



## USO DAS FACES DE CHERNOFF PARA ANÁLISE COMPARATIVA DAS TAXAS DE CRIMINALIDADE NA CIDADE DE SALVADOR NOS ANOS DE 2012 E 2016

<sup>1</sup>Daizo Gabriel Silva Watanabe – [daizowatanabe@gmail.com](mailto:daizowatanabe@gmail.com); <sup>2</sup>Felipe Silva Souza Rodrigues – [fessrodrigues@gmail.com](mailto:fessrodrigues@gmail.com); <sup>3</sup>Marcio René Brandão Sousa – [marcio.soussa10@gmail.com](mailto:marcio.soussa10@gmail.com)

**Resumo:** As faces de Chernoff permitem apresentar dados multivariados através de representações gráficas de faces humanas. No contexto da segurança pública, o método possibilita ilustrar as taxas de criminalidade de uma região em uma única imagem, esse conceito viabiliza uma análise comparativa eficiente entre as áreas escolhidas tornando-o relevante para auxiliar na tomada de decisão dos órgãos competentes. Ele foi aplicado sobre dados de criminalidade das Áreas Integradas de Segurança Pública (AISPs) de Salvador de 2012 e 2016. Os resultados permitem perceber diferentes perfis e mudanças ocorridas ao longo dos anos. Foram identificadas, por exemplo, mudanças nos perfis das AISPs Liberdade, Rio Vermelho e Bonfim, indicando principalmente, aumento nos roubos seguidos de morte.

**Palavras-Chaves:** Segurança Pública; Análise de Dados; Faces de Chernoff.

## USE OF CHERNOFF FACES FOR COMPARATIVE ANALYSIS OF CRIMINALITY RATES IN THE CITY OF SALVADOR IN THE YEARS OF 2012 AND 2016

**Abstract:** Chernoff faces allows the presentation of multivariate data thru human faces designs. In the context of public safety, the method allows to illustrate the crimes rates of a region in one image, this concept enables an efficient comparative analysis between chosen areas, which makes it relevant in assisting the decision-making of responsible agencies. This method was applied over crimes rate in 2012 and 2016 of Integrated Areas of Public Security (IAPS's) on Salvador. The obtained results enabled recognition of different profiles and variations occurred over the years mentioned above. These variations were identified, for example, in known IAPS's such as Liberdade, Rio Vermelho and Bonfim, mainly indicating an increase in robbery and murder.

**Keywords:** Public Safety, Data Analysis, Chernoff Faces.



## 1. INTRODUÇÃO

A apresentação de dados estatísticos através de gráficos visa transmitir os dados de forma clara e eficaz utilizando formas geométricas que, em um sistema ideal, aprimoram as capacidades perceptíveis do sistema visual humano [1][2], e podem ser facilmente interpretadas para a obtenção do conhecimento.

A partir da década de 1970 surgiram diversas propostas de representação visual através de ícones, como estrelas, glifos, etc. [3], que permitiam o mapeamento de dados multivariados em características particulares da figura. Chernoff [4] propôs uma técnica que permite representar múltiplas variáveis em ícones de faces, onde cada variável é associada a uma característica da face, fornecendo ao leitor uma visualização mais natural e uma rápida compreensão das informações relevantes.

Com o avanço computacional, a importância do uso das técnicas de visualização de dados tornou-se mais evidente, contribuindo com uma rápida e fácil compreensão dos dados analisados, subsidiando a tomada de decisões nas mais diversas áreas, como no varejo, economia, saúde, educação e segurança pública.

No contexto da segurança pública, onde há diversas modalidades de crimes, e ainda uma carência de evolução no tratamento da informação [5][6], a representação adequada dos dados pode fornecer aos órgãos competentes, uma visão apropriada dos perfis de criminalidade de cada região territorial, contribuindo para decisões mais assertivas acerca da alocação de recursos de combate ao crime.

Diversos autores já contribuíram com o tema, como Torres et al. [7], que utilizou a técnica de análise de agrupamento para identificar as Áreas Integradas de Segurança Pública (AISPs) com perfis de criminalidade mais parecidos na cidade de Salvador, e também Aluvalu e Chauhan [8], em que utilizam redes neurais e o algoritmo K-Means para predição e plotagem de mapa geográfico, cujos pontos coloridos mudam de intensidade conforme o perfil de risco de cada região.

O modelo aqui proposto faz uso da técnica de visualização “faces de Chernoff” com o objetivo de plotar faces que representam os perfis criminais das áreas integradas de segurança pública (AISPs) da cidade de Salvador, utilizando dados de [7] e também dados públicos disponibilizados pela Secretaria Estadual de Segurança Pública do Estado da Bahia (SSP-BA) [9], dos anos de 2012 e 2016 respectivamente.

## 2. METODOLOGIA

A fim de prover uma metodologia padronizada, o modelo aqui proposto fez uso das quatro fases fundamentais do processo de descoberta de conhecimento (KDD - Knowledge Discovery in Databases), que são: seleção, pré-processamento, mineração e pós-processamento.



Durante o processo, foram realizados diversos ensaios, variando diferentes parâmetros e softwares estatísticos de forma empírica, observando os resultados e, ao final, decidiu-se pelo uso da função *faces()* do pacote *aplpack*, do software estatístico R (R Foundation for Statistical Computing).

Embora a função supracitada possibilite a representação de até 18 parâmetros, este estudo utilizou apenas 8, que representam os seguintes índices: homicídio doloso (H.D.), lesão corporal seguida de morte (L.S.M.), roubo com resultado em morte (R.S.M.), tentativa de homicídio (T.H.), estupro (E.), roubo a ônibus (R.O.), roubo de veículo (R.V.), furto de veículo (F.V.) e uso/porte substância entorpecente (U.P.). O mapeamento entre os índices de criminalidade analisados e as características da face humana pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Parametrização do vetor *faces* com as taxas criminais analisadas.

Parâmetro	Crimes associados	Sigla
Altura da face	-	-
Largura da face	-	-
Estrutura da face	-	-
Altura da boca	Tentativa de homicídio	T.H.
Largura da boca	Homicídio doloso	H.D.
Curvatura do sorriso	-	-
Altura dos olhos	Furto de veículo	F.V.
Largura dos olhos	Roubo de veículo	R.V.
Altura do cabelo	-	-
Largura do cabelo	-	-
Estilo do cabelo	-	-
Altura do nariz	Roubo com resultado em morte	R.S.M.
Largura do nariz	Estupro	E.
Largura da orelhas	Roubo a ônibus	R.O.
Altura das orelhas	Uso/porte de entorpecentes	U.P.

Os atributos *estrutura da face*, assim como o *cabelo*, foram mantidos com o valor constante zero (0), pois foi detectado através dos ensaios realizados que estes atributos estavam distorcendo a proporcionalidade dos demais, interferindo no resultado final, possibilitando equívocos de interpretação. Por esse motivo, foram variadas somente as características mais notáveis.

Quanto à etapa de seleção de dados, vale a pena ressaltar que o objetivo inicial deste estudo era realizar uma análise comparativa entre os perfis de



criminalidade do ano 2000 e do ano de 2016, da cidade de Salvador. Almejava-se verificar as principais mudanças nos perfis de criminalidade da cidade ao longo dos primeiros 16 anos do século XXI, porém, a SSP-BA não fornece dados anteriores a 2014, e só foi possível obter os dados de 2012 por conta do estudo de Torres [7]. Portanto, o estudo ficou restrito a um período de 5 anos (2012 e 2016).

Os dados disponibilizados estavam em números absolutos, o que inviabilizaria uma análise eficiente por conta das diferenças no tamanho das populações de cada AISP e, portanto, foi necessário proporcioná-los. Porém, dados das populações das AISPs não foram encontradas nas fontes pesquisadas e, portanto, foi necessário projetá-los utilizando os censos dos anos de 1991, 2000 e 2010, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a planilha de Cálculo para Estimativa Populacional, disponibilizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Em seguida, foi realizado o cálculo das taxas criminais dos principais delitos de cada AISP baseado em um padrão mundial denominado “taxa por 100 mil habitantes”, tornando proporcional o número absoluto dos crimes à população existente. A fórmula utilizada é apresentada a seguir.

$$\text{Taxa} = (\text{número absoluto} / \text{população}) \times 100.000 \quad (1)$$

Após o cálculo das taxas com as populações de 2012 e 2016, os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Taxa dos principais delitos a cada 100 mil habitantes de 2012.

AISP	População total (milh.)	H.D. (%)	T.H. (%)	E. (%)	R.S.M. (%)	R.O. (%)	F.V. (%)	R.V. (%)	U.P. (%)
01 - Barris	87.718	62,7	53,6	33,1	1,1	125,4	123,1	388,7	208,6
02 - Liberdade	180.440	70,4	44,3	24,9	0,6	52,6	59,3	307,0	15,5
03 - Bonfim	153.087	75,8	71,9	26,1	0,7	84,3	162,0	333,8	41,2
04 - São Caetano	222.112	61,2	61,2	19,4	1,4	94,1	39,6	263,4	14,4
05 - Periperi	330.160	73,6	35,7	27,0	0,6	27,0	14,5	93,3	20,9
06 - Brotas	205.752	31,6	34,5	11,2	1,0	104,5	57,8	321,3	45,7
07 - Rio Vermelho	109.920	21,8	40,0	23,7	0,9	89,2	35,5	176,5	84,6
08 - CIA	51.551	110,6	40,7	31,0	1,9	58,2	29,1	312,3	31,0
09 - Boca do Rio	130.663	43,6	42,1	22,2	0,8	36,0	65,8	460,7	59,7
10 - Pau da Lima	235.969	57,2	40,3	19,1	1,7	30,1	43,6	220,4	23,7



11 - Tancredo N.	383.526	61,5	41,2	20,1	1,3	58,9	60,2	203,9	57,6
12 - Itapuã	246.376	64,1	31,3	31,7	3,2	68,2	67,0	346,6	47,1
13 - Cajazeiras	156.803	82,9	34,4	20,4	0,6	36,4	24,2	140,3	19,8
14 - Barra	40.485	14,8	2,5	17,3	0,0	46,9	61,8	205,0	165,5
15 - Nordeste	79.358	31,5	47,9	41,6	1,3	17,6	10,1	21,4	97,0
16 - Pituba	91.056	6,6	6,6	12,1	0,0	47,2	72,5	386,6	29,7

Tabela 3. Taxa dos principais delitos a cada 100 mil habitantes de 2016.

AISP	População total (milh.)	H.D. (%)	T.H. (%)	E. (%)	R.S.M. (%)	R.O. (%)	F.V. (%)	R.V. (%)	U.P. (%)
01 - Barris	87.583	36,5	20,6	25,1	2,3	219,2	91,3	331,1	99,3
02 - Liberdade	179.445	59,6	35,1	7,2	2,8	67,4	66,3	254,1	25,1
03 - Bonfim	154.045	71,4	34,4	10,4	3,2	148,7	132,4	284,3	59,7
04 - São Caetano	228.417	62,6	22,3	18,8	2,6	101,1	51,2	261,4	21,5
05 - Periperi	335.605	65,6	25,0	26,2	0,9	81,9	36,7	135,3	17,0
06 - Brotas	210.663	37,5	7,6	16,1	0,0	90,2	50,3	204,1	39,9
07 - Rio Vermelho	110.048	21,8	12,7	11,8	4,5	246,3	49,1	202,6	150,8
08 - CIA	57.842	81,3	20,7	12,1	0,0	13,8	6,9	259,3	67,4
09 - Boca do Rio	139.333	21,5	13,6	20,1	0,7	46,7	51,7	351,7	49,5
10 - Pau da Lima	247.613	49,7	8,1	11,3	0,0	42,4	68,7	231,0	14,1
11 - Tancredo N.	402.553	37,8	11,2	11,7	1,7	84,0	55,4	158,5	47,0
12 - Itapuã	266.224	38,7	8,6	21,0	0,4	107,1	78,9	307,3	53,3
13 - Cajazeiras	165.102	56,9	21,8	17,0	1,2	44,8	46,0	172,6	24,8
14 - Barra	39.502	5,1	2,5	12,7	0,0	96,2	40,5	159,5	144,3
15 - Nordeste	77.649	27,0	12,9	16,7	0,0	82,4	15,5	24,5	83,7
16 - Pituba	96.455	2,1	4,1	6,2	1,0	133,7	58,1	306,9	67,4

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

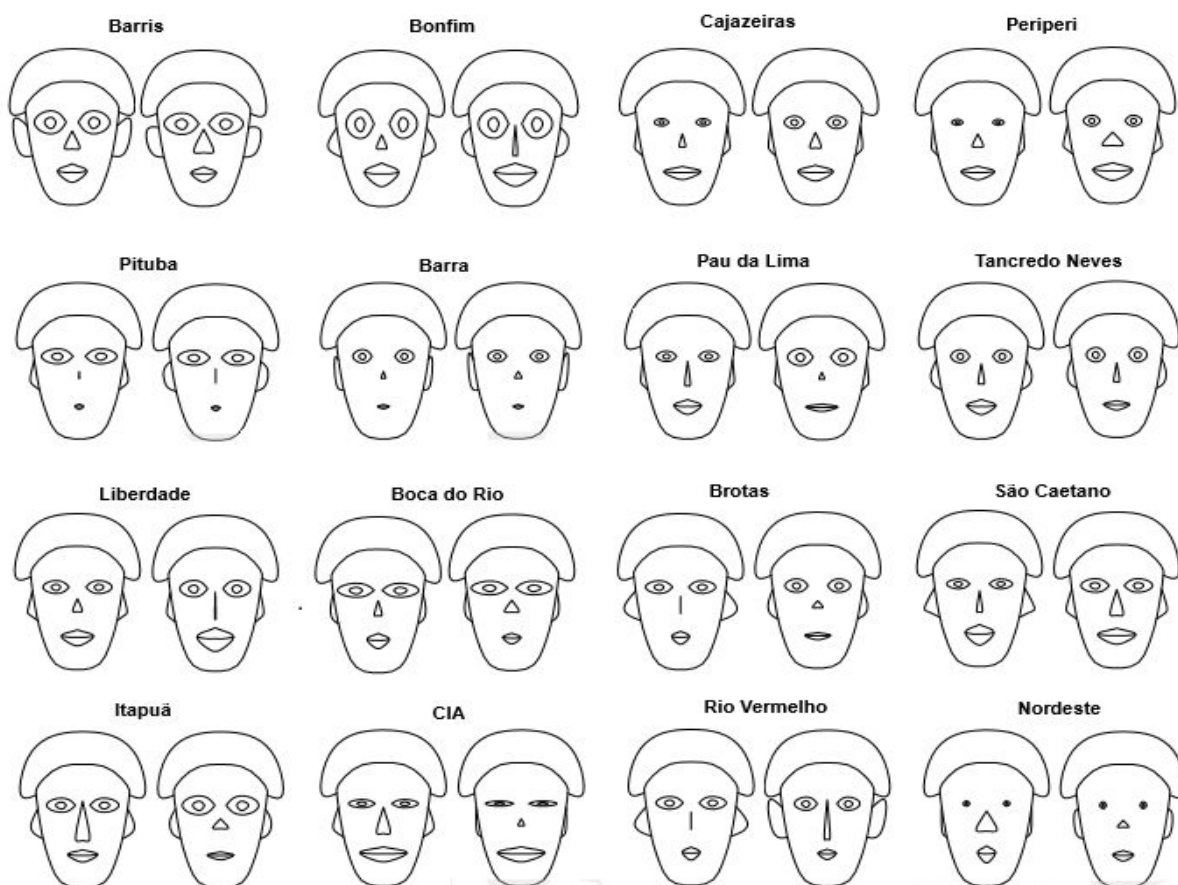
A Figura 1 apresenta os resultados obtidos com a aplicação do modelo proposto, onde são apresentadas duas faces dispostas lado a lado para representar cada ano de cada AISP, sendo a face da esquerda referente ao ano de 2012 e a da direita referente ao ano de 2016, possibilitando uma comparação e análise mais eficientes.



Com base nos resultados, é possível perceber que as variações nos tamanhos das características faciais indicam clara diferença nos perfis de crimes que são registrados nas diferentes áreas da cidade de Salvador, especialmente entre as AISP's Bonfim e Barra, por exemplo. Ressalta-se que quanto maiores as dimensões das faces, maiores são as ocorrências de crimes e, portanto, evidencia-se que as AISP's Barris, Bonfim e Liberdade necessitam de maior atenção em comparação as AISP's Barra, Nordeste e Pituba, com índices evidentemente mais controlados.

Na análise comparativa entre os anos de 2012 e 2016, foco do estudo, percebe-se uma extensão geral no tamanho dos olhos, como também na altura no nariz, que representam um aumento nas práticas de furto e roubo de veículos e roubos com resultado em morte nas AISP's Periperi, Cajazeiras e São Caetano, enquanto que as AISP's Nordeste e CIA apresentaram melhoras nos seus índices, detectados pela variação de dois ou mais atributos faciais, com destaque para o nariz e as orelhas.

Figura 1. Plotagem das faces dos perfis criminais dos anos de 2012 e 2016 por AISP





Durante a análise comparativa, é também possível identificar que as AISP's Bonfim e Liberdade apresentam redução dos estupros em proporções semelhantes ao aumento nos roubos com resultado em morte. Os furtos e roubos de veículos aumentaram na AISP Pau da Lima, mas em compensação houve diminuição dos roubos com resultado em morte. Por fim, o roubo seguido de morte aumentou na AISP Rio Vermelho, como também, o uso de entorpecentes.

#### 4. CONCLUSÃO

Sob a perspectiva dos autores, os testes e análises feitas neste estudo demonstram a viabilidade do uso da técnica Faces de Chernoff, como um instrumento complementar de apoio à análise de perfis de criminalidade. Isto pelo fato dela ter possibilitado uma apresentação de fácil interpretação dos múltiplos dados criminais da cidade de Salvador, como também, da percepção de mudanças importantes ocorridas em diferentes períodos.

Ressalta-se, contudo, que os resultados não foram apresentados a profissionais do setor de Segurança Pública, mas espera-se que esta etapa seja feita em breve com o propósito de ratificar as análises aqui apresentadas. Almeja-se também a construção de um *web-crawler*, para possibilitar a obtenção de dados da criminalidade de forma mais rápida e automatizada.

Os autores acreditam que este estudo poderia demonstrar resultados mais significativos e condizentes com as mudanças socioeconômicas ocorridas nas populações das AISP's, caso tivesse sido possível a obtenção de dados de um intervalo de tempo maior do que o efetivamente utilizado.

#### 5. REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. - **Data mining concepts and techniques**. 2012. 3<sup>a</sup> edição. Disponível em: <<http://myweb.sabanciuniv.edu/rdehkharghani/files/2016/02/The-Morgan-Kaufmann-Series-in-Data-Management-Systems-Jiawei-Han-Micheline-Kamber-Jian-Pei-Data-Mining.-Concepts-and-Techniques-3rd-Edition-Morgan-Kaufmann-2011.pdf>>. Acesso em 16 Out. 2017.

<sup>2</sup> FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. - **From Data Mining to Knowledge Discovery in DataBases**. 1996. American Association for Artificial Intelligence. Disponível em <[http://storm.cis.fordham.edu/~gweiss/selected-papers/from\\_data\\_mining\\_to\\_kdd.pdf](http://storm.cis.fordham.edu/~gweiss/selected-papers/from_data_mining_to_kdd.pdf)>. Acesso em 06 Nov. 2017.



<sup>3</sup> BOMTEMPO, M. S. **Representação de dados multivariados através das faces de chernoff**. 2015. Revista Estação Científica, nº 14. Juiz de Fora, Minas Gerais, 2015. Disponível em <[http://portal.estacio.br/docs%5Crevista\\_estacao\\_cientifica/09-14.pdf](http://portal.estacio.br/docs%5Crevista_estacao_cientifica/09-14.pdf)>. Acesso em 15 Nov. 2017.

<sup>4</sup> CHERNOFF, H. **The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically**. 1973. Journal of the American Statistical Association 68: 361–368. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/435b/00816c0db64f0b66288cd88f93f07cdb5715.pdf>>. Acesso em 2 Out. 2017.

<sup>5</sup> SANTOS, M. A.; ANJOS, M. C.; ANDRADE, R. M. **A eficiência e eficácia do uso da tecnologia da informação na polícia militar da bahia na integração dos processos de coleta, armazenamento, disseminação e uso das informações**. 2009.

<sup>6</sup> LIMA, R. S. **Efetividade nas políticas de segurança pública: o que funciona segundo as boas práticas nacionais e internacionais**. INPEA. Boletim de análise político-institucional, nº 11, Jan-Jun. 2017. Disponível em <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8070/1/BAPI\\_n11\\_Efetividade.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8070/1/BAPI_n11_Efetividade.pdf)>. Acesso em 15 Nov. 2017.

<sup>7</sup> TORRES, F. G.; GONÇALVES, J. I. K.; MALAQUIAS, M. O.; SOUSSA, M. R. B. - **Agrupando as áreas Integradas de Segurança Pública de Salvador utilizando Análise de Agrupamento**. 2013. 10f. Centro Universitário Jorge Amado, Salvador, 2013.

<sup>8</sup> ALUVALU, R.; CHAUHAN, T. **Crime predictive model using big data analytics**. Anale. Seria Informatică. Vol. XIV fasc. 2 – 2016. Disponível em <<http://anale-informatica.tibiscus.ro/download/lucrari/14-2-04-Aluvalu.pdf>>. Acesso em 10 Set. 2017.

<sup>9</sup> SSP. BAHIA (Estado). **Informações criminais: Capital 2016**. Secretaria de Segurança Pública do Estado da Bahia. Disponível em <[http://www.ssp.ba.gov.br/modules/consultas\\_externas/index.php?cod=5](http://www.ssp.ba.gov.br/modules/consultas_externas/index.php?cod=5)>. Acesso em 24 Nov. 2017.