

## Identificação de Municípios Homogêneos quanto a Ameaças Ambientais no Estado do Rio de Janeiro por Two Step Cluster

### *Identification of Homogeneous Municipalities about Environmental Threats in the State of Rio de Janeiro by Two Step Cluster*

Giovani Glaucio Costa<sup>1\*</sup>

**Resumo:** O objetivo deste artigo é prosseguir nas análises estatísticas das ameaças ambientais no Estado do Rio de Janeiro promovida pela Defesa Civil. Este estudo se propõe a utilizar a técnica de análise multivariada *two step cluster* para obtenção de municípios do estado do Rio de Janeiro homogêneos quanto às ameaças ambientais. Com base nos dados do “*Mapa de Ameaças Naturais*”, será montada a base de dados ou o espaço de análise do estudo. Os 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro foram agrupados em *clusters* que seriam semelhantes internamente quanto a prevalências de ameaças ambientais. Os resultados da análise sugeriram três grupos homogêneos de municípios por ameaças ambientais. O *cluster* 1 agrupa 23,91% dos municípios do Rio de Janeiro, o *cluster* 2 retém 26,09% das cidades do estado e o *cluster* 3 aglomera a metade dos municípios (50%). Portanto, há evidências, pelo estudo realizado, que os municípios do Rio de Janeiro têm prevalências diferenciadas de ameaças ambientais. Com o perfil de cada *cluster* e os constituintes de cada grupo homogêneo, as autoridades podem implementar medidas preventivas personalizadas a cada *cluster* e evitar com maior potencialidade novas tragédias.

**Palavras-chaves:** Cidades cariocas. Danos naturais. Subperfis. Two step cluster.

**Abstract:** The purpose of this article is to proceed in the statistical analysis of environmental threats in the State of Rio de Janeiro promoted by Civil Defense. This study proposes to use the technique of multivariate analysis two step cluster of municipalities in the State of Rio de Janeiro homogeneous with regard to environmental threats. On the basis of the "Map of natural threats, will be mounted the database or analysis of the study area. The 92 counties of the State of Rio de Janeiro were grouped into clusters that would be similar internally as the prevalence of environmental threats. The results of the analysis suggested three homogeneous groups of municipalities for environmental threats. 1 cluster groups 23.91% of the municipalities of Rio de Janeiro, the cluster 2 retains 26.09% of cities in the State and the cluster 3 sintering half of municipalities (50%). Therefore, there is evidence, for the study, the municipalities of Rio de Janeiro have differentiated prevalence of environmental threats. With the profile of each cluster and the constituents of each homogeneous group, the authorities can implement custom preventive measures to each cluster and avoid with greater potential new tragedies.

**Keywords:** Cities Rio. Natural damage. Under profiles. Two step cluster.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 16/04/2016; aprovado em 23/11/2016

<sup>1</sup>Estatístico. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail. [giovaniglaucio@hotmail.com](mailto:giovaniglaucio@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

O problema das enchentes passou a ser algo comum na vida das populações de algumas cidades. Infelizmente, todo o ano é a mesma coisa: entre os meses de dezembro e fevereiro, os noticiários são tomados por problemas relacionados com a elevação dos cursos d'água e a inundação de casas e ruas, desencadeando uma série de tragédias que, quase sempre, poderia ser evitada.

O problema das enchentes é crônico em muitas cidades brasileiras, com destaque para o Rio de Janeiro. A capital carioca costuma sempre aparecer nos noticiários com ocorrências desse tipo em períodos de chuva, além de outras cidades que também padecem da mesma situação. As inundações, além de danos materiais, podem provocar doenças, como a leptospirose. Portanto, trata-se também de uma questão de saúde pública, de relevância social e científica.

Segundo dados de prefeituras mais afetadas pelas chuvas no interior do estado, foram 911 mortos na Região Serrana do Rio de Janeiro na enxurrada ocorrida no mês de janeiro de 2011. Em Teresópolis foram 382 mortes registradas; em Nova Friburgo, a prefeitura contabilizou 428 vítimas, enquanto que em Petrópolis foram resgatados 72 corpos. Também houve 22 mortes em Sumidouro, 6 em São José do Vale do Rio Preto e 1 em Bom Jardim (Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, 2014).

Ainda segundo as prefeituras e a Defesa Civil estadual, Teresópolis teve 9.110 desalojados e 6.727 desabrigados; Petrópolis (incluindo Itaipava) somou 6.223 desalojados e 191 desabrigados; e Nova Friburgo contabilizou 3.220 desalojados e 2.031 desabrigados (Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, 2014).

No mês de fevereiro, as famílias desabrigadas pelas chuvas começaram a receber o pagamento do aluguel social, segundo a Secretaria de Estado de Assistência Social e Direitos Humanos. As famílias cadastradas no programa Bolsa Família tiveram, segundo a secretaria, a prioridade para receber o auxílio (Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, 2014).

A interferência humana sobre os cursos d'água, provocando enchentes e inundações, ocorre das mais diversas formas. Em casos extremos, porém menos comuns, tais situações podem estar relacionadas com rompimentos de diques e barragens, o que pode causar sérios danos à sociedade. Mas, quase sempre, essa questão está ligada ao mau uso do espaço urbano.

Um problema que parece não ter uma solução rápida é o elevado índice de poluição, causado tanto pela ausência de consciência por parte da população quanto por sistemas ineficientes de coleta de lixo ou de distribuição de lixeiras pela cidade. Além do mais, há problemas causados pela poluição gerada por empresas e outros órgãos. Com isso, ocorre o entupimento dos bueiros que seriam responsáveis por conter parte da água que eleva o nível dos rios. Além disso, o lixo gerado é levado pelas enxurradas e contribui ainda mais para elevar o volume das águas.

A ocorrência de enchentes nas cidades também pode estar relacionada com problemas nos sistemas de drenagem. Às vezes, não há bueiros ou outras construções que seriam responsáveis pela contenção ou desvio da água que corre para os rios, provocando a cheia deles. Além disso, somente a construção de bueiros e sistemas de drenagem

pode não ser suficiente, isso porque as demais ações antrópicas podem elevar gradualmente a vazão das enxurradas ao longo dos anos, fazendo com que as drenagens existentes não consigam atender toda a demanda.

Outra questão é a ocupação irregular ou desordenada do espaço geográfico. Como já foi mencionado, algumas áreas correspondem ao leito maior de um rio que, esporadicamente, inunda. Com a ocupação irregular dessas áreas – muitas vezes causada pela ausência de planejamento adequado –, as pessoas estão sujeitas à ocorrência de inundações. Além disso, a remoção da vegetação que compõe o entorno do rio pode intensificar o processo, pois ela teria a função de reter parte dos sedimentos que vão para o leito e aumentam o nível das águas.

Apesar de todos os problemas acima mencionados, a causa considerada principal para as enchentes é, sem dúvida, a impermeabilização do solo. Com a pavimentação das ruas e a cimentação de quintais e calçadas, a maior parte da água, que deveria infiltrar no solo, escorre na superfície, provocando o aumento das enxurradas e a elevação dos rios. Além disso, a impermeabilização contribui para a elevação da velocidade desse escoamento, provocando erosões e causando outros tipos de desastres ambientais urbanos.

Existem inúmeras medidas de combate às enchentes. A cidade de Belo Horizonte, por exemplo, contratou em outubro de 2013 alguns “olheiros”, que são funcionários encarregados de detectar o início de inundações em áreas de risco. Eles teriam a função de minimizar os efeitos da “inundação relâmpago”, aquela que ocorre em um curtíssimo período de tempo. Outras ações envolvem a construção de barragens e o desassoreamento do leito dos rios, em que todos os sedimentos existentes no fundo dos cursos d'água são removidos, aumentando a sua profundidade (Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, 2014).

Mas todas essas medidas são paliativas, ou seja, são apenas para minimizar ou combater uma situação já existente. A melhor forma de lidar com esse problema, na verdade, é realizar uma devida prevenção, através da construção de sistemas eficientes de drenagem, a desocupação de áreas de risco, criação de reservas florestais nas margens dos rios, diminuição dos índices de poluição e geração de lixo, além de um planejamento urbano mais consistente.

Para que as prefeituras tenham um instrumento que ajude a reduzir os riscos de novas tragédias ambientais e planejar ações preventivas, a Defesa Civil do Estado do Rio lança o “*Mapa de Ameaças Naturais*”.

O levantamento aponta os pontos frágeis de cada um dos 92 municípios e propõe ações concretas, como obras de contenção de encostas, reassentamento de população de áreas de risco e instalação de sirenes. Além do lançamento do mapa, a Defesa Civil estadual vai promover reuniões com as prefeituras, para que sejam elaborados planos de contingência para cada tipo de ameaça, além de exercícios simulados de desocupação.

Estes encontros começarão na Região Serrana, e vão em todos os municípios do estado do Rio de Janeiro. No estado, a Região Serrana é mais ameaçada por catástrofes naturais, que podem ser agravadas por ocupações irregulares em encostas, por exemplo. Na Serra, chegam a ser registrados mais de dez tipos de desarranjos ambientais diferentes — em um total de 21 catalogados.

O relatório que orientou a montagem do mapa aponta o deslizamento de terra como a principal ameaça, chegando a representar 18% das ocorrências. Em segundo lugar, vêm as inundações (17,8%), e, em terceiro, as enxurradas (14%). Para organizar o mapa, a Secretaria de Estado de Defesa Civil compilou as 460 ameaças naturais mais frequentes em cada região a partir de um formulário respondido pelos municípios (Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, 2014).

A pesquisa tem importância social na medida em que aperfeiçoa e incrementa as informações sobre o tema que possam ajudar a aperfeiçoar os instrumentos das prefeituras na redução dos riscos de novas tragédias ambientais e planejamento de ações preventivas.

O objetivo deste estudo é prosseguir nas análises estatísticas das ameaças ambientais no Estado do Rio de Janeiro promovida pela Defesa Civil. Este artigo se propõe a utilizar a técnica de análise multivariada *two step cluster* para obtenção de municípios do estado do Rio de Janeiro homogêneos quanto às ameaças ambientais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Com base nos dados do “*Mapa de Ameaças Naturais*”, constante no site O Globo<sup>1</sup>, será montada a base de dados ou o espaço de análise do estudo (Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, 2014).

A proposta analítica deste artigo é utilizar a análise multivariada *two step cluster* para segmentar os municípios do estado do Rio de Janeiro em grupos homogêneos ou *clusters* quanto à similaridade de ameaças naturais.

Portanto, os 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro serão agrupados em *clusters* que seriam semelhantes internamente quanto a prevalências de ameaças ambientais.

A *Two Step Cluster* é uma técnica de análise de *cluster* que trabalha com conjuntos de dados extremamente grandes (CHIN et al., 2001).

Este algoritmo de tecnologia de ponta permite lidar com variáveis quantitativas e/ou qualitativas e requer apenas dois passos no procedimento. Na primeira fase do procedimento, se pré-agrupa os registros em vários pequenos sub-agrupamentos. Em seguida, são agrupados os sub-agrupamentos, criados na etapa de pré-agrupamento, no número desejado de *clusters* (ESTER et al., 1996).

Caso o número desejado de *clusters* seja desconhecido, a análise *Two Step Cluster* automaticamente encontra o número apropriado de agrupamentos (Guha et al, 1998).

Através do uso da *Two Step Cluster*, podem-se agrupar os dados de modo que os registros dentro de um grupo sejam similares (HINNBURG et al., 1998).

Neste trabalho, pode-se aplicá-los aos dados que descrevem as prevalências de ameaças naturais nos municípios do Rio de Janeiro.

Em seguida, personalizar a estratégia de prevenção de ameaças e redução de novas tragédias a cada *cluster* identificado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vai-se utilizar o procedimento de obtenção automática dos *clusters* e utilizando o método "Critério de Informação Bayesiano (BIC)" (LI et al., 2002).

Quadro 1. Distribuição dos *Clusters*

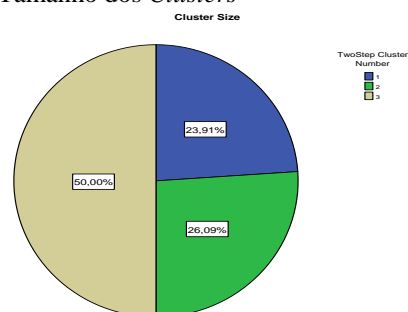
Cluster Distribution			
	N	% of Combined	% of Total
Cluster 1	22	23.9%	23.9%
2	24	26.1%	26.1%
3	46	50.0%	50.0%
Combined	92	100.0%	100.0%
Total	92		100.0%

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Pelo que se pode observar da Quadro 1, a base pode ser estruturada em três *clusters*, isto é, podemos identificar três grupos homogêneos quanto às ameaças ambientais.

Todos os municípios do estado do Rio de Janeiro foram inseridos em algum *cluster*.

Figura 1. Tamanho dos *Clusters*

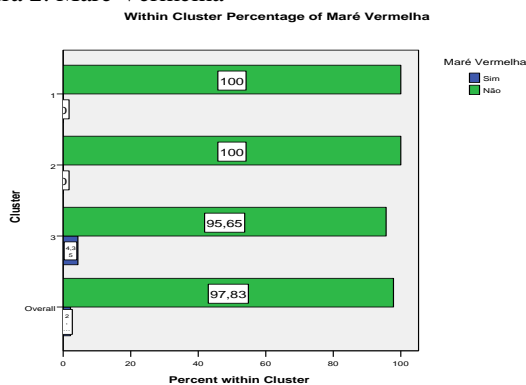


Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Pela observação do Figura 1, se tem a informação da do tamanho dos grupos formados, isto é, da população de cada *cluster*. É no *cluster* 3 que está o maior número de municípios do estado do Rio de Janeiro. Primeiramente, a análise irá traçar o perfil destes *clusters* e em seguida, testar a significância estatística dos mesmos.

## Importância Relativa das Categorias nos *Clusters*.

Figura 2. Maré Vermelha

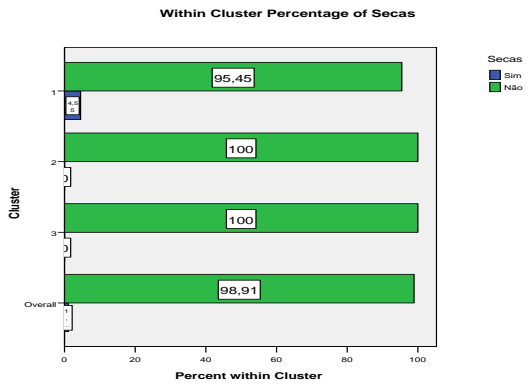


Fonte: Dados da pesquisa (2016).

<sup>1</sup> <http://oglobo.globo.com/infograficos/rio-desastres-naturais/>

No *cluster 1*; 100% dos municípios não têm prevalência de maré vermelha. No *cluster 2*; 100% dos municípios não têm prevalência de maré vermelha. No *cluster 3*; 95,65% dos municípios não têm prevalência de maré vermelha.

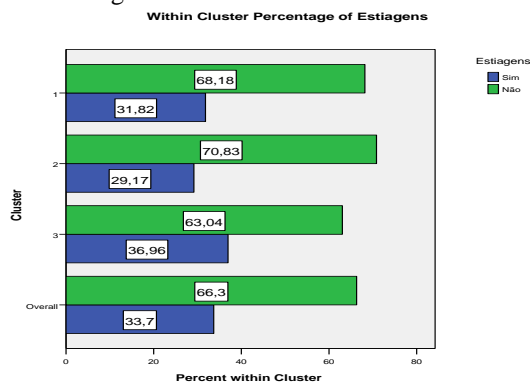
Figura 2. Secas



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 95,45% dos municípios não têm prevalência de secas. No *cluster 2*; 100% dos municípios não têm prevalência de secas. No *cluster 3*; 100% dos municípios não têm prevalência de secas.

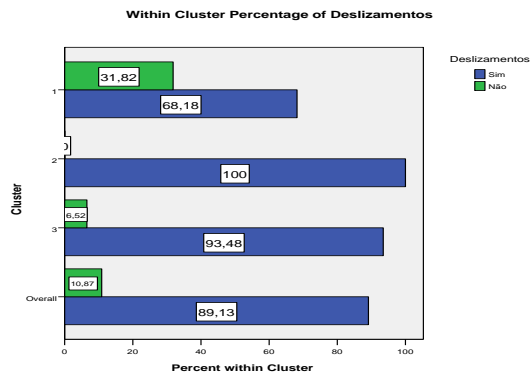
Figura 3. Estiagens



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 68,18% dos municípios não têm prevalência de estiagens. No *cluster 2*; 70,83% dos municípios não têm prevalência de estiagens. No *cluster 3*; 63,04% dos municípios não têm prevalência de estiagens

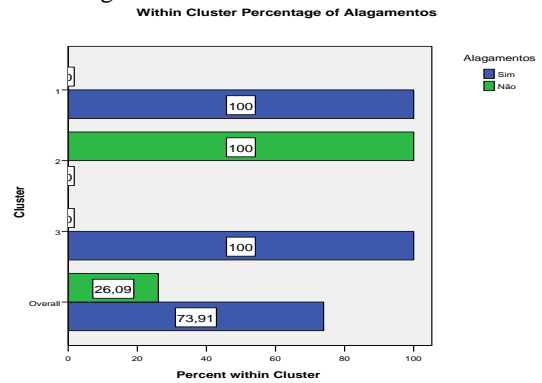
Figura 4. Deslizamentos



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 68,18% dos municípios têm prevalência de deslizamentos. No *cluster 2*; 100% dos municípios têm prevalência de deslizamentos. No *cluster 3*; 93,48% dos municípios têm prevalência de deslizamentos.

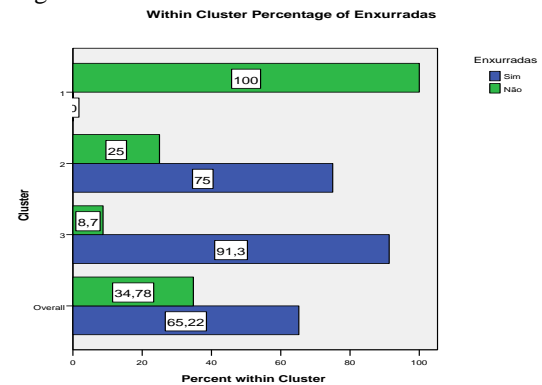
Figura 5. Alagamentos



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 68,18% dos municípios têm prevalência de alagamentos. No *cluster 2*; 100% dos municípios não têm prevalência de alagamentos. No *cluster 3*; 93,48% dos municípios têm prevalência de alagamentos.

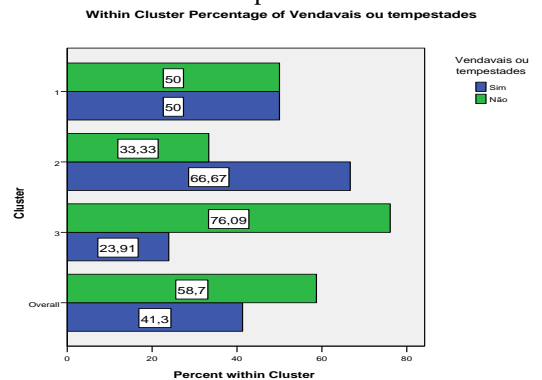
Figura 6. Enxurradas



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 100% dos municípios não têm prevalência de enxurradas. No *cluster 2*; 75% dos municípios têm prevalência de enxurradas. No *cluster 3*; 91,3% dos municípios têm prevalência de enxurradas.

Figura 7. Vendavais ou tempestades

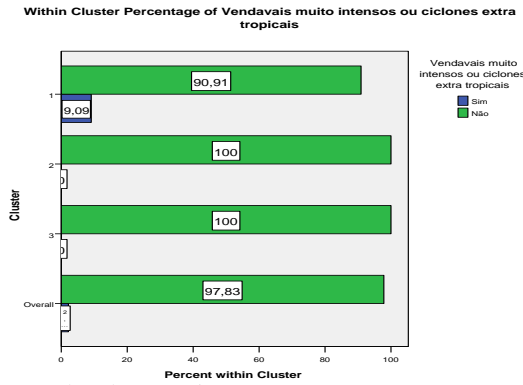


Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 50% dos municípios têm prevalência de vendavais ou tempestades. No *cluster 2*; 66,67% dos municípios têm prevalência de vendavais ou tempestades.

No *cluster 3*; 76,09% dos municípios não têm prevalência de vendavais ou tempestades.

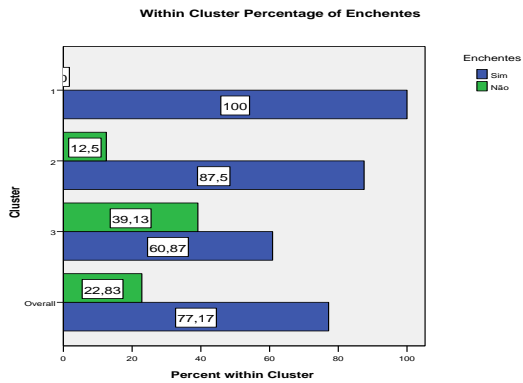
Figura 8. Vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 90,91% dos municípios não têm prevalência de vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais. No *cluster 2*; 100% dos municípios não têm prevalência de vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais. No *cluster 3*; 100% dos municípios não têm prevalência de vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais.

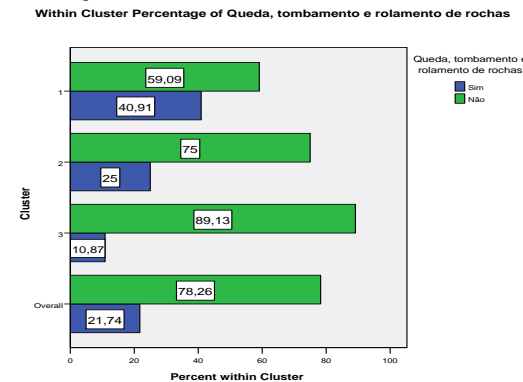
Figura 9. Enchentes



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 100% dos municípios têm prevalência de enchentes. No *cluster 2*; 87,5% dos municípios têm prevalência de enchentes. No *cluster 3*; 60,87% dos municípios têm prevalência de enchentes.

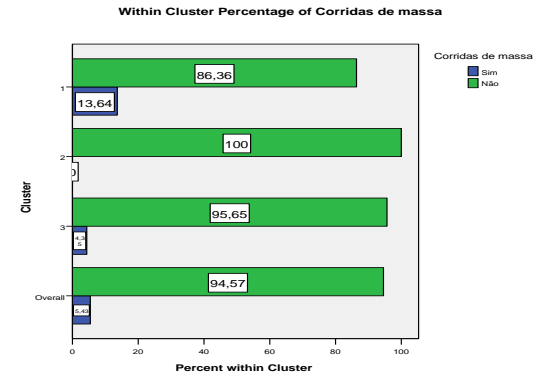
Figura 10. Queda, tombamento e rolamento de rochas



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 59,09% dos municípios não têm prevalência de queda, tombamento e rolamento de rochas. No *cluster 2*; 75% dos municípios não têm prevalência queda, tombamento e rolamento de rochas. No *cluster 3*; 89,13% dos municípios não têm prevalência de queda, tombamento e rolamento de rochas.

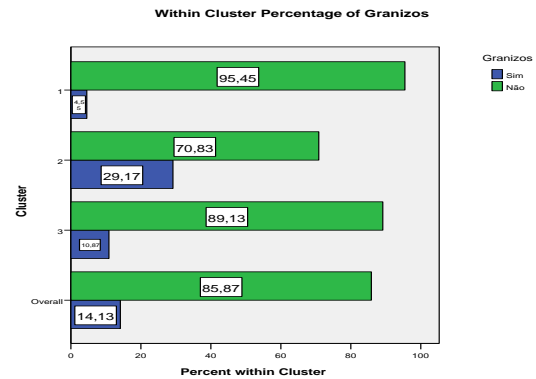
Figura 11. Corrida de massa



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 86,36% dos municípios não têm prevalência de corridas de massa. No *cluster 2*; 100% dos municípios não têm corridas de massa. No *cluster 3*; 95,65% dos municípios não têm prevalência de corridas de massa.

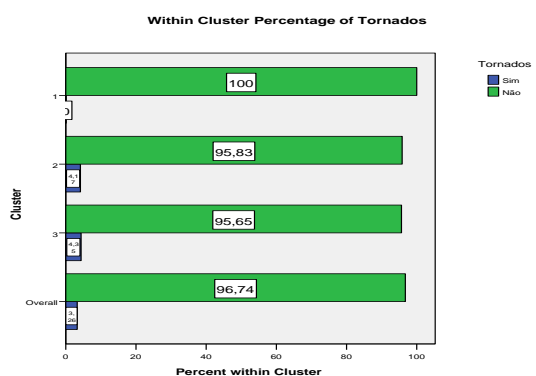
Figura 12. Granizos



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 95,45% dos municípios não têm prevalência de granizos. No *cluster 2*; 70,83% dos municípios não têm prevalência de granizos. No *cluster 3*; 89,13% dos municípios não têm prevalência de granizos.

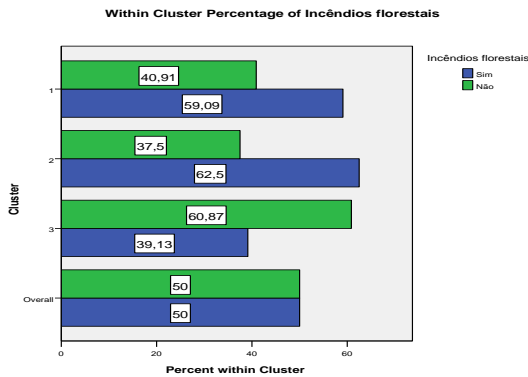
Figura 13. Tornados



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 100% dos municípios não têm prevalência de tornados. No *cluster 2*; 95,83% dos municípios não têm prevalência de tornados. No *cluster 3*; 95,65% dos municípios não têm prevalência de tornados.

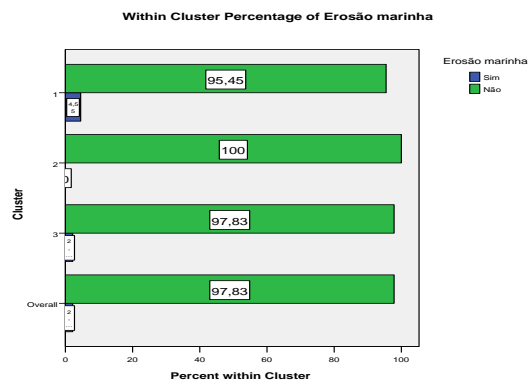
Figura 14. Incêndios florestais



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 59,09% dos municípios têm prevalência de incêndios florestais. No *cluster 2*; 62,5% dos municípios têm prevalência de incêndios florestais. No *cluster 3*; 39,13% dos municípios têm prevalência de incêndios florestais.

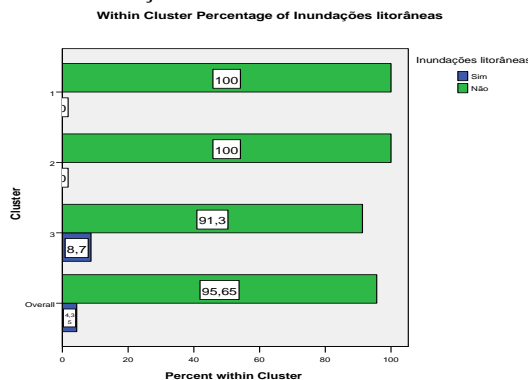
Figura 15. Erosão marinha



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 4,55% dos municípios têm prevalência de erosão marinha. No *cluster 2*; 0% dos municípios têm prevalência de erosão marinha. No *cluster 3*; 2,17% dos municípios têm prevalência de erosão marinha.

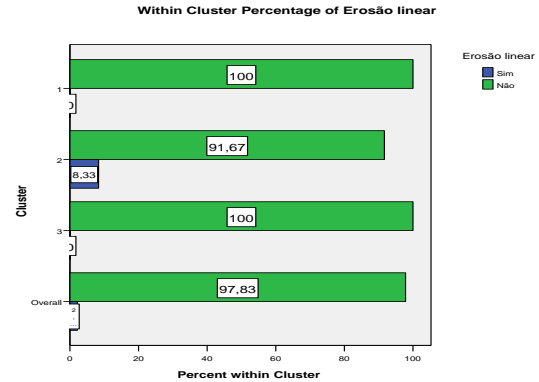
Figura 16. Inundações litorâneas



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 100% dos municípios não têm prevalência de inundações litorâneas. No *cluster 2*; 100% dos municípios não têm prevalência de inundações litorâneas. No *cluster 3*; 91,3% dos municípios não têm prevalência de inundações litorâneas.

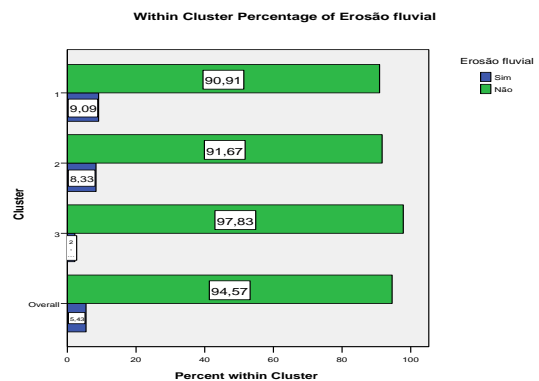
Figura 17. Erosão linear



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 0% dos municípios têm prevalência de erosão linear. No *cluster 2*; 8,33% dos municípios têm prevalência de erosão linear. No *cluster 3*; 0% dos municípios têm prevalência de erosão linear.

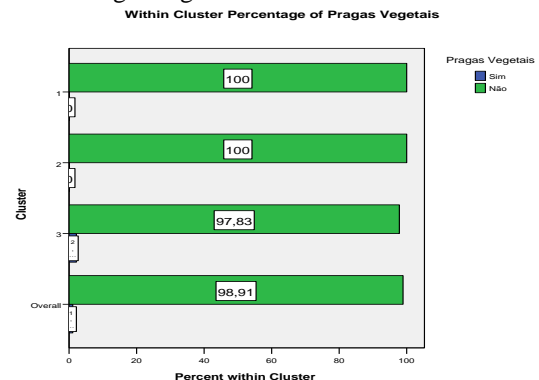
Figura 18. Erosão fluvial



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 9,09% dos municípios têm prevalência de erosão fluvial. No *cluster 2*; 8,33% dos municípios têm prevalência de erosão fluvial. No *cluster 3*; 2,17% dos municípios têm prevalência de erosão fluvial.

Figura 19. Pragas vegetais



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

No *cluster 1*; 100% dos municípios não têm prevalência de pragas vegetais. No *cluster 2*; 100% dos municípios não têm prevalência de pragas vegetais. No *cluster 3*; 97,83% dos municípios não têm prevalência de pragas vegetais. O quadro 2 resume o perfil detectado dos *clusters* gerados pela *two step*:

Quadro 2- *Clusters* Identificados em Função do Perfil e Tamanho

Clusters	Perfil	Tamanho
<b>Cluster 1</b>	<p>100% dos municípios não têm prevalência de maré vermelha.                      95,45% dos municípios não têm prevalência de secas.                      68,18% dos municípios não têm prevalência de estiagens.                      68,18% dos municípios têm prevalência de deslizamentos.                      100% dos municípios têm prevalência de alagamentos.                      100% dos municípios não têm prevalência de enxurradas.                      50% dos municípios têm prevalência de vendavais ou tempestades.                      90,91% dos municípios não têm prevalência de vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais.                      100% dos municípios têm prevalência de enchentes.                      59,09% dos municípios não têm prevalência de queda, tombamento e rolamento de rochas.                      86,36% dos municípios não têm prevalência de corridas de massa.                      95,45% dos municípios não têm prevalência de granizos.                      100% dos municípios não têm prevalência de tornados.                      59,09% dos municípios têm prevalência de incêndios florestais.                      95,45% dos municípios não têm prevalência de erosão marinha.                      100% dos municípios não têm prevalência de inundações litorâneas.                      100% dos municípios não têm prevalência de erosão linear.                      90,91% dos municípios não têm prevalência de erosão fluvial.                      100% dos municípios não têm prevalência de pragas vegetais.</p>	<b>23,91%</b>
<b>Cluster 2</b>	<p>100% dos municípios não têm prevalência de maré vermelha.                      100% dos municípios não têm prevalência de secas.                      70,83% dos municípios não têm prevalência de estiagens.                      100% dos municípios têm prevalência de deslizamentos.                      100% dos municípios não têm prevalência de alagamentos.                      75% dos municípios têm prevalência de enxurradas.                      66,67% dos municípios têm prevalência de vendavais ou tempestades.                      100% dos municípios não têm prevalência de vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais                      87,5% dos municípios têm prevalência de enchentes.                      75% dos municípios não têm prevalência queda, tombamento e rolamento de rochas.                      100% dos municípios não têm corridas de massa.                      70,83% dos municípios não prevalência de têm granizos.                      95,83% dos municípios não prevalência de têm tornados.                      62,5% dos municípios têm prevalência de incêndios florestais.                      100% dos municípios não têm prevalência de erosão marinha.                      100% dos municípios não têm prevalência de inundações litorâneas.                      91,67% dos municípios não têm prevalência de erosão linear.                      91,67% dos municípios não têm prevalência de erosão fluvial.                      100% dos municípios não têm prevalência de pragas vegetais.</p>	<b>26,09%</b>
<b>Cluster 3</b>	<p>95,65% dos municípios não têm prevalência de maré vermelha.                      100% dos municípios não têm prevalência de secas.                      63,04% dos municípios não têm prevalência de estiagens.                      93,48% dos municípios têm prevalência de deslizamentos.                      100% dos municípios têm prevalência de alagamentos.                      91,3% dos municípios têm prevalência de enxurradas.                      76,09% dos municípios não têm prevalência de vendavais ou tempestades.                      100% dos municípios não têm prevalência de vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais.                      60,87% dos municípios têm prevalência de enchentes.                      89,13% dos municípios não têm prevalência de queda, tombamento e rolamento de rochas.                      95,65% dos municípios não têm prevalência de corridas de massa.                      89,13% dos municípios não têm prevalência de granizos.                      95,65% dos municípios não têm prevalência de tornados.                      60,87% dos municípios não têm prevalência de incêndios florestais.                      97,83% dos municípios não têm prevalência de erosão marinha.</p>	<b>50,00%</b>

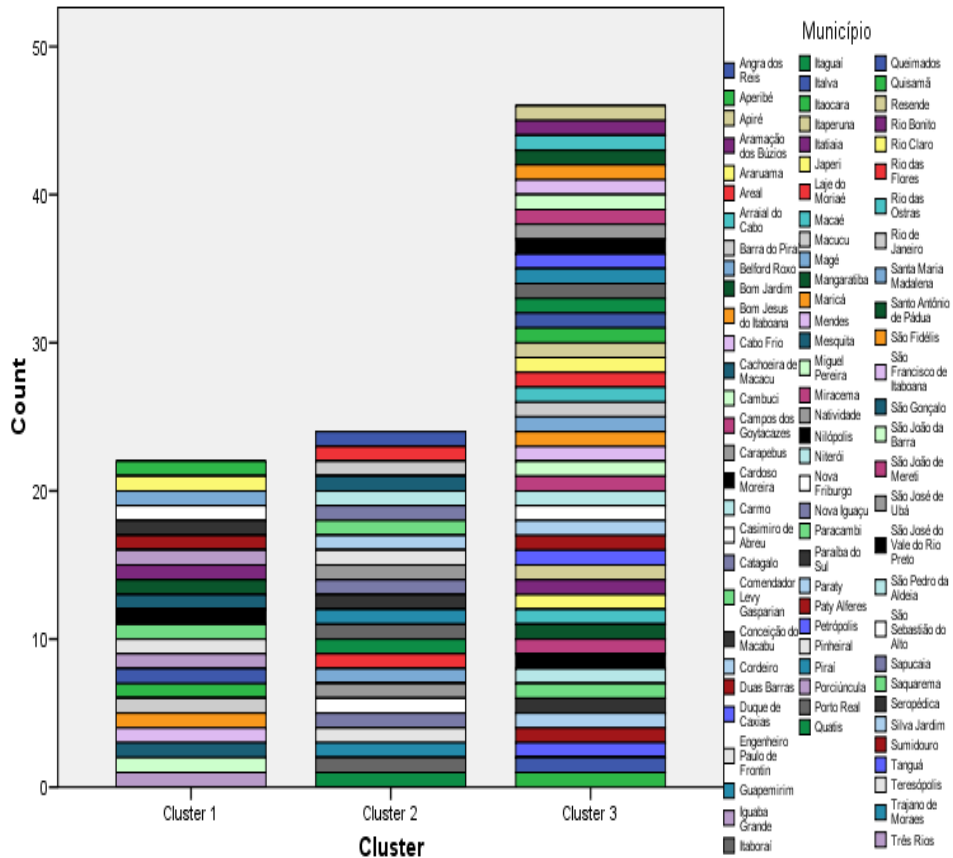
<p>91,3% dos municípios não têm prevalência de inundações litorâneas.                  100% dos municípios não têm prevalência de erosão linear.                  97,83% dos municípios não têm prevalência de erosão fluvial.                  97,83% dos municípios não têm prevalência de pragas vegetais.</p>
---

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Portanto, há evidências, pelo estudo realizado, que os municípios do Rio de Janeiro têm prevalências diferenciadas de ameaças ambientais.

Será apresentado a Figura 20, os grupos de municípios do estado do Rio de Janeiro homogêneos quanto a ameaças ambientais.

Figura 20. Barras Compostas. Conteúdo dos Clusters



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

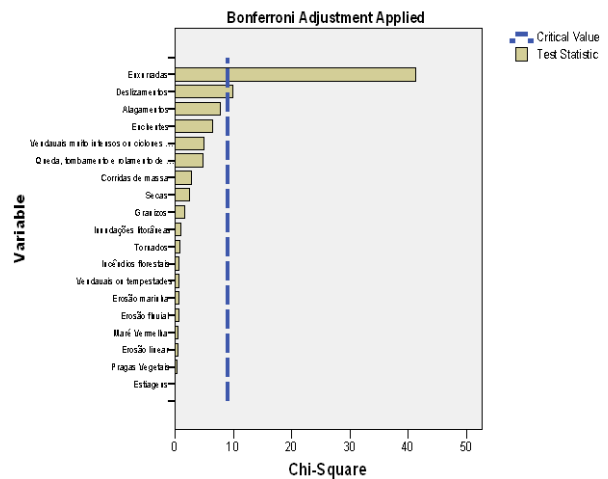
O Figura 20 indica os municípios pertencentes a cada *cluster* gerado. Com o perfil de cada *cluster* e os constituintes de cada grupo homogêneo, as autoridades podem implementar medidas preventivas personalizadas a cada *cluster* e evitar com maior potencialidade novas tragédias.

A significância dos *clusters* pode ser testada pela significância das variáveis dentro de cada *cluster*. Variáveis significantes em cada *cluster* são importantes para a formação dos *clusters*. O que mais diferencia um *cluster* do outro são as suas variáveis mais significantes. *Clusters* com variáveis significantes, por conseguinte, serão significantes ou generalizáveis (ZHANG et al.,1996).

O teste de significância dos *clusters* é realizado pelo *Teste de Bonferini do Qui-Quadrado*, quando as variáveis são qualitativas e o *Teste de Bonferini T-Student*, quando as variáveis são quantitativas (ZHANG et al.,1996).

Na próxima etapa da análise de dados, através das Figuras 21 a 23, se irão testar a significância dos *clusters*, isto é, se estes resultados são generalizáveis.

Figura 21. Teste de Significância do Cluster 1  
TwoStep Cluster Number = 1

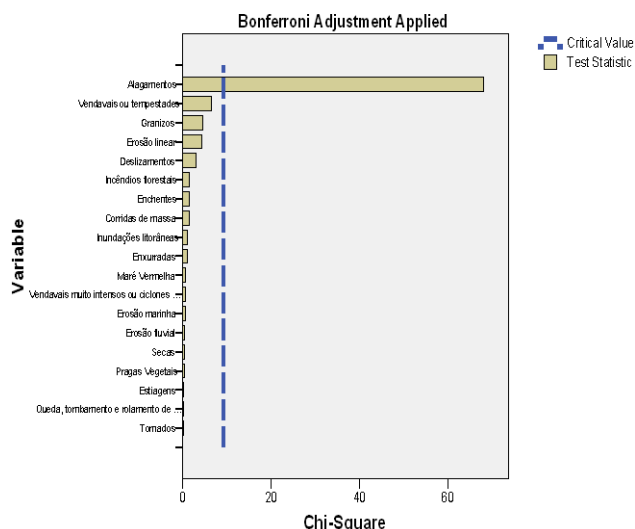


Fonte: Dados da pesquisa (2016).



As variáveis mais importantes para o *cluster* 1 são “Enxurradas” e “Deslizamentos”. São estas variáveis que mais o diferencia dos outros *clusters*. Este *cluster* é significativo estatisticamente.

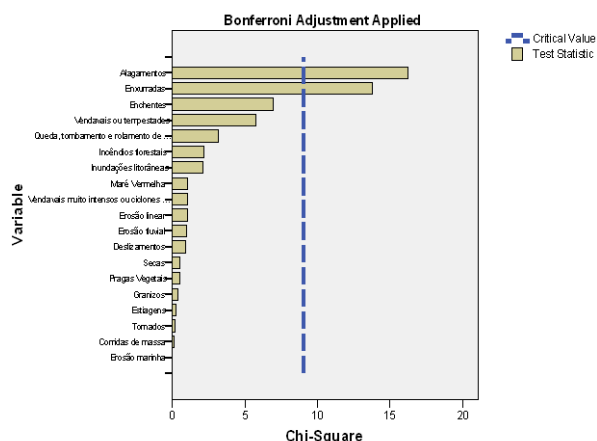
Figura 22. Teste de Significância do *Cluster* 2  
TwoStep Cluster Number = 2



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A variável mais importante para o *cluster* 2 é “Alagamentos”. É esta variável que mais o diferencia dos outros *clusters*. Este *cluster* é significativo estatisticamente.

Figura 23. Teste de Significância do *Cluster* 3  
TwoStep Cluster Number = 3



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

As variáveis mais importantes para o *cluster* 3 são “Alagamentos” e “Enxurradas”. São estas variáveis que mais o diferencia dos outros *clusters*. Este *cluster* é significativo estatisticamente.

Com a inferência estatística realizada, conclui-se que os “achados” são generalizáveis e as prefeituras têm mais um instrumento que os ajudem a reduzir os riscos de novas tragédias ambientais e planejar ações preventivas.

## CONCLUSÕES

O artigo objetivou realizar uma análise estatística multivariada denominada *two step cluster* para agrupar os municípios do Rio de Janeiro em *clusters* quanto à similaridade de prevalência de ameaças ambientais.

A base de dados para realização do estudo foi o *Mapa de Ameaças Ambientais 2014* lançado pela Defesa Civil do estado do Rio de Janeiro.

Os achados do estudo constituíram-se da evidência de três grupos homogêneos de municípios quanto a ameaças naturais, alcançando-se assim o objetivo do trabalho de pesquisa.

O *perfil* 1 tem 23,91% dos 92 municípios do Rio de Janeiro, o *perfil* 2 tem 26,09% e o *perfil* 3 tem 50%.

Com a inferência estatística realizada, conclui-se que os resultados são generalizáveis e as prefeituras têm mais um instrumento que os ajudem a reduzir os riscos de novas tragédias ambientais e planejar ações preventivas.

O estudo visou contribuir com as prefeituras e com a Defesa Civil do estado do Rio de Janeiro no aperfeiçoamento de instrumentos viabilizadores da redução dos riscos de novas tragédias ambientais e planejamento de ações preventivas personalizadas.

Os conhecimentos produzidos visaram aumentar o conhecimento sobre as ameaças ambientais que atingem particularmente cada grupo de municípios e assim direcionar as tomadas de decisão preventivas de novas tragédias naturais que tanto assolam o estado do Rio de Janeiro.

A investigação é meramente preliminar. O ideal seria um estudo análogo para cada estado do Brasil, mas abre caminhos para estudos mais abrangentes de grupos de cidades brasileiras quanto às ameaças ambientais.

A expectativa com relação a este trabalho é que estudos futuros sejam realizados para que se estendam os conhecimentos sobre grupos homogêneos em ameaças ambientais de cidades de todo o Brasil e assim se previnam novas tragédias em dimensões nacionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIU, T.; FANG, D.; CHEN, J.; WANG, Y. **A Robust and Scalable Clustering Algorithm for Mixed Type Attributes in Large Database Environment.** Conf. On Knowledge Discovery and Data Mining. San Francisco, 2001.

ESTER, M.; KRIEGLER, H. P.; SANDER, J.; XU, X. **A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large spatial databases, Proc. of the Second International Conference on Data Mining.** Portland, Oregon, 1996.

GUHA, S.; RASTOGI, R.; SHIM, K. **Cure: An Efficient Clustering Algorithm for Large Databases.** Conf. Management of Data. 1998 June. Seattle, WA, 1998.

HINNEBURG, A.; KEIM, D. **An Efficient Approach to Clustering in Large Multimedia Databases with Noise.** Conf. on Data Mining and Knowledge Discovery (KDD'98). New York, 1998.

- HUANG, Z. **Extensions to the K-Means Algorithm for Clustering Large Data Sets with Categorical Values.** Data Mining and Knowledge Discovery, Vol. 2, pp.283\_304, 1998.
- LI, C.; BISWAS, G. **Unsupervised Learning with Mixed Numeric and Nominal Data.** IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 14, p. 4, 2002.
- ZHANG, T.; RAMAKRISHMAN, R.; LIVNY, M., BIRCH. **An Efficient Data Clustering Method for Very Large Databases.** Proc. 1996 ACM-SIGMOD Int. Conf. Management of Data, 1996 June. Montreal, Canada, 1996.
- DEFESA Civil do Estado do Rio de Janeiro. **Mapa de Ameaças Naturais do Rio de Janeiro**, 2014. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/infograficos/rio-desastres-naturais/>. Acesso em abril de 2016.