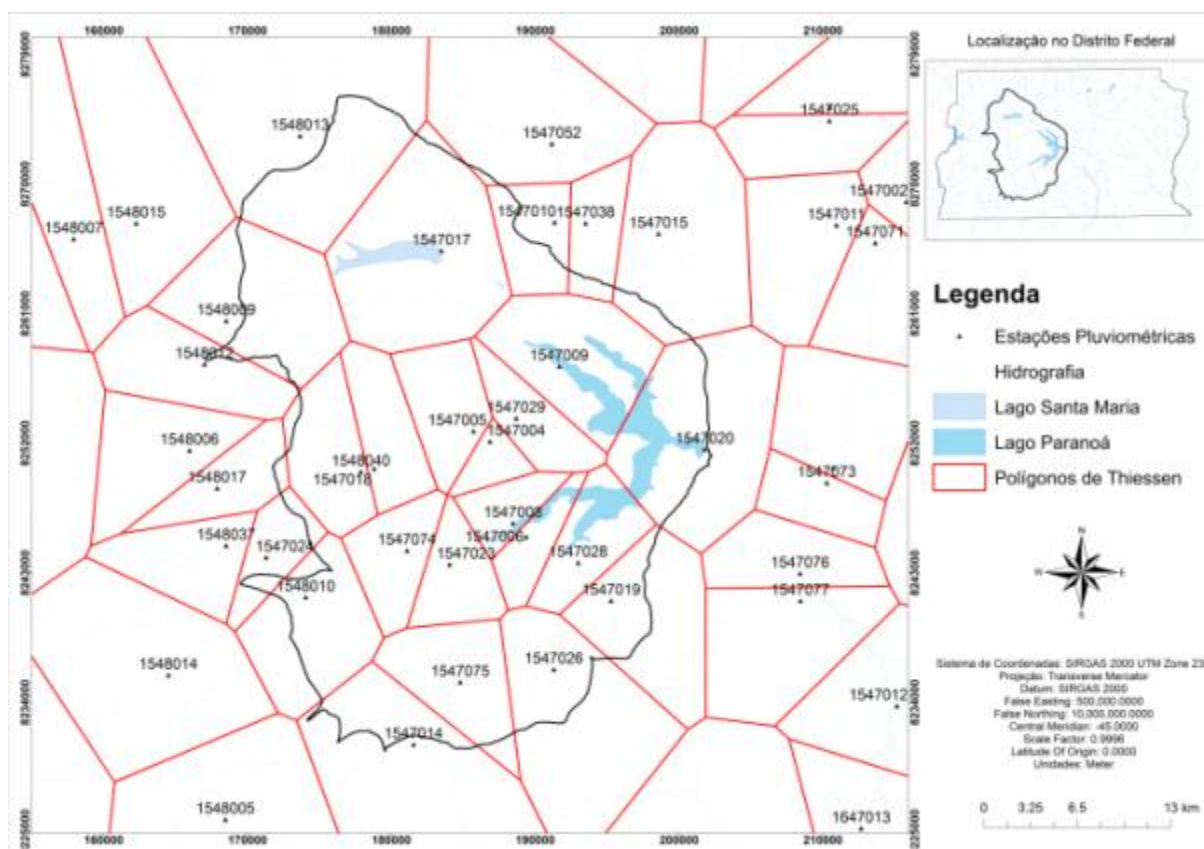


Figura 6. Polígonos de Thiessen da Unidade hidrográfica do Paranoá - coordenadas SICAD – UTM.

Análise Fatorial Exploratória por Componente Principal

Para melhor entendimento dos dados existentes, a Tabela 1 contém informações quanto à estatística descritiva do conjunto de dados de precipitações acumuladas em milímetros (01/01/1979 a 01/12/2006) das estações pluviométricas consideradas nesse estudo.

Tabela 1. Estatística descritiva gerada pelo SPSS para as estações pluviométricas da Bacia do Lago Paranoá.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
1547004	345	.0000	526.0000	124.841379	113.8335602
1547006	345	.0000	418.8000	116.082897	104.9664364
1547008	345	.0000	499.7000	112.704023	107.4553318
1547009	345	.0000	554.1000	114.090435	109.6309613
1547010	345	.0000	784.3000	130.821264	130.9646621
1547014	345	.0000	537.7000	122.348276	118.2430271
1547015	345	.0000	653.5000	117.011889	117.1571159
1547017	345	.0000	557.5000	104.763217	103.4697798
1547018	345	.0000	544.8000	123.758621	113.4507646
1547019	345	.0000	435.1000	118.368678	112.4384785
1547020	345	.0000	575.5000	111.605460	111.6626687
1548006	345	.0000	566.2000	126.028448	117.8821644
1548007	345	.0000	648.0000	131.214080	126.6817895
1548009	345	.0000	599.6000	125.071552	114.8854386
1548010	345	.0000	643.7000	128.025000	118.4795790
1548012	345	.0000	570.3000	120.493851	111.0843555
1548013	345	.0000	825.8000	123.746230	122.2646187
1548014	345	.0000	484.0000	124.623394	112.5824204
1548015	345	.0000	506.3833	116.436874	108.6348010

Ao observar os resultados da tabela acima, a quantidade de elementos validados para foram 345. Zero foi o menor valor acumulado encontrado em todas as estações observadas. Os maiores valores foram observados nas estações 1548013 (825,80 mm) e 1547010 (784,30 mm), quanto os menores foram em 1547006 (418,80 mm) e 1547019 (435,10 mm). O quanto os desvios observados, as estações apresentaram valores entre 103,46 mm (1547017) e 126,68 mm (1548007).

A Figura 7 ilustra o box plot agrupado das estações pluviométricas consideradas para o estudo.

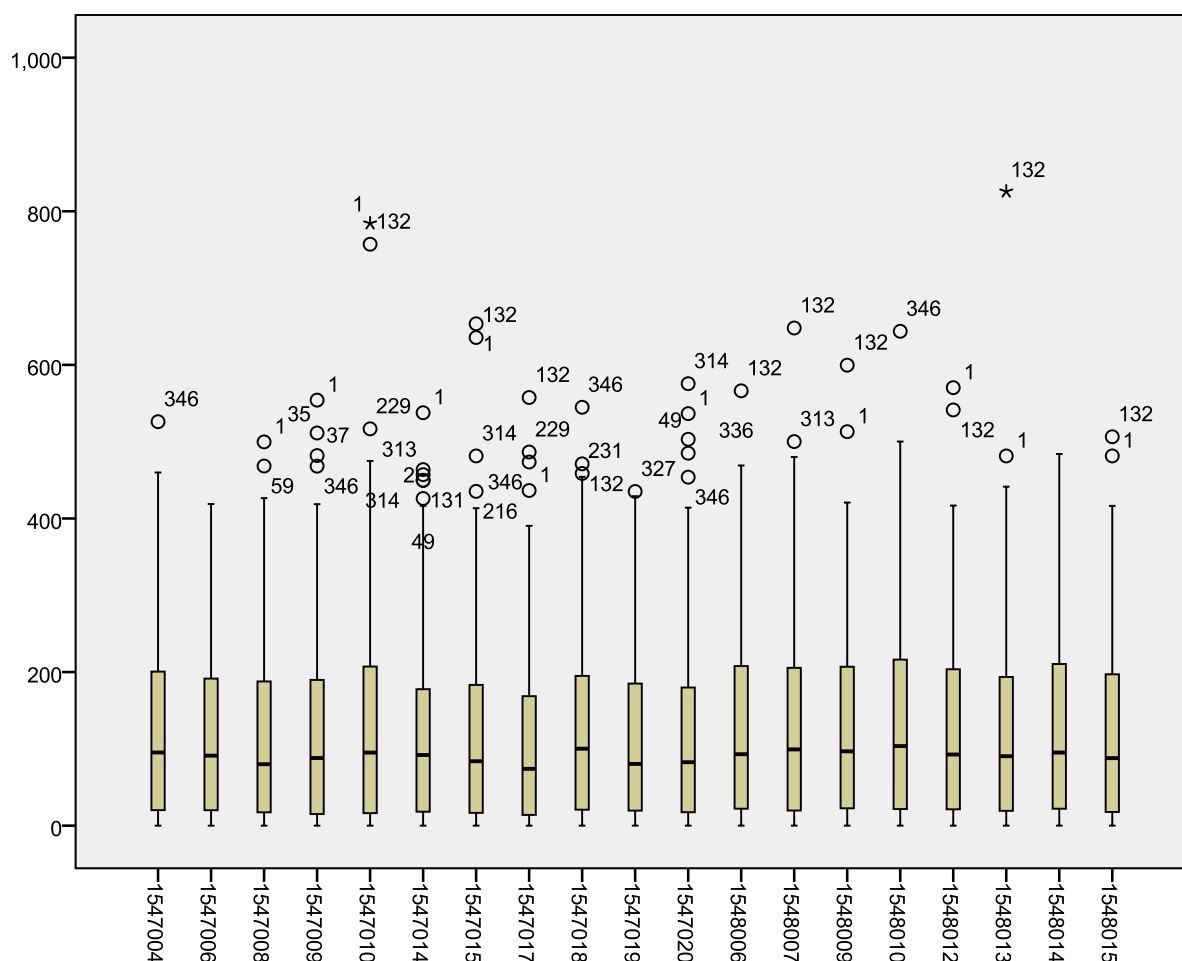


Figura 7. Box plot gerado pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá.

Após a verificação das informações acima, foi realizado o procedimento para análise de componentes principais com o SPSS 19. A Tabela 2 contém informações da matriz de correlação de Pearson entre as estações.

Tabela 2. Matriz de correlação de Pearson gerada pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá.

	1547004	1547006	1547008	1547009	1547010	1547014	1547015	1547017	1547018	1547019	1547020	1548006	1548007	1548009	1548010	1548012	1548013	1548014	1548015
Correlation	1547004	1547006	1547008	1547009	1547010	1547014	1547015	1547017	1547018	1547019	1547020	1548006	1548007	1548009	1548010	1548012	1548013	1548014	1548015
	1.000	.940	.890	.916	.891	.850	.888	.885	.930	.900	.869	.912	.875	.886	.906	.940	.886	.902	.939
	.940	1.000	.917	.911	.916	.895	.924	.906	.934	.924	.900	.920	.916	.899	.922	.960	.916	.926	.965
	.890	.917	1.000	.878	.854	.837	.856	.860	.856	.870	.858	.864	.854	.846	.861	.900	.844	.855	.893
	.916	.911	.878	1.000	.891	.819	.905	.890	.887	.874	.880	.873	.861	.877	.867	.943	.879	.871	.908
	.891	.916	.854	.891	1.000	.819	.927	.925	.881	.846	.857	.891	.889	.890	.868	.934	.909	.885	.927
	.850	.895	.837	.819	.819	1.000	.849	.814	.866	.849	.853	.856	.836	.814	.879	.884	.831	.890	.895
	.888	.924	.856	.905	.927	.849	1.000	.898	.886	.848	.886	.875	.898	.886	.873	.949	.917	.903	.926
	.885	.906	.860	.890	.925	.814	.898	1.000	.884	.854	.866	.883	.872	.869	.858	.926	.904	.881	.912
	.930	.934	.856	.887	.881	.866	.886	.884	1.000	.882	.857	.916	.869	.876	.918	.936	.894	.913	.938
	.900	.924	.870	.874	.846	.849	.848	.854	.882	1.000	.853	.881	.861	.859	.878	.896	.854	.877	.910
	.869	.900	.858	.880	.857	.853	.886	.866	.857	.853	1.000	.848	.852	.831	.851	.907	.851	.851	.901
	.912	.920	.864	.873	.891	.856	.875	.883	.916	.881	.848	1.000	.905	.903	.913	.927	.890	.924	.931
	.875	.916	.854	.861	.889	.836	.898	.872	.869	.861	.852	.905	1.000	.919	.866	.921	.917	.892	.923
	.886	.899	.846	.877	.890	.814	.886	.869	.876	.859	.831	.903	.919	1.000	.864	.932	.890	.893	.918
	.906	.922	.861	.867	.868	.879	.873	.858	.918	.878	.851	.913	.866	.864	1.000	.921	.870	.919	.926
	.940	.960	.900	.943	.934	.884	.949	.926	.936	.896	.907	.927	.921	.932	.921	1.000	.933	.929	.964
	.886	.916	.844	.879	.909	.831	.917	.904	.894	.854	.851	.890	.917	.890	.870	.933	1.000	.891	.930
	.902	.926	.855	.871	.885	.890	.903	.881	.913	.877	.851	.924	.892	.893	.919	.929	.891	1.000	.933
	.939	.965	.893	.908	.927	.895	.926	.912	.938	.910	.901	.931	.923	.918	.926	.964	.930	.933	1.000

a. Determinant = 1.44E-018

Assim, estações com que correlacionam com coeficientes acima de 0,900 devem ser retiradas da análise por componentes principais. Foi realizada análise apenas com as estações 1547004, 1547008, 1547014, 1547020, 1548009, 1548013, onde foi retirado uma a uma até obter uma matriz que não apresentou alta correlação. A Tabela 3 os resultados quanto a matriz de correlação entre as estações selecionadas.

Tabela 3. Matriz de correlação de Pearson gerada pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá depois de retiradas as estações que apresentavam alta correlação.

		1547004	1547008	1547014	1547020	1548009	1548013
Correlation	1547004	1.000	.890	.848	.867	.886	.886
	1547008	.890	1.000	.834	.858	.847	.845
	1547014	.848	.834	1.000	.849	.813	.829
	1547020	.867	.858	.849	1.000	.830	.851
	1548009	.886	.847	.813	.830	1.000	.890
	1548013	.886	.845	.829	.851	.890	1.000

a. Determinant = .000

A Tabela 4 contém os resultados das estatísticas de KMO e de esfericidade de Bartlett.

Tabela 4. Estatística KMO e Esfericidade de Bartlett.

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.939
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square
	2825.122
	df
	15
	Sig.
	.000

Para esse conjunto de dados o valor de KMO é igual a 0,939, assim, considera-se que análise de fatores é apropriada para o conjunto de dados. Como também se observou na matriz anti-imagem se todos na diagonal principal os valores são maiores que 0,5 que também é um bom resultado (Tabela 5).

Tabela 5. Matriz de anti-imagem e correlações gerada pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá depois de retiradas as estações que apresentavam alta correlação.

		1547004	1547008	1547014	1547020	1548009	1548013
Anti-image Correlation	1547004	.928 ^a	-.343	-.151	-.169	-.281	-.227
	1547008	-.343	.943 ^a	-.166	-.235	-.133	-.051
	1547014	-.151	-.166	.957 ^a	-.296	-.059	-.130
	1547020	-.169	-.235	-.296	.946 ^a	-.040	-.187
	1548009	-.281	-.133	-.059	-.040	.931 ^a	-.408
	1548013	-.227	-.051	-.130	-.187	-.408	.931 ^a

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

As medidas de Bartlett testam a hipótese nula de que a matriz original de correlação é uma matriz identidade. Assim, o valor encontrado (Tabela 4) é significativo (p-valor < 0,05; resultado que indica, também, que a análise de fatores é apropriada).

A Tabela 6 lista os autovalores associados com cada componente linear (fator) antes da extração e depois da extração.

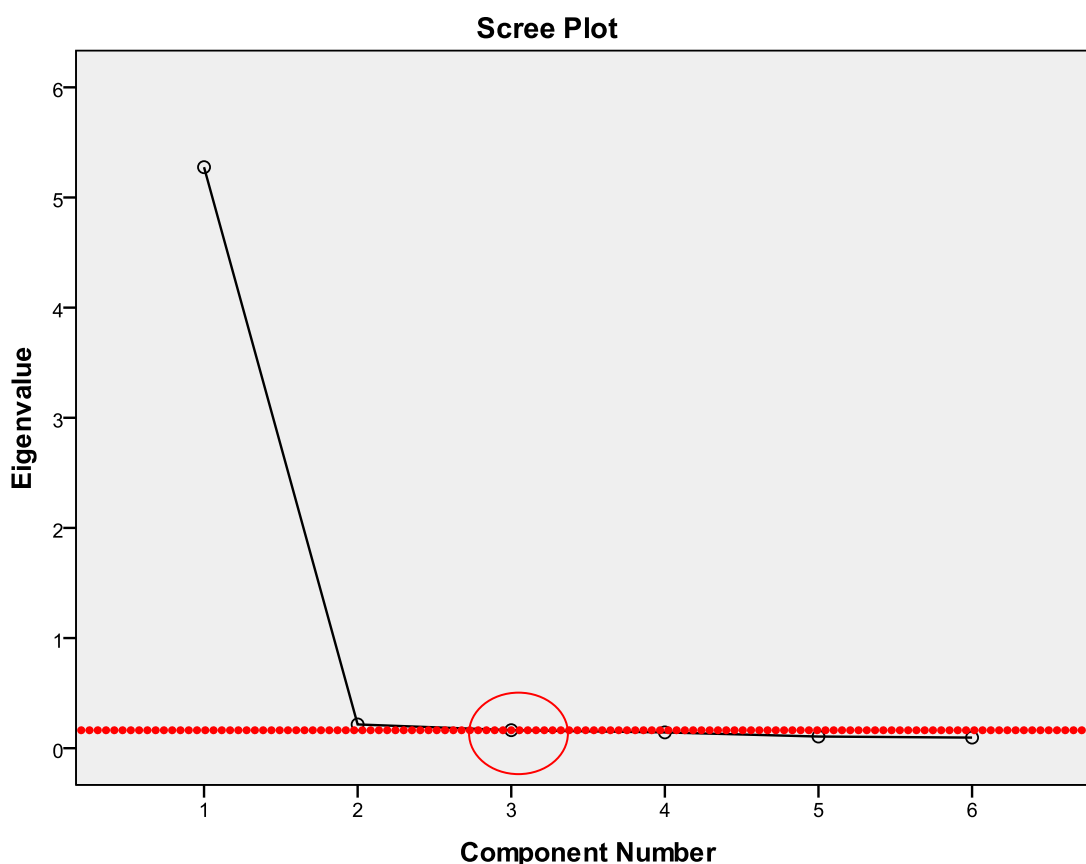
Tabela 6. Variância total explicada gerada pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá depois de retiradas as estações que apresentavam alta correlação.

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sum of Squared Loadings			Rotation Sum of Squared Loadings		
	Total	% Variance	of Cumulative %	Total	% Variance	of Cumulative %	Total	% Variance	of Cumulative %
1	5.275	87.918	87.918	5.275	87.918	87.918	2.184	36.400	36.400
2	.216	3.595	91.513	.216	3.595	91.513	1.827	30.451	66.851
3	.164	2.726	94.239	.164	2.726	94.239	1.643	27.388	94.239
4	.143	2.391	96.630						
5	.106	1.764	98.394						
6	.096	1.606	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Antes da extração, foi identificado 6 componentes lineares dentro do conjunto de dados. Os autovalores associados com cada fator representam a variância explicada por aquela componente linear particular e também é apresentada a percentagem de variância explicada (fator 01 explica 87,918% da variância total). No final tabela é apresentada a rotação soma das cargas ao quadrado (*Rotation Sums of Squared Loadings*), os autovalores após a rotação são exibidos. Com o efeito de otimizar a estrutura do fator e equalizar a importância relativa dos 3 fatores. Antes de ser rotacionado, o fator 1 é responsável por mais variâncias que as duas remanescentes (87,918% contra 3,595% e 2,726%). Contudo após a extração ele representa 36,400% da variância, contra 30,451% e 27,388% (fator 2 e 3 respectivamente).

A Figura 12 apresenta o diagrama de declividade (scree plot). Ao se traçar uma reta tangente (vide reta pontilhada) à componente 2 fica evidente a mudança de inclinação após a componente 03, conforme observado o círculo. Assim, justifica-se a retenção desses três fatores.

**Figura 8. Diagrama de declividade gerado pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá depois de retiradas as estações que apresentavam alta correlação**

A Tabela 7 apresenta as comunalidades (inicial e depois da extração). Assim, observa-se que há uma alta variância comum depois da extração – de 0,906 a 0,980 (coluna *Extraction*).

Tabela 7. Comunalidades gerado pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá depois de retiradas as estações que apresentavam alta correlação.

	Initial	Extraction
1547004	1.000	.924
1547008	1.000	.959
1547014	1.000	.980
1547020	1.000	.906
1548009	1.000	.948
1548013	1.000	.936
Extraction Method: Principal Component Analysis.		

A Tabela 8 apresenta a matriz dos componentes antes da rotação. Ressalta-se que nessa tabela, os componentes estavam com altas cargas no primeiro fator.

Tabela 8. Matriz de componentes antes da rotação, gerada pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá depois de retiradas as estações que apresentavam alta correlação.

	Component		
	1	2	3
1547004	.956		
1548013	.943	-.175	.131
1547008	.938		-.280
1548009	.936	-.254	
1547020	.934	.166	
1547014	.919	.295	.220
Extraction Method: Principal Component Analysis.			
a. 3 components extracted.			

A Tabela 9 apresenta a matriz dos componentes após a rotação. Para isso, de acordo com a análise feita no gráfico de declividade (Figura 11) foram determinados para extração de quatro componentes.

Tabela 9. Matriz de componentes após da rotação gerado pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá depois de retiradas as estações que apresentavam alta correlação.

	Component		
	1	2	3
1548009	.793	.427	.370
1548013	.755	.406	.449
1547004	.621	.597	.427
1547008	.467	.768	.390
1547020	.441	.619	.573
1547014	.431	.389	.802
Extraction Method: Principal Component Analysis.			
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.			
a. Rotation converged in 6 iterations.			

Os componentes identificados de acordo com a Tabela 9 foram:

#componente 01: estações pluviométricas 1548009; 1548013; 157004.

#componente 02: 1547008; 1547020;

#componente 03: 1547014.

Análise de Cluster

A Figura 14 apresenta o dendrograma de agrupamento pelo método hierárquico de Ward, com a representação da homogeneidade existente entre as médias das precipitações das estações pluviométricas obtidas pelo método de análise de componentes principais, listadas a seguir:

- ✓ 1547004
- ✓ 1547014
- ✓ 1547008
- ✓ 1547020
- ✓ 1548009
- ✓ 1548013

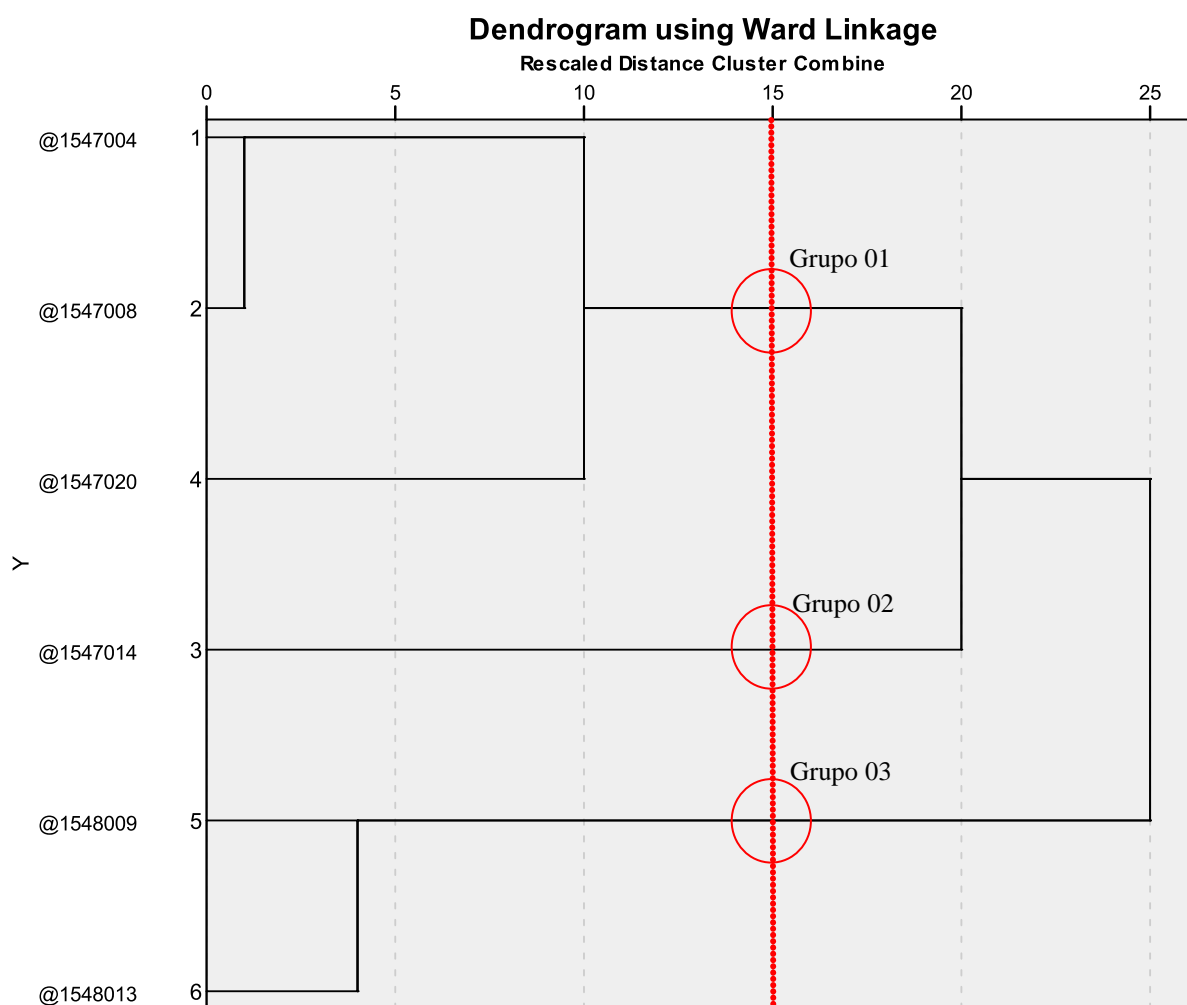


Figura 9. Dendrograma gerado pelo SPSS para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá depois de retiradas as estações que apresentavam alta correlação (cluster).

Um corte na vertical, delimita a formação de 3 grupos intra-homogêneos se mostrou mais eficaz e melhor distribuído que um outro corte.

Assim, temos os seguintes grupos:

- #grupo 01: 1547004; 1547008; 1547020;
- #grupo 02: 1547014
- #grupo 03: 1548009 e 158013.

Nota-se que há diferença entre os grupos formados pela análise de componentes principais quanto ao dendrograma obtido. Esse fato pode se justificar pela correlação existente entre elas possa ser alta. Contudo, tem-se que se avaliar se há uma melhora de resultados dos alto-valores com a retirada dessa variável.

TERCEIRA ETAPA: ESPACIALIZAÇÃO DOS RESULTADOS ESTATÍSTICOS

Na Figura 13 ilustra a distribuição espacial dos componentes 0 (branco – desconsiderados pela análise); 1 (verde – à noroeste da UHP-DF); 2 (laranja – na zona central da UHP-DF); e, 3 (amarelo – à sudoeste da UHP-DF).

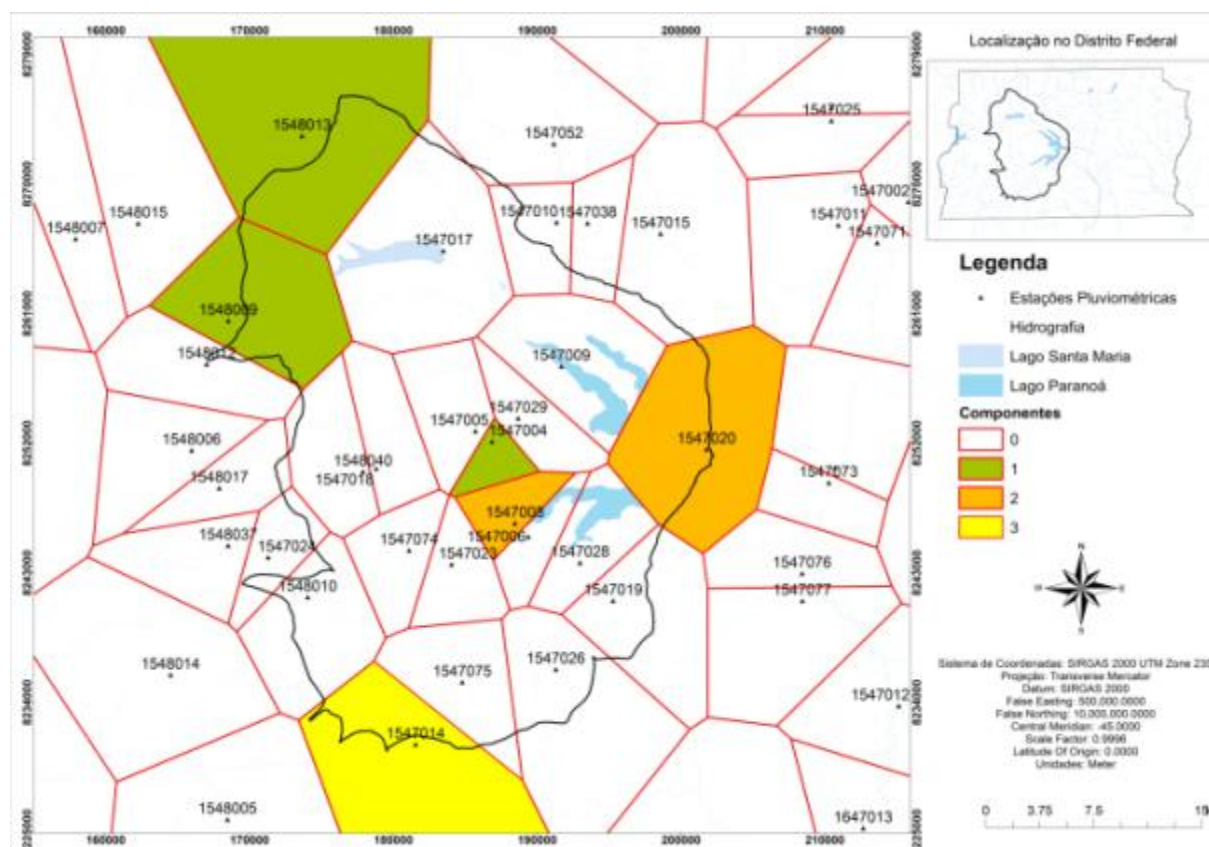


Figura 10. Distribuição espacial dos componentes principais para as estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá quanto ao Método de Thiessen.

CONCLUSÃO

Com a avaliação dos resultados foi observado que os principais grupos de estações pluviométricas existentes na Unidade Hidrográfica Paranoá – Distrito Federal, em base a metodologia utilizada, estão divididos em 3 principais componentes (ACP): componente 01: estações pluviométricas 1548009; 1548013; 1547004; componente 02: 1547008; 1547020; componente 03: 1547014. Confirmados com a análise de cluster (exceto a estação 1547004, que melhor correlacionou-se com as estações 1547008 e 1547020 – na parte central do UHP_DF)

Ao especializar os resultados dos métodos de análises de componentes principais e comparados resultados obtidos com os Polígonos de Thiessen, observou-se que as estações pluviométricas que melhor explica os dados avaliados estão distribuídas ao noroeste (1548009; 1548013) na parte central (1547004; 1547008 e 1547020) e sudoeste (1547020) da UHP-DF.

Salienta-se que previamente foram selecionadas 19 estações pluviométricas da Unidade Hidrográfica do Paranoá, após a aplicação da metodologia, foram resumidas em 6 principais estações.

Recomenda-se para que trabalhos futuros se façam a análise de confiabilidade dos resultados e análise confirmatória para auxiliarem nas discussões dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, Luciene B.; BELDERRAIN, M. Carmen N.; SCARPEL, Rodrigo A. Tratamento multivariado de dados por análise de correspondência e análise de agrupamentos. XIII ENCITA-2007. Instituto Tecnológico da Aeronáutica-ITA. São José dos Campos/São Paulo, 2007.
2. ANDRADE, EM de; SILVEIRA, Sidnéia Souza; AZEVEDO, B. M. Investigação da estrutura multivariada da evapotranspiração na região centro sul do Ceará pela análise de componentes principais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2003.
3. BRASSEL, K. E., & Reif, D. (1979). A procedure to generate Thiessen polygons. Geographical Analysis, 11(3), 289-303.
4. BERNARDI, J. V. E. et al. Aplicação da análise das componentes principais na ordenação dos parâmetros físico-químicos no alto rio Madeira e afluentes, Amazônia ocidental. Geochimica Brasiliensis, v. 23, n. 1, 2012.
5. DUNTEMAN, George H. Principal components analysis. Sage, 1989.
6. FIELD, Andy. Discovering statistics using SPSS. Sage publications, 2009.
7. GANGOPADHYAY, Subhrendu; DAS GUPTA, Ashim; NACHABE, M. H. Evaluation of ground water monitoring network by principal component analysis. Groundwater, v. 39, n. 2, p. 181-191, 2001.
8. GIRÃO, Enio Giuliano et al. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibas pelo emprego da análise da componente principal. Revista Ciência Agronômica, v. 38, n. 1, p. 17-24, 2008.
9. GUEDES, Roni Souza et al. Análise em Componentes Principais da Precipitação Pluvial no Estado do Piauí e Agrupamento pelo Método de Ward. Revista de Geografia (Recife), v. 27, n. 1, p. 218-233, 2010.
10. GOMES, Evanice Pinheiro; BLANCO, Claudio José Cavalcante; PESSOA, Francisco Carlos Lira. Análise de agrupamento para identificação de regiões hidrologicamente homogêneas na Amazônia.
11. HAAG, I.; WESTRICH, B. Processes governing river water quality identified by principal component analysis. Hydrological processes, v. 16, n. 16, p. 3113-3130, 2002.
12. HAIR, Joseph F. et al. Multivariate data analysis. 1998. UpperSaddle River, 1998.
13. HAIR, Joseph F. et al. Multivariate data analysis. Ed Bookman, Porto Alegre, pp. 593. 2005
14. HAIR, Joseph F. et al. Análise multivariada de dados. Bookman, 2007.
15. KUTZBACH, John E. Empirical eigenvectors of sea-level pressure, surface temperature and precipitation complexes over North America. Journal of Applied Meteorology, v. 6, n. 5, p. 791-802, 1967.
16. MENEZES Paula Henrique Bretanha Junior. Avaliação do efeito das ações autrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na bacia do Lago Paranoá. Dissertação de Mestrado. IG-UnB; 2010158.
17. NATHAN, R. J.; MCMAHON, T. A. Identification of homogeneous regions for the purposes of regionalisation. Journal of Hydrology, v. 121, n. 1, p. 217-238, 1990.
18. NOORI, Roohollah et al. Comparison of ANN and principal component analysis-multivariate linear regression models for predicting the river flow based on developed discrepancy ratio statistic. Expert Systems with Applications, v. 37, n. 8, p. 5856-5862, 2010.
19. OLIVEIRA, L. C. et al. Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do rio São Francisco Verdadeiro. Engenharia Agrícola, v. 28, n. 4, p. 770-781, 2008.
20. PRIMAVESI, O. et al. Microbacia hidrográfica do Ribeirão Canchim: um laboratório real de laboratório ambiental. Embrapa Pecuária Sudeste, 1999.
21. RODRIGUES, Paulo Canas; BRANCO, João A. A Análise de Componentes Principais sobre dados dependentes. In: XIV conference of the Portuguese Statistical Society. 2006. p. 27.
22. RODRIGUES, Andriago; GUIMARAES FACHEL, Jandyra Maria; CRUZ PASSUELLO, Alexandra. Estatística espacial e análise de cluster em dados de desastres naturais: mapeamento das inundações no rio grande do sul entre 2003 e 2009. Revista de Iniciação Científica, v. 10, n. 1, 2014.
23. THIESSEN, Alfred H. Precipitation averages for large areas. Monthly weather review, v. 39, n. 7, p. 1082-1089, 1911.3
24. VORONÓÏ, Georges. Nouvelles applications des paramètres continus à la théorie des formes quadratiques. Deuxième mémoire. Recherches sur les parallélogrammes primitifs. Journal für die reine und angewandte Mathematik, v. 134, p. 198-287, 1908.
25. WESTRA, Seth et al. Modeling multivariable hydrological series: Principal component analysis or independent component analysis?. Water Resources Research, v. 43, n. 6, 2007.