



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Matemática
Bacharelado em Estatística

**Avaliação do IMRS dos municípios do
Triângulo Mineiro via Gráfico Biplot**

JÉSSICA CRISTINA SILVA BORGES

Uberlândia-MG

2020

JÉSSICA CRISTINA SILVA BORGES

**Avaliação do IMRS dos municípios do
Triângulo Mineiro via Gráfico Biplot**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Co-
ordenação do Curso de Bacharelado em Estatística
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Estatística.

Orientador: Professor Dr. Lúcio Borges de Araújo

Uberlândia-MG

2020



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Matemática
Coordenação do Curso de Bacharelado em Estatística

A banca examinadora, conforme abaixo assinado, certifica a adequação deste trabalho de conclusão de curso para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Uberlândia, 21 de Dezembro de 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lúcio Borges de Araújo

Prof. Dr. José Waldemar da Silva

Profa. Dra. Mirian Fernandes Carvalho Araújo

Uberlândia-MG

2020

AGRADECIMENTOS

À DEUS, primeiramente, por ter me dado força durante o curso, a meio de dificuldades. Por ter me iluminado nas decisões mais difíceis e por ter me guiado ao longo do curso para trilhar o caminho mais correto possível.

Aos meus pais, Carlai e Helenice, que em toda a minha vida me proporcionaram, além de extenso carinho e amor, os conhecimentos da integridade, perseverança e por me proporcionarem essa oportunidade de um futuro promissor.

Aos meus amigos e família, que me apoiaram e que sempre estiveram ao meu lado durante esta longa caminhada.

Ao meu esposo Brunno Borges, por toda paciência, compreensão, carinho e amor.

Ao meu orientador, professor Dr. Lúcio, por toda dedicação, ensinamentos, conselhos e incentivo.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

Tendo em vista a responsabilidade social na gestão pública estadual a partir da união do interesse público e da administração pública, o presente estudo tem como objetivo analisar os registros do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) no período de 2010 a 2017, em todos os municípios classificados nas mesorregiões do Triângulo Mineiro, utilizando análise de componentes principais e gráfico Biplot. Para essa pesquisa científica, se faz necessário o estudo do comportamento simultâneo de um conjunto de dados pelo fato da importância da influência exercida entre as variáveis. Observou-se que Uberlândia, Uberaba, Ituiutaba, Patos de Minas e Patrocínio se destacaram em quase todos os anos estudados sendo altamente relacionadas com as variáveis que mais se repetem, sendo elas: Taxa de crimes violentos contra o patrimônio; Esforço orçamentário em saneamento; Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca; Existência de banda de música e Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte.

Palavras-chave: Gestão pública; Índice Mineiro de Responsabilidade Social; Comportamento simultâneo.

ABSTRACT

In view of social responsibility in state public management based on the union of public interest and public administration, the present study aims to analyze the records of the Minas Gerais Social Responsibility Index (IMRS) in the period from 2010 to 2017, in all municipalities classified in the mesoregions of the Triângulo Mineiro, using principal component analysis and Biplot graph. For this scientific research, it is necessary to study the simultaneous behavior of a data set because of the importance of the influence exerted between the variables. It was observed that Uberlândia, Uberaba, Ituiutaba, Patos de Minas and Patrocínio stood out in almost all the years studied, being highly related to the most repeated variables, namely: Rate of violent crimes against property; Budgetary effort in sanitation; Plurality of cultural facilities except library; Existence of music band and Score for participation in government sports programs.

Keywords: Public Management; Minas Gerais Social Responsibility Index; Simultaneous behavior.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2010.....	17
Figura 2: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2011.....	18
Figura 3: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2012.....	19
Figura 4: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2013.....	20
Figura 5: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2014.....	21
Figura 6: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2015.....	22
Figura 7: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2016.....	24
Figura 8: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2017.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1. FORMULAÇÃO MATEMÁTICA	13
2.1.2. Análise de Componentes Principais.....	13
2.1.3. Gráfico Biplot.....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
4. CONCLUSÃO	26
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
6. APÊNDICE	28

1. INTRODUÇÃO

No sentido material a administração pública tem como objetivo administrar os interesses da coletividade, órgãos e agentes que executam as funções administrativas, como também alocar de forma eficiente e eficaz os recursos financeiros. A administração pública se une ao interesse público e às necessidades sociais, servindo-se de toda a sua estrutura administrativa, direta ou indireta, tal como das ferramentas que a legislação lhe permite utilizar. Assim, para cumprir a função administrativa, sempre direcionada ao interesse público, o Índice Mineiro de Responsabilidade Social - Criado pela Lei Estadual nº 15.011 de 2004, o IMRS foi proposto para fornecer ao governo estadual e aos 853 municípios mineiros subsídios para avaliar os resultados de suas ações e para o planejamento das políticas públicas e a alocação de recursos financeiros, materiais e humanos. De acordo com [1] “os mais de 700 indicadores que constituem a base de dados da plataforma, 44 são selecionados para compor os índices do IMRS” nas dimensões Saúde, Educação, Segurança Pública, Vulnerabilidade, Saneamento e Meio Ambiente e Cultura, Esporte e Lazer.

A principal fonte de informação utilizada na construção da base de dados do IMRS é constituída pelos registros administrativos conforme [2], por exemplo as prestações de contas anuais das prefeituras, os registros dos programas de imunização e vigilância epidemiológica, as ocorrências policiais, os guias de atendimentos médico-hospitalares, os registros de matrícula escolar, entre outros.

Para essa pesquisa científica, se faz necessário o estudo do comportamento simultâneo de um conjunto de dados pelo fato da importância da influência exercida entre as variáveis. Tal influência pode ser analisada por meio de técnicas estatísticas multivariadas que permitem obter conclusões sobre o quanto uma variável interfere sobre a outra. Embora o uso dessas técnicas muitas vezes proporcionem uma análise mais detalhada quando o estudo envolve várias variáveis, existe a possibilidade do resultado dessa análise ser distorcido simplesmente por haver um grande número de variáveis, tornando difícil a interpretação da mesma [8].

Existem entre outras, duas técnicas adequadas para situações onde um elevado número de variáveis correlacionadas está envolvido que simplificaria esse problema, a análise de componentes principais (ACP) e a análise fatorial (AF).

A análise de componentes principais tem como objetivo encontrar um meio de resumir a informação contida em uma grande quantidade de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (componentes) com uma perda mínima de informação. Em geral, as componentes principais são extraídas via matriz de covariância, mas também podem ser extraídas via matriz de correlação. Pode-se dizer, assim como [3] que “a análise de componentes principais é uma técnica de análise explanatória multivariada que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas num conjunto menor de variáveis não correlacionadas, combinações lineares das variáveis originais”.

Muitas vezes, o resultado obtido nessas análises multivariadas não é suficiente para a visualização do problema ou da solução e se faz necessário a visualização gráfica para se obter uma conclusão mais assertiva. Existe na literatura o método gráfico para dados multivariados conhecido como Biplot, onde [4] desenvolveu a técnica multivariada de representação gráfica, que é um gráfico de marcadores de dados de linha e coluna que formam uma tabela de dupla entrada representando no mesmo gráfico as variáveis e as observações com o objetivo de demonstrar graficamente as relações existentes entre observações e entre variáveis e observações. Os marcadores são calculados a partir da decomposição por valor singular da matriz de dados. Com esse método é possível representar as p variáveis existentes em um conjunto de dados em um único gráfico bi ou tridimensional.

Justifica-se o estudo tendo em vista a responsabilidade social na gestão pública estadual a qual se faz necessário a transparência e o planejamento estratégico das ações e o caráter educativo da edição dos atos a partir da união do interesse público e da administração pública.

O presente estudo tem como objetivo analisar os registros do IMRS no período de 2010 a 2017, em todos os municípios classificados nas mesorregiões do Triângulo Mineiro, utilizando o gráfico Biplot.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, serão considerados 6 domínios: Saúde, Educação, Segurança Pública, Assistência Social, Saneamento e Meio Ambiente e Cultura, Esporte e Lazer. Todas as variáveis foram retiradas do banco de dados do IMRS e são referentes aos anos de 2010 a 2017 em todos os municípios classificados nas mesorregiões do Triângulo Mineiro.

A seguir, são identificadas as variáveis utilizadas:

X01: Taxa de mortalidade por câncer de colo de útero na população feminina

X02: Estimativa da proporção da população atendida pela Estratégia de Saúde da Família (ESF)

X03: Proporção de nascidos vivos cujas mães realizaram 7 ou mais consultas de pré-natal

X04: Proporção de óbitos por causas mal definidas

X05: Proporção de internações hospitalares por condições sensíveis à atenção primária

X06: Proporção das internações de média complexidade de pacientes do SUS encaminhados para outra microrregião

X07: Cobertura vacinal de Pentavalente em menores de 1 ano

X08: Taxa de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis

X09: Índice de Qualidade Geral da Educação

X10: Taxa de Distorção Idade-Série_EFAF

X11: Taxa de Distorção Idade-Série_EM

X12: Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EI

X13: Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EFAI

X14: Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EFAF

X15: Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EM

X16: Taxa de atendimento da educação básica

X17: Taxa de crimes violentos contra o patrimônio

X18: Taxa de ocorrências de homicídios dolosos (instituições de segurança pública)

X19: Habitantes por policial civil ou militar

X20: Indicador de Desenvolvimento de Centros de Referência da Assistência Social (IDCRAS) médio normalizado

X21: Percentual da população pobre e extremamente pobre

X22: Percentual da População no Cadastro Único

X23: Percentual de pessoas pertencentes às famílias beneficiárias do Bolsa Família

X24: Percentual de pessoas em idade produtiva (18 a 64 anos) e sem ocupação no Cadastro Único

X25: Indicador de Desenvolvimento do Centro de Referência Especializado em Assistência Social (IDCREAS) normalizado

X26: Indicador de Desenvolvimento do Conselho Municipal de Assistência Social (IDConselho) normalizado

X27: Percentual de pessoas que não sabem ler e escrever

X28: Percentual de pessoas em situação de vulnerabilidade pelas condições de saneamento básico no Cadastro Único

X29: Taxa de emprego no setor formal

X30: Esforço Orçamentário em habitação

X31: Esforço Orçamentário em saneamento

X32: Esforço Orçamentário em meio ambiente

X33: Esforço Orçamentário em habitação, saneamento e meio ambiente

X35: Percentual de esgoto tratado

X36: Existência de política de plano de saneamento e de resíduos sólidos

X37: Existência de biblioteca

X38: Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca

X39: Existência de banda de música

X40: Gestão e preservação do patrimônio cultural

X41: Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte

X42: Percentual de alunos em escolas com quadra de esporte

X43: Proporção de pessoas de 15 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo

2.1. FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

2.1.2. Análise de Componentes Principais

A análise de componentes principais consiste em reescrever as coordenadas das amostras em outro sistema de eixo mais conveniente para a análise dos dados, ou seja, as p -variáveis originais geram, através de suas combinações lineares, p -componentes principais, cuja principal característica, além da ortogonalidade, é que são obtidos em ordem decrescente de máxima variância, isto é, a componente principal 1 detém mais informação estatística que a componente principal 2, que por sua vez tem mais informação estatística que a componente principal 3 e assim por diante.

A explicação da variabilidade total das n variáveis só é interpretada por n componentes principais, mas é possível explicar uma grande parte dessa variabilidade com um número k menor de componentes, $k \leq p$. Neste caso, os k componentes podem substituir as p variáveis originais e este conjunto é reduzido para um conjunto menor constituído de n medidas feitas em k componentes principais [5].

Geometricamente, essas combinações lineares representam a seleção de um novo sistema de coordenadas obtidas por rotação do sistema original X_1, X_2, \dots, X_p na direção de variabilidade máxima dos dados e fornecem uma descrição mais simples da estrutura de covariância.

Seja a amostra aleatória X_1, X_2, \dots, X_p com vetor de média $\bar{\mathbf{X}}$ e matriz de covariância amostral \mathbf{S} com autovalores $\hat{\lambda}_1, \hat{\lambda}_2, \dots, \hat{\lambda}_p \geq 0$, retirada de uma população p -variada qualquer, com vetor média $\boldsymbol{\mu}$ e matriz de covariância $\boldsymbol{\Sigma}$ com autovalores $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p \geq 0$.

Seja \mathbf{X} o vetor aleatório definido por:

$$\mathbf{X} = (X_1 \ X_2 \ \dots \ X_p)$$

Considere a combinação linear tal que o i -ésimo componente principal de \hat{Y} é dado por:

$$\hat{Y}_i = \hat{\mathbf{e}}_i' \mathbf{X} = \hat{e}_{i1} X_1 + \hat{e}_{i2} X_2 + \dots + \hat{e}_{ip} X_p \quad (1)$$

em que \mathbf{e} é o vetor de autovetores de $\mathbf{X}\mathbf{X}'$ e $i = 1, \dots, p$ então o modelo de Componente Principal (CP) estimado é dado por:

$$Y = \mathbf{e}' \mathbf{X} \quad (2)$$

O estimador da variância amostral é dado por:

$$\hat{V}ar(\hat{Y}_z) = \hat{V}ar(\hat{\mathbf{e}}_z' \hat{\mathbf{X}}) = \hat{\mathbf{e}}_z' \hat{V}ar(\hat{\mathbf{X}}) \hat{\mathbf{e}}_z = \hat{\mathbf{e}}_z' \mathbf{S} \hat{\mathbf{e}}_z$$

e

$$Cov(Y_i, Y_z) = cov(\hat{\mathbf{e}}_i' \hat{\mathbf{X}}, \hat{\mathbf{e}}_z' \hat{\mathbf{X}}) = \hat{\mathbf{e}}_i' \mathbf{S} \hat{\mathbf{e}}_z$$

Note que não há um máximo para variância, pois quanto maior for \mathbf{e} , maior será o valor da variância. Dessa forma, seu máximo será obtido maximizando a forma quadrática

$$\lambda = \frac{\mathbf{e}' \mathbf{S} \mathbf{e}}{\mathbf{e}' \mathbf{e}} \quad (3)$$

obtendo $(\mathbf{S} - \hat{\lambda} \mathbf{I}) \hat{\mathbf{e}} = 0 \Leftrightarrow \mathbf{S} \mathbf{e} = \lambda \mathbf{e}$, em que os autovalores são restritos ao comprimento unitário. A solução obtida por essa maximização conduz aos pares autovalores e autovetores $(\hat{\lambda}_i, \hat{\mathbf{e}}_i)$ de \mathbf{S} , que correspondem a variância amostral e a combinação linear que define os componentes principais.

Dessa forma obtém-se

$$\hat{V}ar(\hat{Y}_i) = \hat{\mathbf{e}}_i' \hat{\mathbf{S}} \hat{\mathbf{e}}_i = \hat{\mathbf{e}}_i' \hat{\lambda}_i \hat{\mathbf{e}}_i = \hat{\lambda}_i \hat{\mathbf{e}}_i' \hat{\mathbf{e}}_i = \hat{\lambda}_i \quad (4)$$

$$Cov(Y_i, Y_k) = \hat{\mathbf{e}}_i' \mathbf{S} \hat{\mathbf{e}}_k = \hat{\mathbf{e}}_i' \hat{\lambda}_k \hat{\mathbf{e}}_k = \hat{\lambda}_k \hat{\mathbf{e}}_i' \hat{\mathbf{e}}_k = 0 \quad (5)$$

pela construção ortogonal dos autovalores (\mathbf{e}). Note que

$$\sum_{i=1}^p Var(X_i) = \sum_{i=1}^p Var(Y_i) \Leftrightarrow \sum_{i=1}^p S_{ii} = \sum_{i=1}^p \lambda_i \quad (6)$$

Da decomposição espectral de \mathbf{S} dada por $\mathbf{S} = \hat{\mathbf{P}} \hat{\boldsymbol{\Lambda}} \hat{\mathbf{P}}'$ em que \mathbf{P} é a matriz de autovetores de \mathbf{S} , \mathbf{P}' é a transposta de \mathbf{P} e $\boldsymbol{\Lambda}$ é a matriz diagonal dos autovalores de \mathbf{S} , sabendo que $\mathbf{P}' \mathbf{P} = \mathbf{P}' \mathbf{P} = \mathbf{I}$ e usando as propriedades de traço, tem-se $t \kappa(\mathbf{S}) = t \kappa(\hat{\mathbf{P}} \hat{\boldsymbol{\Lambda}} \hat{\mathbf{P}}')$, então

$$t \kappa(\mathbf{S}) = \sum_{i=1}^p S_{ii} = t \kappa(\hat{\mathbf{P}} \hat{\boldsymbol{\Lambda}} \hat{\mathbf{P}}') = t \kappa(\hat{\boldsymbol{\Lambda}} \hat{\mathbf{P}} \hat{\mathbf{P}}') = t \kappa(\hat{\boldsymbol{\Lambda}}) = \sum_{i=1}^p \lambda_i \quad (7)$$

Deseja-se que a variância total amostral possa ser explicada de 80 a 90% pelo primeiro, segundo ou terceiro componente principal e caso ocorra podemos substituir as p variáveis originais por esses k componentes sem muita perda de informação. A proporção da variância total devido ao i -ésimo componente principal é dada por:

$$\left(\frac{\hat{\lambda}_i}{\hat{\lambda}_i + \dots + \hat{\lambda}_p} \right) \times 100 = \left(\frac{\hat{\lambda}_i}{\sum_{i=1}^p \hat{\lambda}_i} \right) \times 100 \quad (8)$$

O coeficiente de correlação entre os componentes \hat{Y}_i e as variáveis X_k é

$$r_{\hat{Y}_i, X_k} = \frac{\hat{e}_{i k} \sqrt{\hat{\lambda}_i}}{\sqrt{S_{kk}}}, \quad i = 1, \dots, p$$

se $\hat{Y}_1 = \hat{e}'_1 \mathbf{X}$, $\hat{Y}_2 = \hat{e}'_2 \mathbf{X}$, ..., $\hat{Y}_p = \hat{e}'_p \mathbf{X}$ são os primeiros componentes principais obtidos da matriz de covariância \mathbf{S} . Esses coeficientes medem somente a contribuição univariada de uma variável X a um componente \hat{Y} e não dependem do tamanho da medida das variáveis originais.

Os componentes principais podem ser definidos por componentes principais amostrais centrados na média amostral $\bar{\mathbf{X}}$, isto é,

$$\hat{Y}_i = \hat{e}'_i (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}}), \quad i = 1, \dots, p$$

Geralmente os componentes principais variam com as transformações nas escalas. As variáveis com maior variabilidade podem vir a ser predominante na construção das componentes, mascarando eventualmente, a presença de variáveis com menor variabilidade. Neste caso, recomenda-se o uso de variáveis padronizadas cuja média é zero e a variância é 1 [6].

2.1.3. Gráfico Biplot

Como consequência da análise de componentes principais é possível construir o gráfico Biplot, que tem como objetivo a representação gráfica aproximada de uma matriz de dados em

outra $X^*_{n \times p}$ de baixa dimensão, permitindo visualização das relações e inter-relação entre linhas e colunas de X^* em um único gráfico [7].

Segundo [8] “o bi do nome Biplot refere-se a duas informações contidas na matriz de dados”. Na linha encontra-se informações pertencentes às amostras ou unidades amostrais (municípios) e nas colunas informações que pertencem às variáveis. Ainda por [8] “o Biplot permite observar a posição de uma observação com relação à outra observação e a associação de cada uma das variáveis em relação a qualquer observação ou a outra variável”. Assim, pode-se observar como as observações se agrupam e quais variáveis contribuem para sua posição dentro dessa representação [5].

Pode-se fatorar, pela decomposição em valor singular, qualquer matriz $X_{n \times p}$ de posto r como

$$X = A\Lambda B' = A\Lambda^{1/2} \Lambda^{1/2} B' = GH'$$

em que Λ é uma matriz diagonal com autovalores não nulos de $X'X$ (ou XX'); A é uma matriz em que nas colunas estão os autovetores associados a $X'X$; B é uma matriz em que nas colunas estão os autovetores associados a XX' ; $G = A\Lambda^{1/2}$ é uma matriz de dimensão $n \times r$; e $H = B\Lambda^{1/2}$ é uma matriz de dimensão $p \times r$, ambas necessariamente de posto r .

No gráfico Biplot, os vetores representam as variáveis em estudo e os pontos, os indivíduos. As variáveis podem apresentar vetores com ângulos iguais a 90° apresentando nenhuma correlação entre elas, menores que 90° sendo positivamente correlacionados ou maiores que 90° sendo negativamente correlacionados. Outro ponto importante de se observar no gráfico Biplot é quanto maior a norma de um vetor em relação a um determinado eixo (componente principal), mais influência a variável possui sobre esse determinado componente.

Para realização do presente estudo utilizou-se o software Microsoft Excel, versão 2008 e o PAST [9] para realização das análises das componentes principais e obtenção dos gráficos Biplot.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 (Apêndice) é apresentada a estatística descritiva de cada uma das variáveis estudadas para os anos de 2010 a 2017, observa-se que todas possuem uma variabilidade alta com algumas exceções, como a Proporção de nascidos vivos cujas mães realizaram 7 ou mais consultas de pré-natal (X03), Cobertura vacinal de Pentavalente em menores de 1 ano (X07), Índice de Qualidade Geral da Educação (X09) e Percentual de pessoas em idade produtiva (18 a 64 anos) e sem ocupação no Cadastro Único (X24) que apresentaram um coeficiente de variação baixo. Essa alta variabilidade na maioria das vezes indica que o Biplot vai explicar um baixo percentual da variabilidade Total de cada ano.

Na Figura 1 têm-se o Biplot das variáveis do IMRS dos municípios do Triângulo Mineiro no ano de 2010, na qual a primeira componente explica 21,16% da variância total amostral e segunda componente explica 10,36%.

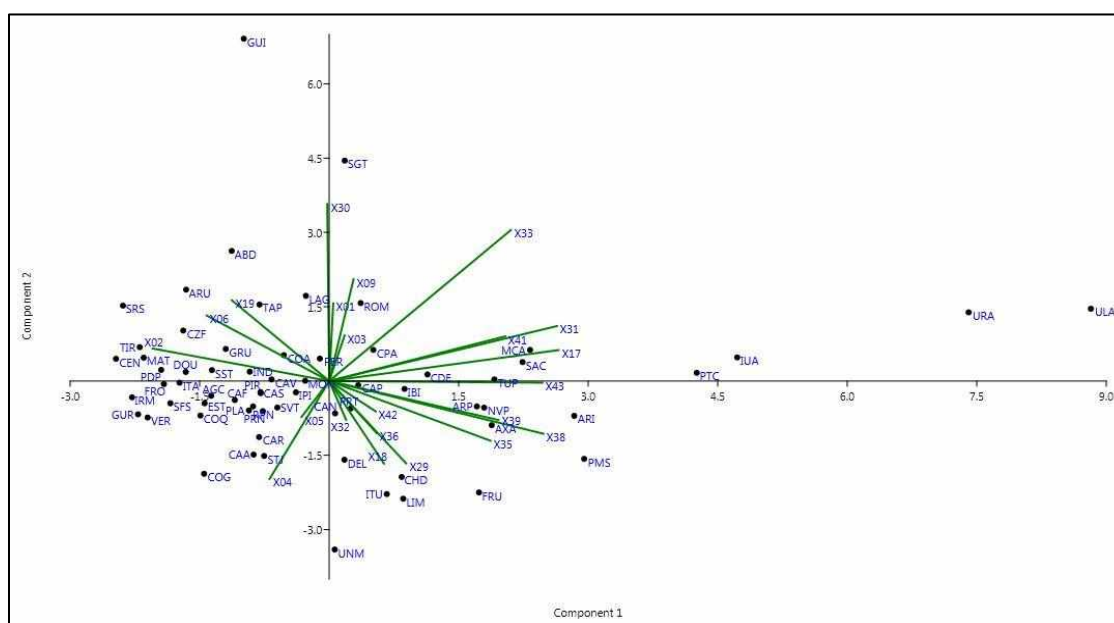


Figura 1: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2010.

Ainda em relação a Figura 1, pode-se observar que existe alta correlação entre as variáveis Taxa de crimes violentos contra o patrimônio (X17), Esforço Orçamentário em saneamento (X31), Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte (X41) e Proporção de pessoas de 15 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo (X43); pois formam ângulos agudos entre as variáveis e também Taxa de mortalidade por câncer de colo

de útero na população feminina (X01), Proporção de nascidos vivos cujas mães realizaram 7 ou mais consultas de pré-natal (X03), Índice de Qualidade Geral da Educação (X09) e Esforço Orçamentário em habitação (X30).

Pela Figura 1 as variáveis Taxa de crimes violentos contra o patrimônio (X17), Esforço Orçamentário em saneamento (X31), Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte (X41) e Proporção de pessoas de 15 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo (X43) estão altamente relacionadas positivamente com Uberlândia (ULA), Uberaba (URA), Patrocínio (PTC), Ituiutaba (IUA), Sacramento (SAC), Monte Carmelo (MCA), Tupaciguara (TUP), Araxá (AXA), Araguari (ARI) e Patos de Minas (PMS) e negativamente relacionadas com as outras localidades. A variável Esforço Orçamentário em habitação (X30) está altamente relacionada com São Gotardo (SGT), Guimarães (GUI) e Abadia dos Dourados (ABD) e negativamente relacionada com União de Minas (UNM).

Na Figura 2 têm-se o Biplot das variáveis do IMRS dos municípios do Triângulo Mineiro no ano de 2011, na qual a primeira componente explica 19,95% da variância total amostral e segunda componente explica 12,02%.

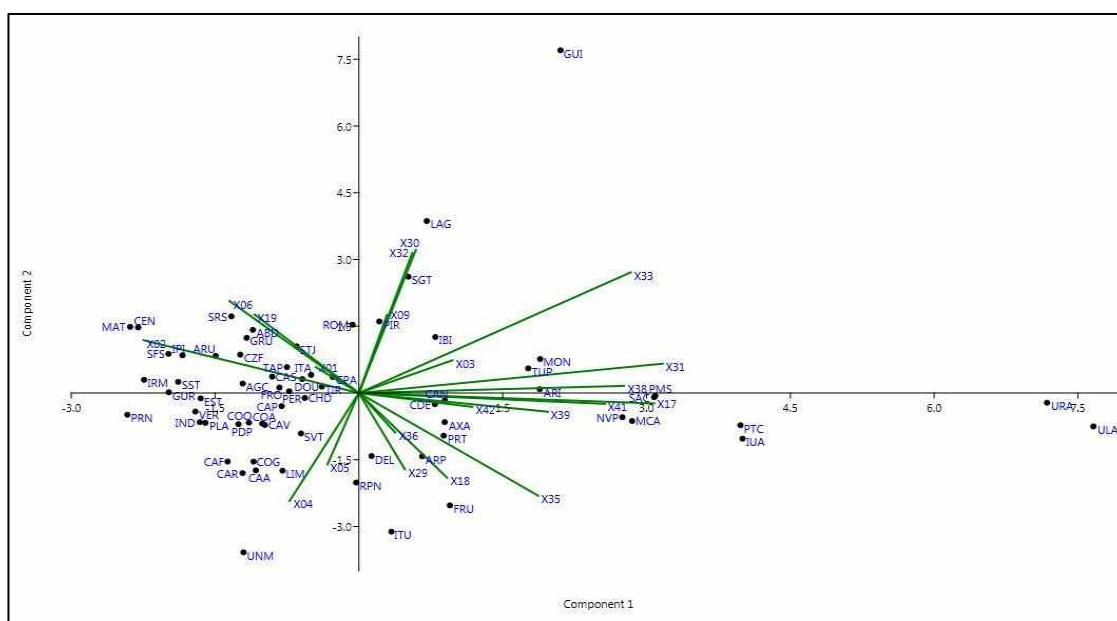


Figura 2: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2011.

Pode-se observar (Figura 2) que as variáveis Índice de Qualidade Geral da Educação (X09), Esforço Orçamentário em habitação (X30) e Esforço Orçamentário em meio ambiente (X32) estão altamente relacionadas positivamente com Lagoa Formosa (LAG), Guimarães

(GUI) e São Gotardo (SGT), e negativamente relacionadas com União de Minas (UNM), Iturama (ITU) e Frutal (FRU). As variáveis Esforço Orçamentário em saneamento (X31), Esforço Orçamentário em habitação, saneamento e meio ambiente (X33), Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca (X38), Existência de banda de música (X39), Taxa de crimes violentos contra o patrimônio (X17), Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte (X41) e Percentual de alunos em escolas com quadra de esporte (X42) estão altamente relacionadas com Uberaba (URA), Uberlândia (ULA), Ituiutaba (IUA), Patrocínio (PTC), Patos de Minas (PMS), Monte Carmelo (MCA), Nova Ponte (NVP), Araguari (ARI), Monte Alegre de Minas (MON) e Tupaciguara (TUP).

Na Figura 3 têm-se o Biplot das variáveis do IMRS dos municípios do Triângulo Mineiro no ano de 2012, na qual a primeira componente explica 18,96% da variância total amostral e segunda componente explica 10,02%.

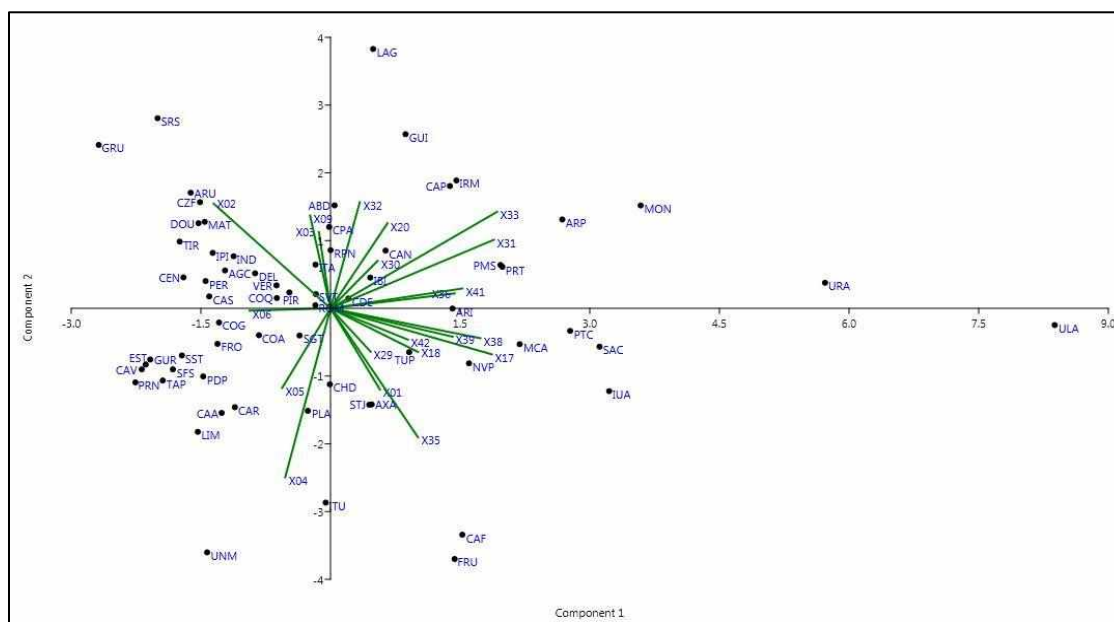


Figura 3: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2012.

Pode-se observar (Figura 3) que as variáveis Taxa de mortalidade por câncer de colo de útero na população feminina (X01), Proporção de internações hospitalares por condições sensíveis à atenção primária (X05), Percentual de esgoto tratado (X35) e Proporção de óbitos por causas mal definidas (X04) estão altamente relacionadas positivamente com União de Minas (UNM), Frutal (FRU), Campo Florido (CAF), Araxá (AXA), Santa Juliana (STJ), Cachoeira

Dourada (CHD), Planura (PLA) e Iturama (ITU) e negativamente relacionadas com Guimarães (GUI), Grupiara (GRU), Santa Rosa da Serra (SRS) e Lagoa Formosa (LAG).

Ainda em relação a Figura 3, nota-se que as variáveis Taxa de crimes violentos contra o patrimônio (X17), Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca (X38), Existência de política de plano de saneamento e de resíduos sólidos (X36), Existência de banda de música (X39), Esforço Orçamentário em saneamento (X31), Esforço Orçamentário em habitação, saneamento e meio ambiente (X33) e Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte (X41), estão altamente relacionadas positivamente com Uberaba (URA), Uberlândia (ULA), Patrocínio (PTC), Sacramento (SAC), Araporã (ARP), Monte Alegre de Minas (MON), Nova Ponte (NVP), Araguari (ARI), Prata (PRT), Patos de Minas (PMS) e Ituiutaba (IUA). A variável Estimativa da proporção da população atendida pela Estratégia de Saúde da Família (ESF) (X02) está altamente relacionada positivamente com Grupiara (GRU), Arapuã (ARU), Cruzeiro da Fortaleza (CZF), Douradoquara (DOU), Matutina (MAT), Tiros (TIR) e Santa Rosa da Serra (SRS) e está relacionada negativamente com Uberaba (URA), Uberlândia (ULA), Patrocínio (PTC), Sacramento (SAC), Araporã (ARP), Monte Alegre de Minas (MON), Nova Ponte (NVP), Araguari (ARI), Prata (PRT), Patos de Minas (PMS) e Ituiutaba (IUA).

Na Figura 4 têm-se o Biplot das variáveis do IMRS dos municípios do Triângulo Mineiro no ano de 2013, na qual a primeira componente explica 12,18% da variância total amostral e segunda componente explica 10,25%.

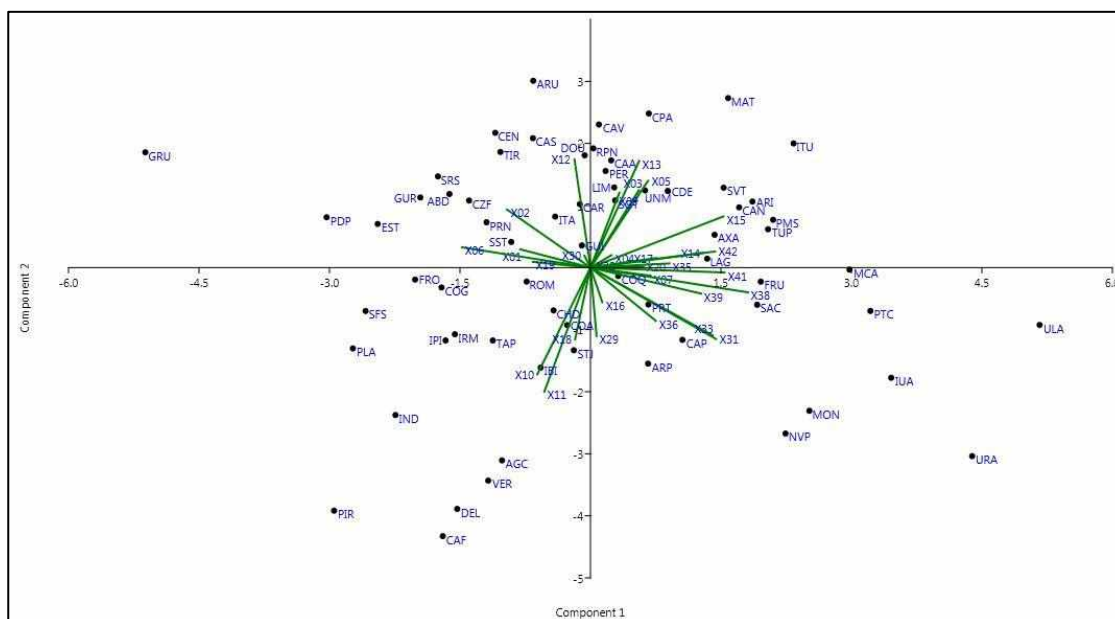


Figura 4: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2013.

Pode-se observar (Figura 4) que as variáveis Taxa de Distorção Idade-Série_EM (X11), Taxa de Distorção Idade-Série_EFAF (X10), Taxa de ocorrências de homicídios dolosos (instituições de segurança pública) (X18) e Taxa de emprego no setor formal (X29) estão altamente relacionadas positivamente com Agua Comprida (AGC), Veríssimo (VER), Delta (DEL), Campo Florido (CAF), Indianópolis (IND), Ibiá (IBI), Santa Juliana (STJ) e Pirajuba (PIR).

Pela Figura 4, nota-se que as variáveis Esforço Orçamentário em saneamento (X31), Esforço Orçamentário em habitação, saneamento e meio ambiente (X33), Existência de política de plano de saneamento e de resíduos sólidos (X36), Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca (X38) e Existência de banda de música (X39) estão altamente relacionadas com Ituiutaba (IUA), Monte Alegre de Minas (MON), Nova Ponte (NVP), Uberlândia (ULA), Patrocínio (PTC), Sacramento (SAC), Capinópolis (CAP), Araporã (ARP) e Uberaba (URA) e negativamente relacionadas com Grupiara (GRU).

Na Figura 5 têm-se o Biplot das variáveis do IMRS dos municípios do Triângulo Mineiro no ano de 2014, na qual a primeira componente explica 15,59% da variância total amostral e segunda componente explica 7,80%.

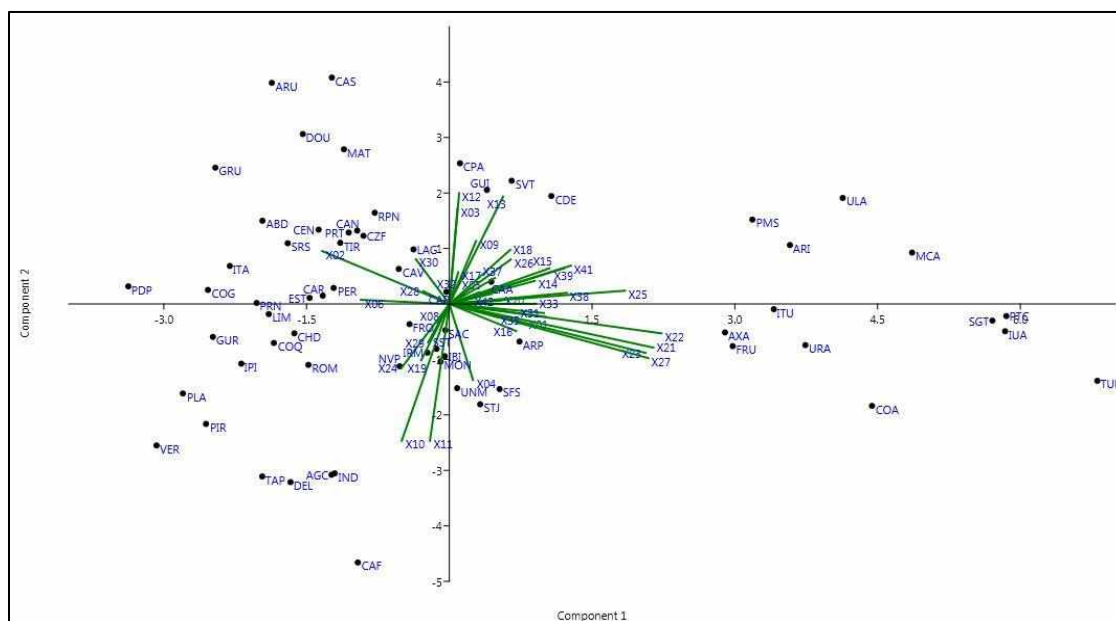


Figura 5: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2014.

Em relação a Figura 5, observa-se que as variáveis Taxa de Distorção Idade-Série_EFAF (X10), Taxa de Distorção Idade-Série_EM (X11) e Proporção de óbitos por causas mal definidas (X04) estão altamente relacionadas positivamente com Campo Florido (CAF),

Delta (DEL), Tapira (TAP), Água Comprida (AGC), Indianópolis (IND), União de Minas (UNM), Santa Juliana (STJ) e São Francisco de Sales (SFS). As variáveis Percentual da população pobre e extremamente pobre (X21), Percentual da População no Cadastro Único (X22), Percentual de pessoas que não sabem ler e escrever (X27), Percentual de pessoas pertencentes às famílias beneficiárias do Bolsa Família (X23), Taxa de atendimento da educação básica (X16), Taxa de mortalidade por câncer de colo de útero na população feminina (X01), Esforço Orçamentário em saneamento (X31) e Percentual de esgoto tratado (X35), estão altamente relacionadas com Tupaciguara (TUP), Ituiutaba (IUA), Conceição das Alagoas (COA), Uberaba (URA), Frutal (FRU), Araxá (AXA) e Araporã (ARP).

Ainda em relação a Figura 5 nota-se que as variáveis Indicador de Desenvolvimento do Centro de Referência Especializado em Assistência Social (IDCREAS) normalizado (X25), Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca (X38), Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EFAP (X14), Existência de banda de música (X39), Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte (X41) e Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EM (X15) estão altamente relacionadas com Patos de Minas (PMS), Araguari (ARI), Uberlândia (ULA) e Monte Carmelo (MCA).

Na Figura 6 têm-se o Biplot das variáveis do IMRS dos municípios do Triângulo Mineiro no ano de 2015, na qual a primeira componente explica 15,05% da variância total amostral e segunda componente explica 9,94%.

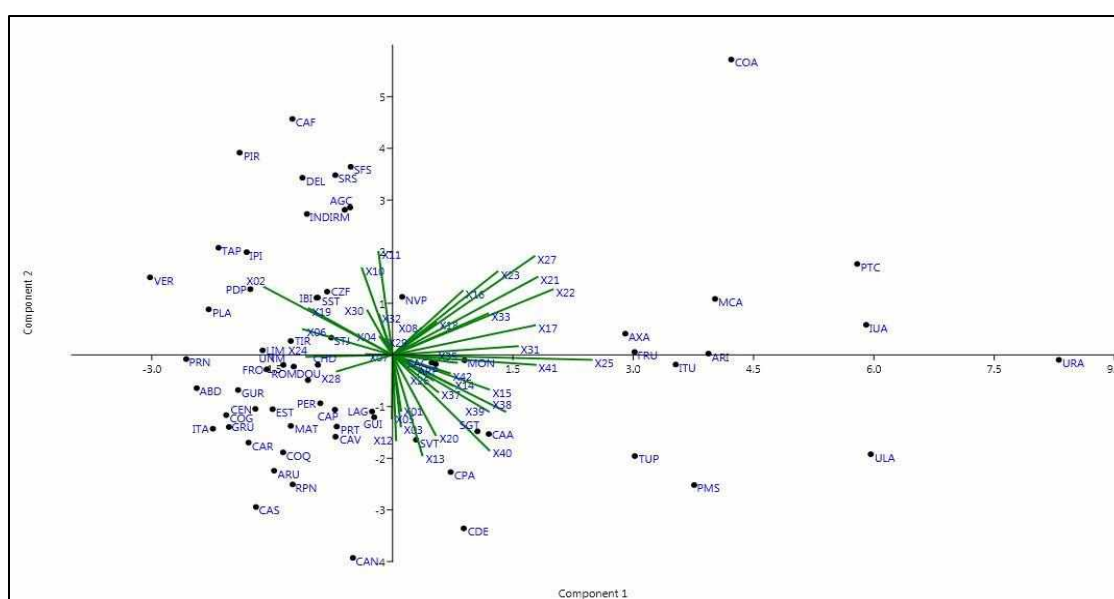


Figura 6: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2015.

Pode-se observar pela Figura 6 que as variáveis Indicador de Desenvolvimento do Centro de Referência Especializado em Assistência Social (IDCREAS) normalizado (X25), Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte (X41) e Esforço Orçamentário em saneamento (X31) estão altamente positivamente relacionadas com Uberaba (URA) e Ituiutaba (IUA).

Nota-se (Figura 6) que variáveis Taxa de Distorção Idade-Série_EM (X11), Taxa de Distorção Idade-Série_EFAF (X10), Esforço Orçamentário em habitação (X30), Esforço Orçamentário em meio ambiente (X32), Proporção de óbitos por causas mal definidas (X04) estão altamente relacionadas positivamente com Campo Florido (CAF), Pirajuba (PIR), Delta (DEL), Indianópolis (IND), Água Comprida (AGC), Iraí de Minas (IRM), São Francisco de Sales (SFS), Santa Rosa da Serra (SRS), Cruzeiro da Fortaleza (CZF) e negativamente relacionadas com Canápolis (CAN), Coromandel (CDE) e Carmo do Paranaíba (CPA). As variáveis Percentual de alunos em escolas com quadra de esporte (X42), Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EFAF (X14), Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EM (X15), Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca (X38), Existência de banda de música (X39), Existência de biblioteca (X37), Indicador de Desenvolvimento do Conselho Municipal de Assistência Social (IDConselho) normalizado (X26) e Gestão e preservação do patrimônio cultural (X40) estão altamente relacionadas com Uberlândia (ULA), Patos de Minas (PMS), Tupaciguara (TUP), Campos Altos (CAA) e São Gotardo (SGT).

Ainda em relação a Figura 6, nota-se que as variáveis Percentual de pessoas que não sabem ler e escrever (X27), Percentual da população pobre e extremamente pobre (X21), Percentual da População no Cadastro Único (X22), Percentual de pessoas pertencentes às famílias beneficiárias do Bolsa Família (X23), Taxa de crimes violentos contra o patrimônio (X17), Esforço Orçamentário em habitação, saneamento e meio ambiente (X33), Taxa de atendimento da educação básica (X16) e Taxa de ocorrências de homicídios dolosos (instituições de segurança pública) (X18) estão altamente relacionadas com Conceição das Alagoas (COA), Monte Carmelo (MCA), Patrocínio (PTC) e Araxá (AXA).

Na Figura 7 têm-se o Biplot das variáveis do IMRS dos municípios do Triângulo Mineiro no ano de 2016, na qual a primeira componente explica 14,47% da variância total amostral e segunda componente explica 9,29%.

Pela Figura 7 pode-se observar que as variáveis Indicador de Desenvolvimento do Centro de Referência Especializado em Assistência Social (IDCREAS) normalizado (X25) e

Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte (X41) estão altamente relacionadas com Uberaba (URA), Uberlândia (ULA), Araporã (ARP) e Araguari (ARI). As variáveis Taxa de Distorção Idade-Série_EFAF (X10) e Taxa de Distorção Idade-Série_EM (X11) estão altamente relacionadas positivamente com Veríssimo (VER), Campo Florido (CAF), Indianópolis (IND), Delta (DEL), Água Comprida (AGC) e Santa Juliana (STJ) e negativamente relacionadas com Arapuã (ARU) e Canápolis (CAN). As variáveis Taxa de crimes violentos contra o patrimônio (X17), Percentual de esgoto tratado (X35), Existência de política de plano de saneamento e de resíduos sólidos (X36), Taxa de atendimento da educação básica (X16), Percentual da População no Cadastro Único (X22), Percentual da população pobre e extremamente pobre (X21), Percentual de pessoas que não sabem ler e escrever (X27), Percentual de pessoas pertencentes às famílias beneficiárias do Bolsa Família (X23) e Taxa de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (X08) estão altamente relacionadas com Monte Carmelo (MCA), Patrocínio (PTC), Araxá (AXA), Iturama (ITU), Ituiutaba (IUA) e Conceição das Alagoas (COA).

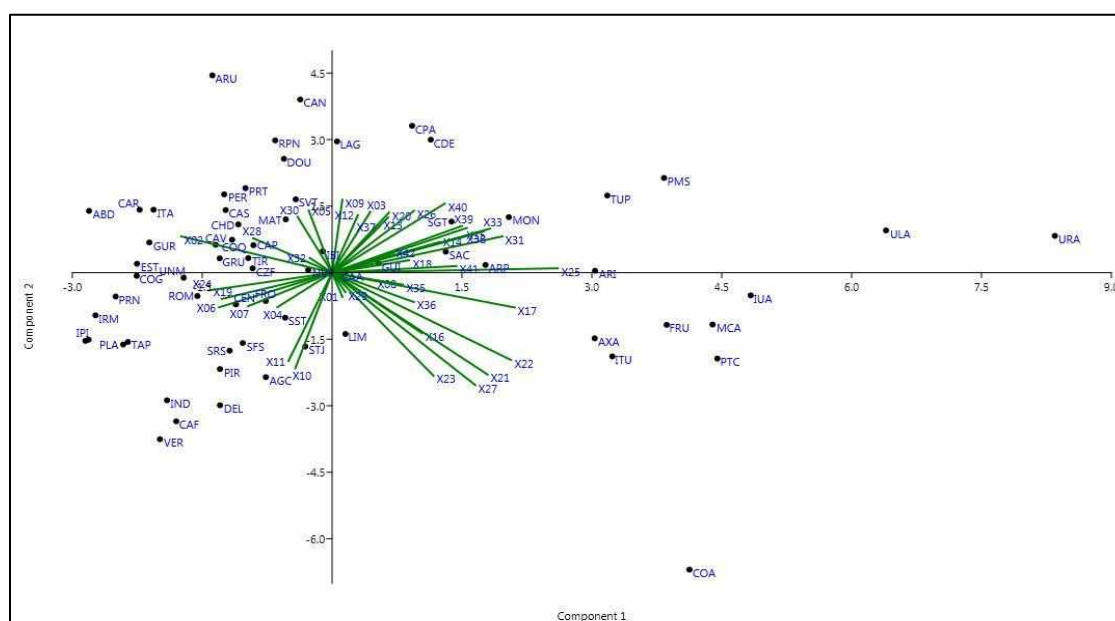


Figura 7: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2016.

Na Figura 8 têm-se o Biplot das variáveis do IMRS dos municípios do Triângulo Mineiro no ano de 2017, na qual a primeira componente explica 14,82% da variância total amostral e segunda componente explica 11,38%. Pode-se observar que as variáveis Percentual de pessoas pertencentes às famílias beneficiárias do Bolsa Família (X23) e Percentual de docentes por

grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EI (X12) estão altamente relacionadas positivamente com Santa Rosa da Serra (SRS) e Cruzeiro da Fortaleza (CZF). As variáveis Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca (X38), Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte (X41), Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EM (X15), Taxa de crimes violentos contra o patrimônio (X17), Esforço Orçamentário em saneamento (X31), Esforço Orçamentário em habitação, saneamento e meio ambiente (X33) e Gestão e preservação do patrimônio cultural (X40) estão altamente relacionadas positivamente com Uberlândia (ULA), Uberaba (URA), Conceição das Alagoas (COA), Coromandel (CDE) e São Gotardo (SGT).

Pela Figura 8 nota-se que as variáveis Taxa de atendimento da educação básica (X16), Percentual de pessoas que não sabem ler e escrever (X27), Percentual da População no Cadastro Único (X22), Percentual da população pobre e extremamente pobre (X21), Esforço Orçamentário em habitação (X30), Taxa de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (X08) e Percentual de docentes por grupo do indicador de adequação da formação do docente (Grupo 1)_EFAI (X13) estão altamente relacionadas com Araporã (ARP), Guimarães (GUI), Araxá (AXA), Iturama (ITU) e Patrocínio (PTC).

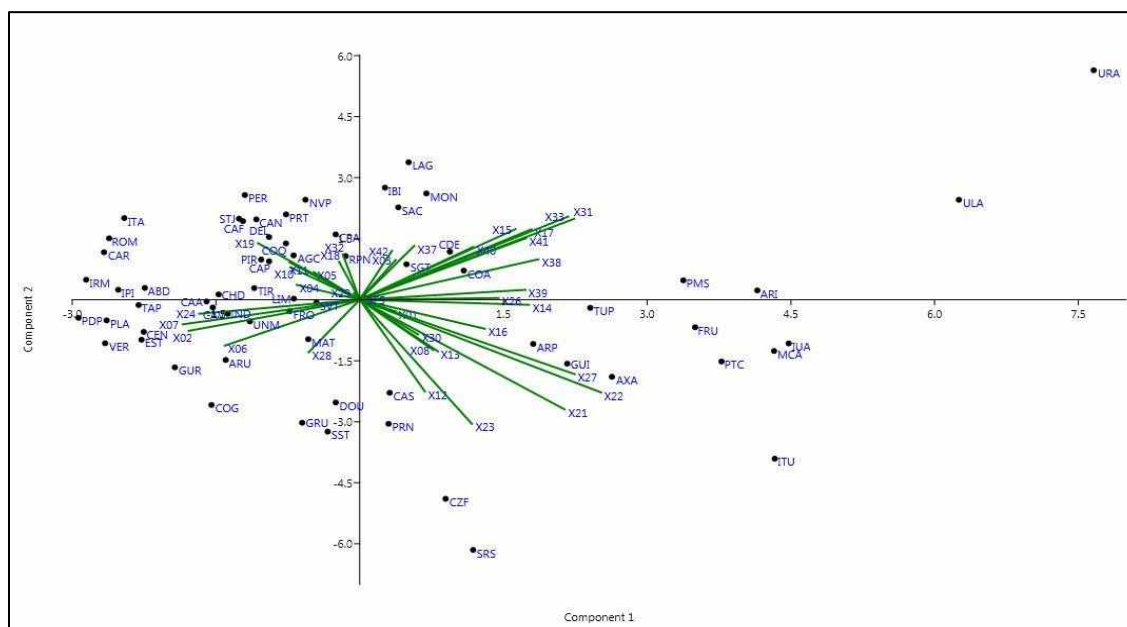


Figura 8: Biplot para as variáveis banco de dados do IMRS, para o ano de 2017.

4. CONCLUSÃO

As cidades de Uberlândia (ULA), Uberaba (URA), Ituiutaba (IUA), Patos de Minas (PMS) e Patrocínio (PTC) estão entre as 7 cidades mais populosas do Triângulo Mineiro e se destacaram em quase todos os anos estudados sendo altamente relacionadas com as variáveis que mais se repetem X17, X31, X38, X39 e X41 sendo elas respectivamente: Taxa de crimes violentos contra o patrimônio; Esforço orçamentário em saneamento; Pluralidade de equipamentos culturais exceto biblioteca; Existência de banda de música e Pontuação pela participação em programas governamentais de esporte.

Pode-se observar que as 5 cidades possuem um investimento cultural alto em teatro, museu, cinema e em projetos e programas para a realização de atividades de esporte; um esforço orçamentário em saneamento significativo onde uma vez que a falta de tratamento de água, esgoto e resíduos sólidos podem expor a população a problemas cada vez mais preocupantes. As maiores taxas de crime violento contra o patrimônio também estão presentes nessas cidades mineiras acarretando assim conforme [10] uma alta carga da criminalidade para a sociedade, além de aumentar os gastos públicos e privados com segurança, reduz a qualidade de vida e diminui as atividades turísticas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Índice Mineiro de Responsabilidade Social - **IMRS** - Fundação João Pinheiro, Disponível em: <<http://imrs.fjp.mg.gov.br/Home/IMRS>>. Acesso em: 01 de Dezembro de 2020.
- [2]. Índice Mineiro de Responsabilidade Social - **IMRS** - Fundação João Pinheiro, Disponível em: http://imrs.fjp.mg.gov.br/Content/Files/1IMRSGERAL_2018.pdf, Acesso em: 01 de Dezembro de 2020.
- [3]. MAROCO, J.; **Análise estatística com utilização do SPSS**. Lisboa: Silabo, 2003.
- [4]. GABRIEL, K. R. The Biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. **Biometrika**, Oxford, v.58, n.3, p. 453 – 467, 1971.
- [5]. JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 4.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998. P.458 – 586.
- [6]. ARTES, R. Aspectos Estatísticos da análise Fatorial de Escala de Avaliação. **Revista de Psiquiatria Clínica**. São Paulo: v.25, n.5, p.223-228.
- [7]. DIAS, C. T. S. Representação gráfica bidimensional de uma matriz de dados multivariados: Biplot. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA 12.; E REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA 52., 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 52^a. rbras, 2007.
- [8]. KLEFENS, P. C. O. **O Biplot na análise fatorial multivariada**, Dissertação de Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- [9]. Hammer, O., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics.
- [10]. CASTRO, T. E.; SILVEIRA, I. M.; LIRIO, V. S.; CORONEL, D. A. PERFIL DA CRIMINALIDADE NOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS. **Revista Espacios**, v. 35, p. 16-16, 2014.

6. APÊNDICE

Tabela 1: Análise descritiva geral das variáveis em todos os municípios e anos.

VARIÁVEIS	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO PADRÃO	MÁXIMO	MÍNIMO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
X01	3,52	0,00	12,06	148,35	0,00	342,84%
X02	80,16	87,04	21,75	100,00	4,25	27,13%
X03	75,57	76,35	10,44	100,00	43,75	13,82%
X04	8,45	7,10	6,54	37,50	0,00	77,40%
X05	23,30	21,78	10,21	64,53	4,27	43,83%
X06	16,26	10,91	16,14	82,76	0,00	99,27%
X07	95,02	100,00	9,27	100,00	38,46	9,76%
X08	269,26	264,01	107,74	670,37	0,00	40,01%
X09	0,49	0,49	0,08	0,72	0,30	15,57%
X10	19,82	19,05	6,94	40,60	1,00	35,05%
X11	24,99	23,15	9,46	65,50	3,30	37,85%
X12	41,65	38,90	21,84	100,00	0,00	52,44%
X13	68,38	71,20	16,55	100,00	17,80	24,20%
X14	59,13	60,10	12,56	95,60	14,90	21,24%
X15	61,83	63,60	11,91	85,70	10,20	19,27%
X16	87,25	87,74	9,11	100,00	62,93	10,44%
X17	182,21	127,95	338,22	6221,75	0,00	185,62%
X18	13,42	11,97	13,59	85,91	0,00	101,27%
X19	535,34	537,83	302,51	1719,17	0,00	56,51%
X20	0,71	0,83	0,21	1,00	0,00	29,44%
X21	3,23	2,87	1,46	10,75	0,98	45,09%
X22	5,19	4,47	2,42	15,36	2,01	46,55%
X23	2,19	1,96	1,06	7,65	0,00	48,45%
X24	59,36	57,79	9,41	86,42	40,04	15,85%
X25	0,16	0,00	0,29	1,00	0,00	177,56%
X26	0,41	0,42	0,24	1,00	0,00	57,33%
X27	1,06	0,99	0,49	3,69	0,16	45,75%
X28	0,28	0,16	0,33	2,29	0,00	119,17%
X29	33,47	29,55	16,40	130,30	12,20	48,99%
X30	0,29	0,00	1,02	11,76	0,00	354,81%
X31	1,92	0,56	2,81	15,11	0,00	146,29%
X32	0,34	0,08	0,81	13,22	0,00	236,45%
X33	2,55	1,27	3,12	16,11	0,00	122,39%
X35	26,36	0,00	42,05	100,00	0,00	159,52%
X36	0,12	0,00	0,28	1,00	0,00	234,28%
X37	0,92	1,00	0,27	1,00	0,00	28,70%
X38	0,36	0,00	0,48	1,00	0,00	134,31%
X39	0,55	1,00	0,50	1,00	0,00	90,01%
X40	5,03	4,57	3,90	12,74	0,00	77,49%
X41	26,89	0,00	75,59	684,25	0,00	281,12%
X42	68,61	76,74	22,92	100,00	0,00	33,41%
X43	43,98	42,42	6,84	64,70	32,70	15,54%

