

# Índices de desenvolvimento municipais e *royalties* do petróleo: uma abordagem multivariada de comparação de perfis entre municípios que recebem ou não *royalties* pelo petróleo produzido

*Municipal development indexes and petroleum royalties: a multivariable comparison approach of profiles among municipalities that receive or do not receive royalties for the petroleum they produce*

Danilo Alessandro Lüdke Pereira<sup>1</sup> - Centro Universitário de União da Vitória - Colegiado de Engenharia Civil  
Anselmo Chaves Neto<sup>2</sup> - Universidade Federal do Paraná

**RESUMO** O setor petrolífero brasileiro vem obtendo altos índices de crescimento e em 2006 foi anunciada a autossuficiência em Petróleo. De 1991 a 2011, a Petrobrás teve um crescimento de 164% nas suas reservas. Nesse mesmo período, o Brasil aprovou a lei do petróleo (Lei No 9.478), estabelecendo novos critérios para a transferência de *royalties* do petróleo para os municípios brasileiros. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo verificar se os pagamentos de *royalties* aos municípios, de alguma forma, têm contribuído para melhorar os seus indicadores sociais. Portanto, foi feita uma comparação entre municípios de mesmo porte populacional que recebem ou não *royalties*. Para a comparação foram utilizadas as variáveis: IDHM, IFDM, IDEB e incidência de pobreza. Utilizou-se das técnicas de Análise de Perfis, Análise de Agrupamento e Análise Fatorial com objetivo de verificar se existe diferença entre as matrizes de dados referentes aos municípios que recebem e os que não recebem *royalties*.

**Palavras-chave:** Análise de Perfil. Análise Fatorial. Análise de *Cluster*. *Royalties*.

**ABSTRACT** *The Brazilian oil industry has achieved high growth rates and in 2006, the country's self-sufficiency in oil was announced. From 1991 to 2011, Petrobras' reserves grew by 164%. In the same period, Brazil passed the oil law (Law No. 9478), establishing new criteria for the transfer of oil royalties to Brazilian municipalities. Thus, this study aims to determine whether royalty payments to municipalities have improved their social indicators in perceptible ways. Therefore, a comparison between municipalities of similar population size that receive royalties and municipalities that do not receive them, was carried out. For the comparison, certain variables were used such as: IDHM, IFDM, IDEB and the incidence of poverty. We have used the techniques of Profile Analysis, Cluster Analysis and Factor Analysis in order to verify the difference between the matrices of data, both in the municipalities cities that receive royalties and in the ones that do not receive them.*

**Keywords:** *Profile Analysis. Factor Analysis. Cluster Analysis. Royalties.*

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os muitos e complexos desafios da administração de um Estado ou de um município, está a forma como é realizado o direcionamento dos recursos econômicos, tendo em vista a melhoria, ampliação e modernização dos padrões sociais. O maior desafio da administração municipal é o de projetar tendências futuras, traçar e operacionalizar estratégias de sobrevivência, alocando da forma mais eficiente e eficaz possível os recursos que estão a sua disposição, tendo em vista fornecer à sociedade serviços públicos de qualidade nas áreas sob sua responsabilidade, tais como educação, saúde e segurança. Por outro lado, deve promover a criação de empregos e o desenvolvimento geral do município.

Em virtude da procura por fontes de recursos, os *royalties* do petróleo apresentam importante função de reforço no caixa, tanto de municípios, como para os Estados brasileiros. Os *royalties* são ressarcimentos financeiros pagos aos estados e municípios em cujas regiões geográficas são realizadas atividades de exploração de recursos naturais, pois em muitos processos pode ocorrer degradação ambiental. Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP), “No caso brasileiro, os *royalties* do petróleo são uma compensação financeira devida ao estado pelas empresas que exploram e produzem petróleo e gás natural. É uma remuneração à sociedade pela exploração desses recursos, que são escassos e não renováveis.” (ANP, 2001).

Dessa forma, torna-se importante estudar os impactos provocados pelas receitas extras de *royalties* e participações especiais nos cofres das prefeituras brasileiras, pois Segundo Piquet (2003), embora venha proporcionando grandes contribuições financeiras, pouco se conhece a respeito da influência das atividades diretamente decorrentes da indústria do petróleo sobre a qualidade de vida da população. Assim, utilizou-se de técnicas estatísticas para investigar se as rendas petrolíferas distribuídas colaboraram para a melhoria dos indicadores sociais dos 37 (trinta e sete) municípios que mais receberam *royalties* entre os anos 2000 e 2013 fazendo um comparativo com a evolução dos mesmos indicadores de 26 (vinte e seis) municípios, de mesmo porte populacional, que não têm direito a essas transferências.

## 1.1. *Royalties*

Os *royalties* constituem uma das mais remotas formas de pagamento de direitos e propriedade. *Royalty* tem origem da palavra inglesa *royal*, que significa “da realeza” ou “relativo ao rei”. Originalmente, designava o direito que o rei tinha de receber pagamentos pelo uso de minerais em suas terras, conceito este que se estendeu no séc. XX a outras atividades extrativas de recursos naturais não renováveis, como o petróleo e o gás natural. Partindo desse conhecimento, podemos considerar os pagamentos decorrentes dos *royalties* do petróleo como uma receita patrimonial da União, a qual é proprietária dos recursos minerais, recebida das empresas que exploram o petróleo. De acordo com Ferreira (2010), o pagamento de *royalties* depende diretamente do local para a produção, terra ou mar, além de municípios abarcados, comprometidos ou adjacentes. Essa receita é partilhada com estados e municípios que contam com atividades petrolíferas em seus territórios, ou sofram impactos das mesmas, segundo critérios estabelecidos na legislação.

Segundo o ministério da fazenda, a motivação para cobrança dos *royalties* sobre exploração do petróleo envolve uma diversidade de objetivos, entre eles o de prover os governos locais e regionais dos recursos necessários para financiar investimentos que gerem riqueza alternativa para substituir a riqueza mineral finita. Assim, o uso das receitas provenientes dos *royalties* deveria estar direcionado para uma diversificação produtiva nas regiões produtoras e em suas áreas de influência, com a finalidade de garantir a capacidade de promover uma dinâmica de desenvolvimento própria.

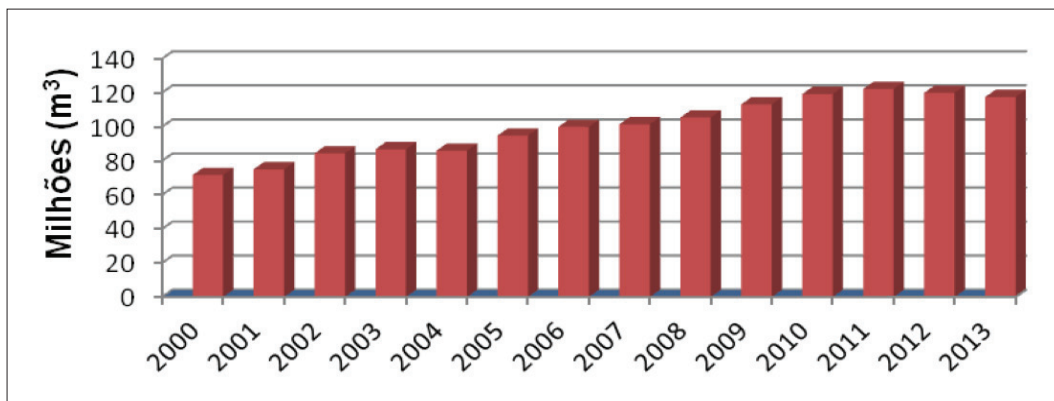
## 1.2. O direito dos municípios aos *royalties* do petróleo

Conforme previsto no § 1º do art. 20 da Constituição Federal, ficou definido que são bens da União, entre outros, os recursos minerais, inclusive os do subsolo, e é assegurada, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, a participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, tendo o direito de participar dos lucros da atividade recebendo *royalties* e compensações. Na prática, são duas as leis ordinárias que definem qual fatia das rendas do petróleo cabe a cada membro da federação e como devem ser distribuídas. Para que um

Município ou Estado tenha direito a receber os *royalties* do Petróleo, ele deve se enquadrar no conceito de Estado/Município “produtor” quando a extração é feita em terra. E no caso dos poços ou campo petrolífero estarem situados no mar, ele é definido como Estado/Município “confrontante”.

Conforme destaca Serra (2003), compensações financeiras para estados e municípios são muito anteriores a 1997, mas a Lei n.º 9.478 instituiu mudanças importantes. Esta lei de 1997 possibilitou uma expansão nas possibilidades para o investimento dos *royalties* por parte dos municípios, pois a lei anterior só autorizava as prefeituras a investir as receitas em energia, meio ambiente, saneamento e rodovias. Então, a nova lei não estabeleceu nenhum critério específico para a aplicação dos recursos, podendo ser destinados a quaisquer investimentos, vedando-se apenas a destinação de tais recursos para o pagamento de dívidas e folha de pagamento. Observa-se na Figura 1 que com a aprovação das novas regras dos *royalties* elevou-se a arrecadação de forma significativa após o ano 2000, já que a capacidade de produção quase dobrou a partir de 2010, bem como a sua distribuição para os municípios.

Figura 1 – Produção nacional de petróleo por ano (terra e mar) 2000-2013.



Fonte: ANP - Boletim Mensal de Produção, conforme o Decreto n.º 2.705/98.  
Dados atualizados em 03 de fevereiro de 2014.

Além dos *Royalties* calculados com base na produção do petróleo, agrega-se a chamada participação especial do petróleo que é a compensação financeira extraordinária criada pela Lei do Petróleo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A estatística multivariada é uma área de conhecimento da ciência estatística que trabalha com fenômenos que englobam diversas variáveis influentes, possibilitando estudar as relações entre as variáveis de forma integrada e evoluída, em geral fornecendo resultados consistentes (Johnson; Wichern, 1998). As técnicas usadas neste trabalho foram a Análise de Perfil (*Profile Analysis*), Análise Fatorial e Análise de Agrupamentos (*Cluster Analysis*).

Morrison (1976) define a Análise de Perfil como uma técnica estatística multivariada utilizada em situações em que uma mesma bateria de testes p é aplicada para grupos populacionais k com objetivo de responder a três questões principais de interesse:

Os perfis de média dos grupos populacionais k são paralelos uns em relação aos outros? Seja o vetor de contraste  $\underline{\lambda}_j$  (Equação 1) com dimensão (p-1), formado pelas diferenças sucessivas dos componentes p do vetor de média:

$$\begin{aligned} \underline{\mu}_j' &= [\mu_{j1}, \mu_{j2}, \dots, \mu_{jp}]: \\ \underline{\lambda}_j &= \begin{bmatrix} \mu_{j1} - \mu_{j2} \\ \mu_{j2} - \mu_{j3} \\ \vdots \\ \mu_{j,p-1} - \mu_{jp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{j1} \\ \lambda_{j2} \\ \vdots \\ \lambda_{j,p-1} \end{bmatrix} \text{ com } j = 1, 2 \end{aligned} \quad (1)$$

O mesmo vetor também pode ser escrito através da combinação linear, dado pela Equação 2.

$$\underline{\lambda}_j = C \cdot \underline{\mu}_j \quad (2)$$

em que C é a matriz de coeficientes ou matriz de transformação (Equação 3) com q = p - 1 vetores de coeficientes de ordem (p-1) x p, dada por:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Assim, os perfis dos dois grupos serão paralelos se e somente se:

$$H_{01}: \underline{\lambda}_1 = \underline{\lambda}_2$$

$$H_{01}: \begin{bmatrix} \mu_{11} - \mu_{12} \\ \mu_{12} - \mu_{13} \\ \vdots \\ \mu_{1,p-1} - \mu_{1p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{21} - \mu_{22} \\ \mu_{22} - \mu_{23} \\ \vdots \\ \mu_{2,p-1} - \mu_{2p} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Contudo, de acordo com Rencher e Christensen (2007), para amostras independentes de tamanho  $n_1$  e  $n_2$  determinadas por dois grupos populacionais, a hipótese nula pode ser testada diretamente das observações amostrais decorrentes da combinação linear, como mostra a Equação 5.

$$\underline{Y} = C \cdot \underline{X} \quad (5)$$

Tendo como estimadores da média amostral  $\underline{\bar{Y}}_j = C \cdot \underline{\bar{X}}_j$  e da matriz de covariância amostral  $S_{j/Y} = C S_j C'$ . Assim como a matriz amostral  $S_p$  (Spooled) estima a matriz populacional  $\Sigma$ , a matriz de covariância  $\Sigma_Y$  será estimada pela Equação 6:

$$S_{p/Y} = C \cdot S_p \cdot C' \quad (6)$$

Podemos formalmente testar a hipótese nula de que a média univariada dos resultados dos testes em um perfil são equivalentes utilizando o teste  $T^2$  de Hotelling. (STANTON, 2001). A estatística para testar a hipótese de paralelismo  $C \cdot \underline{\mu}_1 = C \cdot \underline{\mu}_2$  é o teste  $T^2$  de Hotelling (Equações 7 e 8) utilizada para comparar dois vetores de média. Assim, rejeita-se  $H_{01}: C \cdot \underline{\mu}_1 = C \cdot \underline{\mu}_2$  em um nível  $\alpha$  se:

$$T^2 = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)' C' \left[ \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) C S_p C' \right]^{-1} C (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) > c^2 \quad (7)$$

Com

$$c^2 = \frac{(n_1+n_2-2)(p-1)}{n_1+n_2-p} \cdot F_{p-1, n_1+n_2-p}(\alpha) \quad (8)$$

Se os perfis de médias dos grupos  $k$  são realmente paralelos, eles também são coincidentes? Caso não sejam paralelos, a  $h$ -ésima variável resposta apresenta o mesmo efeito entre os grupos ou tratamentos?

Quando os perfis são paralelos o primeiro está acima do segundo ( $\mu_{1h} > \mu_{2h}$  para todo  $h$ ) ou vice-versa. Sob esta condição, os perfis serão coincidentes se e somente se,  $\mu_{11} + \mu_{12} + \dots + \mu_{1p} = \underline{1}'\underline{\mu}_1$  e  $\mu_{21} + \mu_{22} + \dots + \mu_{2p} = \underline{1}'\underline{\mu}_2$  forem iguais. Assim, a hipótese nula do estágio 2 pode ser escrita de forma equivalente a Equação 9.

$$H_{02}: \underline{1}'\underline{\mu}_1 = \underline{1}'\underline{\mu}_2 \quad (9)$$

Induzido pela combinação linear  $\underline{1}'\underline{\mu}_j$ , deve-se fazer também com os dados originais. Para uma observação em particular  $X_{ij}$ , a transformação é  $\underline{R}_{ij} = \underline{1}'X_{ij}$  e para as matrizes de dados  $X_1$  e  $X_2$ , a transformação será dada pela Equação 10.

$$\underline{R}_j = \underline{1}'\underline{X}'_j \quad \text{com } j=1,2 \quad (10)$$

Pode-se agrupar os dados decorrentes desta transformação em um vetor conforme a Equação 11.

$$\underline{R}'_j = [R_{1j}, R_{2j}, \dots, R_{ij}, \dots, R_{nj}] \quad (11)$$

Nesse caso, a média estimada será  $\bar{R}_j = \underline{1}'\bar{X}_j$  e a variância estimada será  $S_{P/R}^2 = \underline{1}'S_P\underline{1}$ . Quando as matrizes de covariâncias populacionais são iguais, a estimativa de  $\Sigma$  é a matriz de covariância amostral  $S_p$ . Sendo assim, as variâncias das duas populações na transformação  $R_{ij}$  deverão ser também iguais, ou seja,  $\underline{1}'\Sigma_1\underline{1} = \underline{1}'\Sigma_2\underline{1} = \underline{1}'\Sigma\underline{1} = \sigma_R^2$ . Com isso, a estimativa para a variância comum  $\sigma_R^2$  será a variância amostral  $S_{j/R}^2 = \underline{1}'S_j\underline{1}$ . Para verificar se os dois grupos têm perfis coincidentes, equivale ao teste *t* de *Student* utilizado para testar a igualdade de média de duas populações, conforme a Equação 12.

$$t = \frac{\bar{R}_1 - \bar{R}_2}{\sqrt{S_{P/R}^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (12)$$



Para fazer a verificação da hipótese de perfis coincidentes, rejeita-se  $H_{02}$ :  $\underline{1}'\mu_1 = \underline{1}'\mu_2$  em um nível  $\alpha$  se:

$$T^2 = \underline{1}'(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \left[ \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \underline{1}'S_p\underline{1} \right]^{-1} \underline{1}'(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \\ = \left( \frac{\underline{1}'(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \underline{1}'S_p\underline{1}}} \right)^2 > t_{n_1+n_2-2}^2 \left( \frac{\alpha}{2} \right) = F_{1, n_1+n_2-2}(\alpha) \quad (13)$$

Novamente assumindo paralelismo, então os grupos  $k$  possuem a mesma resposta nas diferentes condições experimentais? Ou, caso a hipótese de perfis paralelos não seja verdadeira, o  $j$ -ésimo grupo apresenta a mesma resposta sob as diferentes condições experimentais?

Esta questão é resolvida testando-se a hipótese de igual efeito de resposta apresentada no teste de medidas repetidas, com uma pequena modificação para tratamentos  $k$ , ou seja, busca responder conjuntamente para os  $k$  grupos através do vetor perfil de media geral.

Por fim, deve-se testar a hipótese  $H_{03}$ , a qual se refere à questão de igual resposta média, sob a condição de que a hipótese de perfis paralelos foi aceita. Quando os dois perfis são paralelos, pode-se verificar que o perfil do vetor de médias geral também será paralelo aos demais, então a hipótese de igual resposta média pode ser formulada utilizando o vetor de média geral  $\mu$ . Se a hipótese de paralelismo for rejeitada, o teste deve ser conduzido separadamente para cada um dos grupos.

Nesta situação, o vetor de contraste  $\lambda$ , pode ser obtido através da combinação linear  $\underline{\lambda} = C\underline{\mu}$ , conforme a Equação 14. A hipótese nula  $H_{03}$ , de que as  $p$  variáveis respostas são iguais, sob a condição de paralelismo aceita é:

$$H_{03}: \underline{\lambda} = \underline{0} \\ H_{03}: C \cdot \underline{\mu} = \underline{0} \quad (14)$$



Para testar a hipótese de igual resposta média deve-se utilizar o vetor de média geral  $\underline{\mu}$ , sendo este estimado pela Equação 15.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n_1} X_{1j} + \sum_{j=1}^{n_2} X_{2j}}{n_1 + n_2} = \frac{n_1}{(n_1 + n_2)} \bar{X}_1 + \frac{n_2}{(n_1 + n_2)} \bar{X}_2 \quad (15)$$

Na realização do teste  $H_{03}$ , deve-se também efetuar a transformação nos dados sugeridos pela combinação linear  $\underline{\lambda} = C \cdot \underline{\mu}$ . Aplicando-se a transformação linear  $\underline{Y} = C \cdot \underline{X}$  para cada uma das observações, obtém-se a matriz de dados geral, conforme a Equação 16.

$$Y = \underline{X} \cdot C' \quad (16)$$

Para testar a hipótese de igual efeito de resposta, tem-se interesse, principalmente, no vetor de média geral e na matriz de covariância. A média estimada é  $\bar{Y} = C \cdot \bar{X}$  e a matriz de covariância é estimada por  $S_{p/Y} = C \cdot S_P C'$ .

Para fazer a verificação da hipótese de igual resposta média, rejeita-se  $H_{03}$ :  $C\mu = 0$  em um nível  $\alpha$  se satisfazer a Inequação 17.

$$(n_1 + n_2) \bar{X}' C' [C S_P C']^{-1} C \bar{X} > F_{p-1, n_1+n_2-p}(\alpha) \quad (17)$$

Em trabalhos mais recentes, a análise do perfil tem sido discutida sob modelos mais gerais. Okamoto et al. (2006) estudaram as expansões assintóticas das distribuições de algumas estatísticas de teste considerando-as distribuições elípticas. Maruyama (2007) e Harrar e Xu (2008) estenderam seus estudos para as distribuições nulas de algumas estatísticas de teste sob a condição de não-normalidade.

A análise de agrupamento ou “*cluster analysis*” é uma variedade de técnicas e algoritmos, cujo objetivo é agregar observações com base nas características que eles possuem. Hair et al (2005). Este conceito tem sido utilizado há muitos anos no reconhecimento de padrões. Hoje em dia, a análise de agrupamento (*clustering*) e outros algoritmos de extração de características são reconhecidos como importantes ferramentas para revelar características coerentes nas ciên-

cias da terra (FREED; LIN, 2001), bioinformática (JONES; PEVZNER, 2004) e em mineração de dados (MITRA; ACHARYA, 2003). Dependendo das estruturas de dados e metas de classificação, diferentes regimes de agrupamento podem ser aplicados. Todavia, não existem impedimentos para realizar o agrupamento de variáveis semelhantes segundo as realizações obtidas pelos objetos amostrados. De acordo com Bussab (1990), o problema da análise de agrupamento pretende, dada uma amostra de objetos  $n$  (ou indivíduos), cada um deles medido segundo variáveis  $p$ , procurar um esquema de classificação que agrupe os objetos em grupos  $g$ , exigindo-se então conceitos científicos mais sofisticados de semelhança. Devem ser determinados também o número e as características desses grupos.

Um processo alternativo de mensuração é identificar variáveis que “caminham juntas”, ou seja, variáveis que apresentam a mesma estrutura subjacente. Tabachnick e Fidell (2007). Tecnicamente, isso pode ser implementado através da análise fatorial. Segundo Hair et al. (2005) a Análise Fatorial é um nome genérico dado a uma classe de métodos estatísticos multivariados cujo propósito principal é definir a estrutura subjacente a uma matriz de dados. Assim, a Análise Fatorial é uma técnica estatística que busca, avaliando um conjunto de variáveis, identificar as inter-relações existentes em um conjunto de fenômenos, desvendando estruturas existentes, impossíveis de observá-las por métodos diretos.

Portanto, a questão principal da análise fatorial, é a aplicação de técnicas estatísticas para que, diferentes variáveis, possam ser resumidas em um conjunto reduzido de fatores. (ALTMAN; PÉREZ-LIÑÁN, 2002).

Para Chaves Neto (2006), o objetivo da Análise Fatorial é descrever, se possível, a estrutura de covariância dos relacionamentos entre muitas variáveis em termos de poucas variáveis aleatórias fundamentais, mas não observáveis (latentes), chamadas FATORES. Assim, o uso da Análise Fatorial é muito útil na redução de dados, pois restringe variáveis  $p$  a um número menor de fatores  $k$  independentes,  $k < p$ .

## 2.1. Estudos correlatos

O estudo de Schlindwein, Cardoso e Shikida (2014) analisa as desigualdades socioeconômicas nos municípios lindeiros do Oeste Paranaense, entre os anos 2000 e 2009. A partir de técnicas de análise multivariada, pelo método dos componentes principais, verifica-se se o indicador de desenvolvimento de tais municípios está aumentando em detrimento dos *royalties* recebidos. Foi observado que o indicador de desenvolvimento dos municípios lindeiros é condizente com a arrecadação dos *royalties*, com exceção de apenas um município.

A pesquisa de Caçador e Monte (2012) estudou os impactos causados pelas participações governamentais nas cidades do estado do Espírito Santo. Utilizou-se um modelo empírico para avaliar se os *royalties* afetaram os indicadores municipais de desenvolvimento. Como resultado, verificou-se que os *royalties* não contribuíram significativamente para a melhoria dos indicadores locais de desenvolvimento.

Postali (2007) avaliou se os *royalties* distribuídos aos municípios brasileiros contribuíram para o crescimento de seus PIBs. Para isso, utilizou-se o estimador de diferenças em diferenças (DD), que consiste em comparar a evolução do PIB per capita nos municípios que recebem *royalties* e os que não recebem. Os dados utilizados em seu trabalho referem-se às taxas de crescimento do PIB per capita municipal antes e depois da aprovação da lei. Como resultado, verificou que os municípios contemplados com *royalties* cresceram menos que os municípios que não receberam tais recursos.

Williams et al. (2000) aplicou a técnica estatística da análise de perfis, para comparar dois grupos de sujeitos através da medida de escores de concentração e memória de curta duração em três tempos diferentes, aonde o terceiro período servia para avaliar o efeito de um certo medicamento aplicado aos dois grupos. Um grupo era constituído com sujeitos com sintomas de depressão profunda e o outro com sujeitos normais para controle. Este problema envolveu os três testes da análise de perfis. Entre as psicopatologias estão: abuso de álcool e drogas, neuroses, etc.

## 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 3.1. Objeto de estudo

O crescimento da arrecadação de *royalties*, aliado ao problema da crescente escassez, característica de diversos recursos não renováveis, tem instigado vários estudos acadêmicos, bem como as discussões na sociedade. O presente trabalho teve como objetivo geral realizar uma investigação sobre as contribuições das receitas extraordinárias, originadas da atividade industrial de petróleo em alguns municípios brasileiros, verificando se elas contribuem para uma melhoria expressiva da qualidade de vida destes municípios.

Como objetivos específicos pretendeu-se:

- a) Identificar na legislação brasileira quais são os critérios para a distribuição dos *royalties*;
- b) Utilizar a técnica estatística multivariada conhecida como Análise de Perfis para que, através de uma coleta de dados junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Agência Nacional do Petróleo - ANP, entre outros, pudesse ser verificado uma distinção entre grupos diferentes, com base em índices, como por exemplo o Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios - IDHM.

Para que o referido objetivo pudesse ser atingido, foi necessária a utilização de técnicas de inferência estatística, particularmente, as de testes de hipóteses, bem como o estudo sobre as aproximações das distribuições de probabilidades que são utilizadas para testar as hipóteses da análise de perfis.

## 3.2. Procedimentos de coleta de dados

### 3.2.1. Levantamento dos dados

A amostra analisada foi composta por 63 (sessenta e três) municípios brasileiros, sendo que 37 (trinta e sete) recebem pagamento das participações governamentais (*royalties* + participações especiais) e 26 (vinte e seis) não recebem esse pagamento. O critério de escolha dos municípios que não recebem *royalties* baseou-se na população. Assim, se escolheu municípios com populações semelhantes àqueles que recebem *royalties* de forma correspondente.

Os dados coletados são referentes às seguintes variáveis:

- **Incidência de pobreza:** É um índice amplamente empregado para avaliar a dimensão da pobreza nos Municípios brasileiros. É obtido como uma contagem do número de pobres, fazendo um percentual em relação à população do município. IBGE (2011).
- **Índice de desenvolvimento humano municipal:** De acordo com Pnud (2013), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano.
- **Índice firjan de desenvolvimento municipal:** O IFDM é um estudo anual do Sistema FIRJAN que acompanha o desenvolvimento de todos os mais de 5 mil Municípios brasileiros em três áreas: Emprego & Renda, Educação e Saúde. Conforme explicitado em Firjan (2014).
- **Índice de desenvolvimento da educação básica:** O IDEB é calculado com base na taxa de rendimento escolar (aprovação e evasão) e no desempenho dos alunos no SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica) e na Prova Brasil, numa escala de zero a dez. Inep (2013).

Para evidenciar uma aplicação prática das técnicas estatísticas da Análise de Perfis, Análise Fatorial e Análise de *Cluster*, elas foram empregadas em um conjunto de dados obtidos através de pesquisas junto ao IBGE (censo 2010), ANP (período entre 2000 e 2013), IDEB (dados de 2011) e Sistema FIRJAN (dados de 2011). A metodologia aqui aplicada segue os seguintes passos:

- I. Aplicação da Análise de Perfis para comparação entre os dois grupos de municípios;
- II. Aplicação da Análise de *Cluster* para comparação de agrupamentos entre os municípios;
- III. Aplicação da Análise Fatorial;
- IV. Comparação entre os três métodos aplicados.

### 3.3. Procedimentos de análise de dados

O banco de dados foi dividido em dois grupos matriciais: uma matriz denominada M1, com os dados dos municípios que receberam *royalties* de petróleo e outra matriz denominada M2, com os dados dos municípios que não receberam *royalties* de petróleo. Essas matrizes foram utilizadas para a comparação dos dados em três testes.

Primeiramente realizou-se o teste de Análise de Perfis, em que foram levantadas as seguintes hipóteses:

- **Hipótese H01:** Hipótese de que os perfis médios dos municípios apresentam tendência similar de variação de seus índices, ou seja, de que os perfis de índices são paralelos.
- **Hipótese H02:** Hipótese de que os índices dos municípios são iguais para todos os grupos. Essa hipótese deve ser conduzida de duas formas, e a forma a ser conduzida depende do resultado da hipótese H01. Se a hipótese de perfis paralelos for aceita, o teste é conduzido testando-se a hipótese de perfis coincidentes entre os grupos, ou seja, hipótese de que os perfis são coincidentes. Se a hipótese de perfis paralelos for rejeitada, testa-se a igualdade de índices entre os grupos individualmente para cada uma das posições.

- **Hipótese  $H_{03}$ :** Hipótese de que os municípios apresentam os mesmos índices dentro de seus grupos, ou seja, todos os municípios que recebem *royalties* de petróleo possuem os mesmos índices? Ou todos os municípios que não recebem *royalties* possuem os mesmos índices? Se a hipótese de perfis paralelos for aceita, o teste é executado como o vetor perfil de média geral, em caso contrário, deve-se fazer o teste individualmente.

Na análise dos dados optou-se por comparar os resultados obtidos pela Análise de Perfis com os resultados obtidos nos métodos de agrupamento. Foram aplicados vários agrupamentos, sendo que o método da ligação completa foi o mais pertinente para o caso em estudo.

Por último, aplicou-se a Análise Fatorial com o objetivo de resumir o número de variáveis originais em um número menor de fatores independentes, o que possibilitou melhor interpretação dos dados.

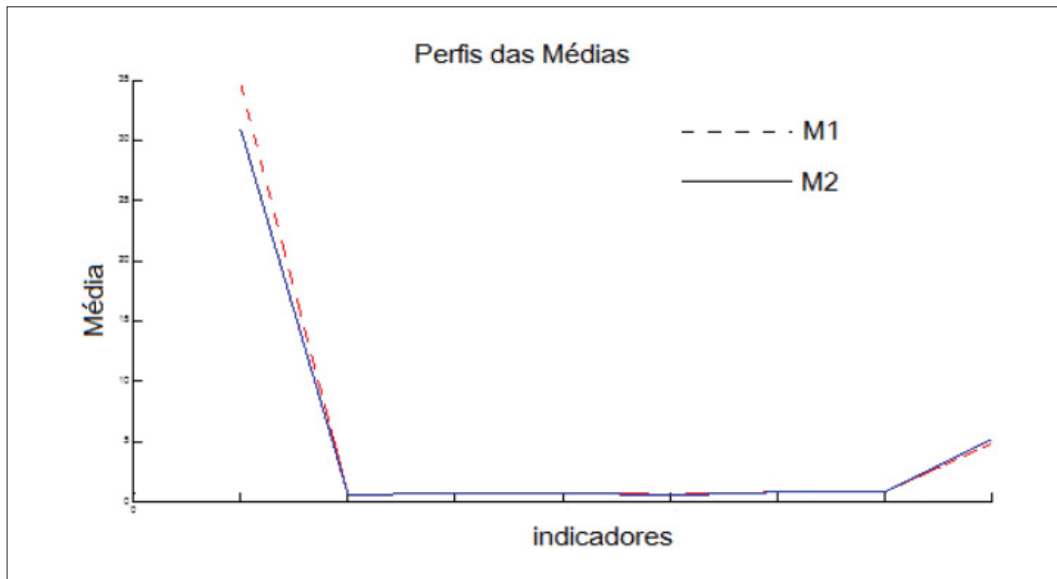
## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análise de perfis

Na análise de perfis foram calculadas as médias dos indicadores dos dois grupos de municípios (M1 e M2) e construiu-se o gráfico com os perfis de média de cada um, o que permitiu uma análise gráfica preliminar do problema. Assim, na Figura 2 é possível verificar a existência de paralelismo entre os dois grupos. Nota-se que os grupos apresentam desempenhos semelhantes com relação aos indicadores analisados.



Figura 2 – Perfis de média dos grupos 1 e 2.



Fonte: Do autor (2014).

Na sequência, foram realizados os três testes de hipóteses. O nível de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$  em todos.

O teste da hipótese nula  $H_{01}$ : perfis paralelos forneceu as estatísticas  $T^2 = 7,4613$  e  $C^2 = 16,9351$  e como  $T^2 < c^2$ , aceita-se a hipótese. Portanto, os perfis dos grupos são paralelos.

Então, devido à hipótese de paralelismo ( $H_{01}$ ) entre os dois grupos ter sido aceita, testou-se a hipótese nula  $H_{02}$ : perfis são coincidentes. Ou seja, os índices dos municípios são iguais para todos os grupos. O teste forneceu a estatística  $T^2 = 1,3288$ . E, com  $F_1 = 3,9985$  tem-se  $T^2 < F$ . Aceita-se a hipótese. Logo, os perfis são coincidentes.

Como última etapa da análise de perfis, testou-se a hipótese de que para o  $j$ -ésimo município os índices de desenvolvimento eram iguais.

$T_{03} = 7.6906e+03$  e  $F_{03} = 2.1813$  hipótese  $H_{03}$  Rejeitada: Perfis dos grupos não são coincidentes entre si.

Como conclusão das hipóteses testadas acima, podemos constatar que os dois grupos de municípios, o grupo M1, no qual encontram-se os municípios que recebem *royalties* de petróleo e os grupo M2, no qual encontram-se os municípios que não recebem *royalties* de petróleo, apresentam perfis paralelos e coincidentes, pois  $H_{01}$  e  $H_{02}$  foram aceitas. Porém, dentro dos grupos os perfis não são iguais, visto que  $H_{03}$  foi rejeitada. Podemos assim afirmar que não há uma diferença evidente quando comparados os perfis dos índices de desenvolvimento dos municípios que recebem os *royalties* com os perfis dos índices de desenvolvimento dos municípios que não recebem *royalties*.

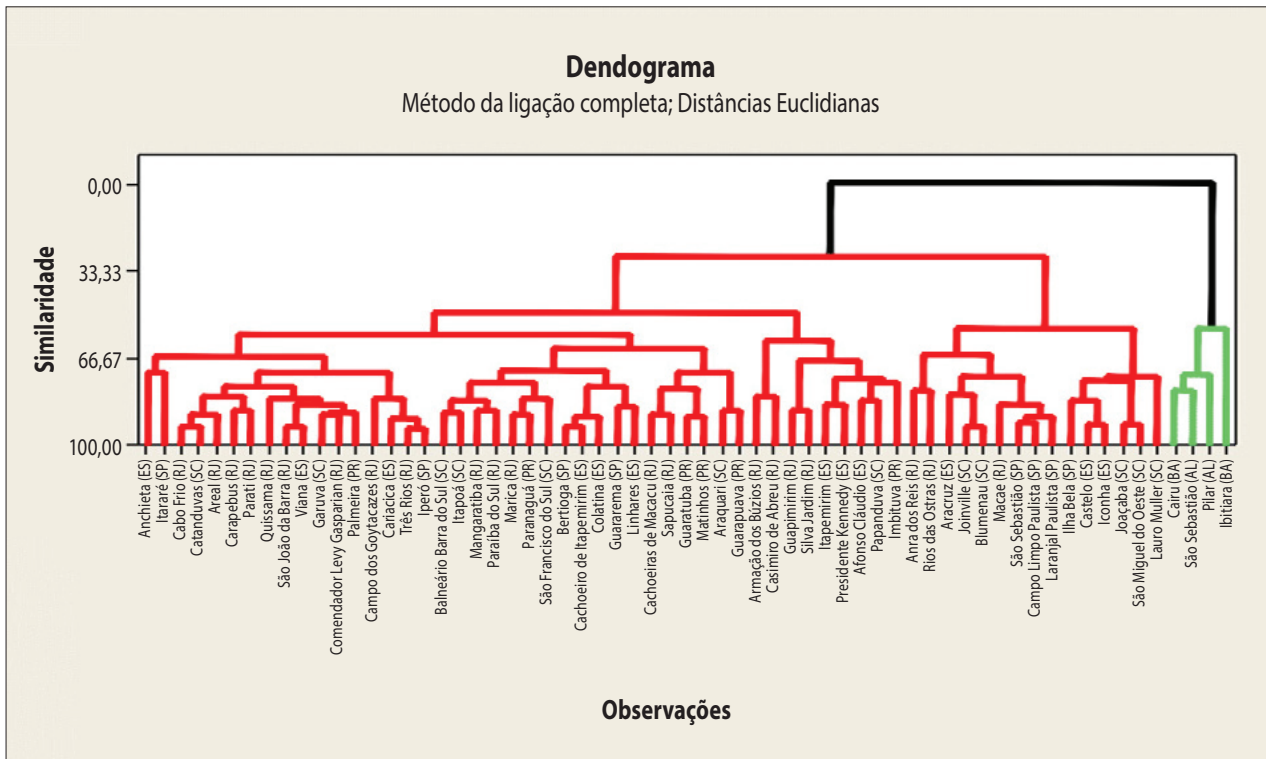
## 4.2. Análise de *cluster*

Para este método, foram utilizadas todas as variáveis consideradas na aplicação da análise de perfis para fazer os agrupamentos dos municípios, sendo realizados, a partir de então, os testes para a verificação de agrupamentos.

Pelo método da ligação completa, foram utilizadas as distâncias euclidianas, ficando os municípios divididos em dois grupos. Na comparação dos “*clusters*” obtidos pelos métodos citados anteriormente, mostramos que as soluções de agrupamento foram muito parecidas, porém em nenhum método houve a separação completa entre municípios que recebem *royalties* e os municípios que não recebem esse incentivo fiscal.

Portanto considerou-se a Figura 3 como a solução final de agrupamentos mais pertinente, pois dentre todos os métodos utilizados foi o que proporcionou o maior equilíbrio entre as quantidades de municípios nos grupos. Porém, mesmo assim não foi o suficiente para dividir em dois grupos específicos de municípios contemplados ou não contemplados pelos *royalties*.

Figura 3 – Método da ligação completa (*complete linkage*).



Fonte: Do autor (2014).

Dessa forma, conclui-se que os resultados apresentados demonstram que a análise de *cluster* foi capaz de agrupar os municípios em dois grupos (*clusters*), porém os dois grupos ficaram com quantidades de municípios desiguais, não sendo possível a distinção entre eles quando comparados em relação ao recebimento de *royalties* do petróleo.

### 4.3. Análise fatorial

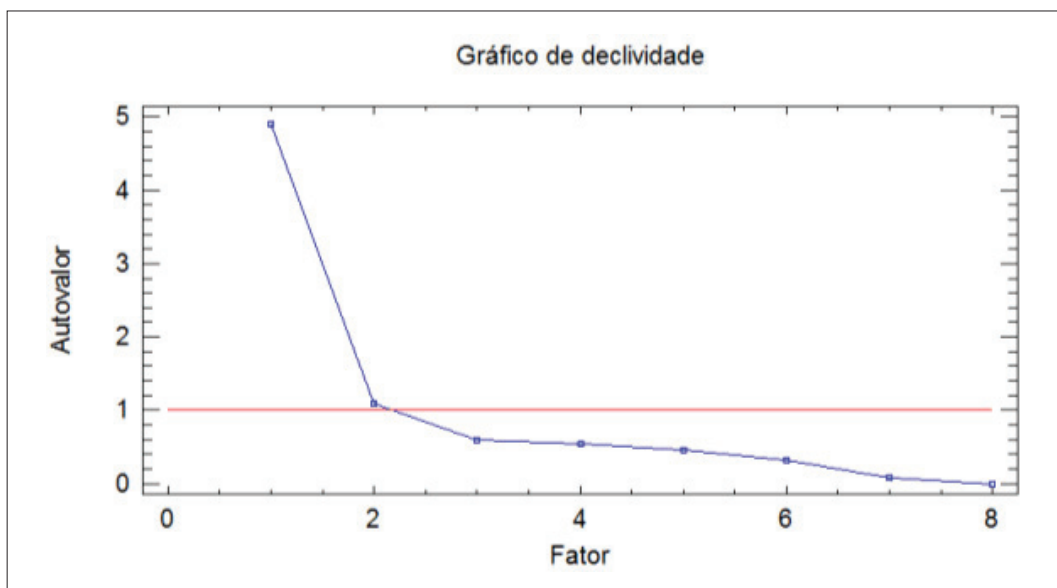
Para essa análise utilizou-se do *software* estatística Statgraphics Centurion XV. Os dados foram devidamente organizados em colunas, cada uma delas representando uma variável analisada em questão.

Segundo Mingoti (2005) para a seleção do número de fatores ( $m$ ) pode-se utilizar os critérios:

- **Autovalores:** a quantidade sugerida de fatores ( $m$ ) será igual ao número de autovalores maiores ou igual a 1 (Critério de Kaiser). Esse critério mantém no sistema dimensões que representam pelo menos a informação de variância de uma variável original.

Para os dados em análise, o valor de  $m$  foi igual a 2. A Figura 4 apresenta os valores dos autovalores da matriz de correlação relacionando-os com a quantidade de fatores sugeridas pelo critério de Kaiser.

Figura 4 – Autovalores da matriz correlação.



Fonte: Do autor (2014).

- **Análise da proporção da variância total:** permanecem aqueles que representam maiores proporções da variância total e, portanto, m será igual ao número de autovalores retidos. Malhotra (2001) recomenda que o número de fatores escolhidos corresponda a, no mínimo, 60% da variância.

Considerando-se as 8 (oito) variáveis e analisando-se os resultados obtidos verificou-se que o 1º e o 2º autovalores são maiores do que 1 e explicam 74,95% da variabilidade dos dados originais, superando assim a quantidade mínima de 60%. O Quadro 1 apresenta o número de valores com suas respectivas porcentagens de variâncias explicadas.

Quadro 1 – Autovalores e variância explicada % (63 variáveis).

NÚMERO DE FATORES	$\lambda$ AUTOVALORES	VARIÂNCIA EXPLICADA (%)	VARIÂNCIA EXPLICADA ACUMULADA (%)
1	4,90441	61,305	61,305
2	1,0918	13,648	74,953
3	0,601358	7,517	82,470
4	0,543134	6,789	89,259
5	0,458348	5,729	94,988
6	0,326146	4,077	99,065
7	0,0748077	0,935	100,000
8	9,52224E-8	0,000	100,000

Fonte: Do autor (2014).

No Quadro 2, verifica-se o resultado dos Carregamentos fatoriais, sendo que os valores destacados possuem uma significância maior do que 0,7. Vale ressaltar que para o teste em questão foi utilizada a rotação *Varimax*.

Quadro 2 – Carregamentos fatoriais.

VARIÁVEIS	FATOR 1	FATOR 2
Incidência da Pobreza _%_	<b>-0,745242</b>	-0,110979
IDHM_2000	<b>0,809627</b>	0,413689
IDHM_2010	<b>0,717086</b>	0,461713
IFDM	0,521413	<b>0,830699</b>
EMPREGO_RENDA	0,0782471	<b>0,973728</b>
EDUCAÇÃO	<b>0,831526</b>	0,195904
SAÚDE	<b>0,668185</b>	0,324922
IDEB 2011	<b>0,815202</b>	0,108916

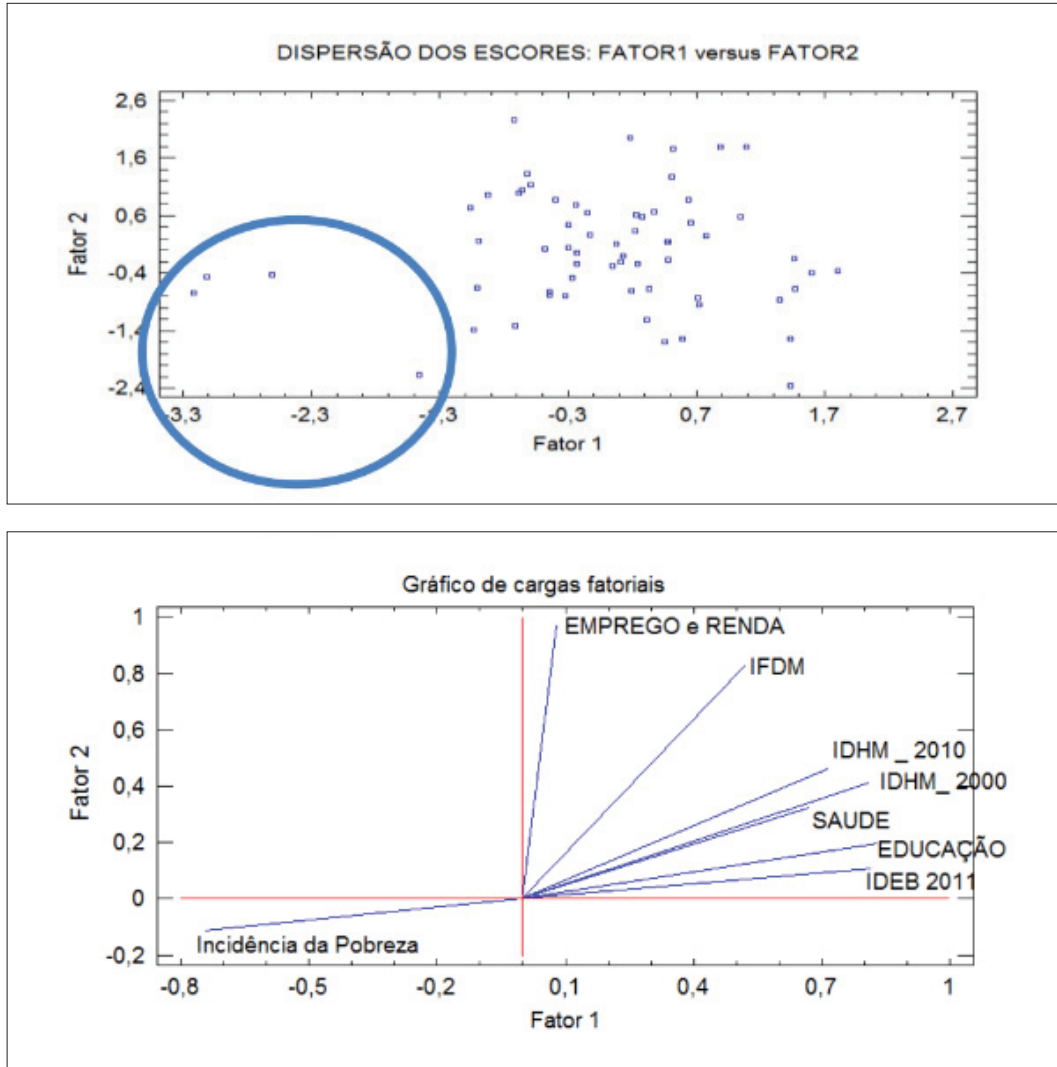
Fonte: Do autor (2014).

Observa-se no Quadro 2 que as cargas fatoriais são as correlações entre as variáveis originais e os fatores. Esse é um dos pontos principais da análise fatorial, pois quanto maior a carga fatorial, maior será a correlação com um determinado fator. Nota-se que a variável “Incidência da Pobreza” possui uma carga fatorial negativa, o que indica um impacto inverso no fator. Assim, com relação aos resultados mostrados, as dimensões ficaram:

O fator 1 agrega as variáveis Incidência da Pobreza, IDHM-2000, IDHM-2010, Educação, Saúde e IDEB-2011. O fator 2 agrupou as variáveis IFDM e Emprego & Renda.

Uma melhor visualização dos resultados apresentados acima pode ser verificada na Figura 5, que explicita as duas primeiras componentes principais, nas quais temos fator 1 versus fator 2 e como ficou a relação entre os pesos dos fatores.

Figura 5 – Dispersão dos escores e pesos dos fatores: fator 1 versus fator 2: rotação varimax.



Fonte: Do autor (2014).



Observa-se na Figura acima, fica visível a distinção entre os dois fatores, pois o mesmo apresenta grupos distintos. O grupo em destaque no gráfico é composto pelos Municípios de Pilar (AL), Cairu (BA), São Sebastião (AL) e Ibitiara (BA).

É notória a semelhança nos resultados obtidos pela análise fatorial dos resultados obtidos na análise de *Cluster*, ficando evidente que não existe uma diferença entre os grupos de municípios que recebem as participações governamentais, como *royalties* e participações especiais, com os municípios que não recebem esse benefício financeiro.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição dos *royalties* petrolíferos entre os municípios brasileiros é uma questão debatida há alguns anos no Brasil. Uma justificativa para isso é a importância histórica do petróleo no cenário nacional, cabendo também ressaltar o crescimento das rendas petrolíferas nas últimas décadas.

A importância econômica que os *royalties* representam fez com que o seu repasse assumisse maiores proporções. Aliado a isso, pode-se observar um critério de distribuição dos *royalties* que gera uma série de divergências entre os beneficiados e os não beneficiados, sendo estes últimos a extrema maioria.

A Estatística Multivariada consiste em uma poderosa ferramenta na análise de dados, pois se trata de métodos estatísticos que permitem analisar simultaneamente um grande número de variáveis. As diversas técnicas de estatística multivariada têm a finalidade de simplificar ou facilitar a interpretação do fenômeno estudado e o seu desenvolvimento tem possibilitado o estudo de diversos fenômenos, sendo cada vez mais complexos. Estas podem ser empregadas com o intuito de se construir índices ou variáveis alternativas e grupos de elementos amostrais, analisar as relações de dependência das variáveis e comparar as populações, o que é facilitado atualmente pelo avanço tecnológico.

Por outro lado, é importante salientar que a esfera pública tem suas responsabilidades e obrigações. Aqueles que receberam a tarefa de administrar um município, ainda que temporariamente, precisam ter a noção de que a gestão dos recursos públicos não é simplesmente a gestão eficaz de números e a cuidadosa atenção à execução orçamentária como um todo. Uma boa gestão deve focar na população e tentar fornecer a ela um alto nível da qualidade de vida.

Tendo isso em vista, o presente estudo buscou encontrar métodos estatísticos que demonstrassem diferenças entre municípios contemplados pelos *royalties* e os municípios não contemplados, por meio de um número significativo de variáveis. As três técnicas utilizadas possuem, cada uma, extrema importância para a análise dos dados na situação problema descrita neste estudo, porém ao utilizarmos os métodos como complemento, podemos nos assegurar com relação aos resultados.

Sendo assim, conclui-se que com a Análise de Perfil, apesar de ter encontrado grandes dificuldades em se compreender e aplicar a metodologia estatística na forma em que se apresenta nas principais fontes bibliográficas disponíveis, foi possível desenvolver, com o auxílio do *software Matlab* uma sequência algébrica e matricial de operações em que foi possível testar as três hipóteses pertinentes ao método, sendo que se chegou a conclusão da não existência de diferenças entre os dois grupos de municípios, logo não podemos assegurar que há uma relação entre o recebimento das participações especiais com altos índices de desenvolvimento municipal.

A técnica de análise de agrupamentos (*cluster*) teve como objetivo a identificação das variáveis pertencentes ao mesmo grupo, ou seja, quais variáveis apresentam maiores similaridades. Foi observado neste estudo, em todos os métodos aplicados, um agrupamento em que não se distinguiu municípios recebedores de *royalties* de municípios que não receberam *royalties*.

A técnica de análise fatorial foi utilizada na tentativa de reduzir um grande número de variáveis para um número mais significativo, que neste estudo foi reduzido a dois fatores, nos quais foi possível verificar que os agrupamentos formados pela análise fatorial foram semelhantes aos formados na análise de agrupamentos.

Verificou-se que os agrupamentos e escores fornecidos pela análise de *Cluster* e pela Análise Fatorial, respectivamente, podem servir como instrumentos de extrema importância para administradores municipais, podendo servir como forma de direcionar os investimentos, proporcionando maior eficiência nos gastos públicos.

## REFERÊNCIAS

- ALTMAN, D.; PÉREZ-LIÑÁN, A. Assessing the quality of democracy: Freedom, competitiveness and participation in eighteen Latin American countries. *Democratization*, v. 9, n. 2, p. 85-100, 2002.
- ANP –AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Guia dos Royalties do Petróleo e do gás natural**. Hamilton Barbosa (Coord). Rio de Janeiro: ANP, 2001.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP, 2011). **Estatísticas de produção de petróleo e gás natural e de participações governamentais no Brasil e no Espírito Santo**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2011.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p.
- BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E.; ANDRADE, D.F. **Introdução à análise de agrupamentos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990.
- CHAVES NETO, A. **Probabilidade e estatística aplicada**: Notas de aula. Departamento de Estatística, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <[www.ccta.ufcg.edu.br/admin.files.action.php?action=download&id=2622](http://www.ccta.ufcg.edu.br/admin.files.action.php?action=download&id=2622)>. Acesso em: 30 jun. 2011.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. **Estudos Técnicos CNM / Brasília**: CNM, 2010.
- FERREIRA, L. P. O Diálogo entre o Direito do Petróleo e o Direito do Desenvolvimento. *Revista da Escola de Guerra Naval*, n. 16, p. 61-94, 2010.
- FIRJAN, 2010. **Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal**. Notas metodológicas. Disponível em: <<http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE9215B0DC4012164980B735B53.htm>>. Acesso em: 28 out. 2010.
- FREED A. M.; LIN, J. Delayed triggering of the 1999 Hector Mine earthquake by viscoelastic stress transfer, *Nature*, v. 411, p.180–183, 2001.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise Multivariada de Dados**. A. S. Sant'Anna & A. C. Neto (Trad.). Porto Alegre: Bookman, 2005.

HARRAR, S. W.; XU, J. Asymptotic expansion of the null distributions of test statistics for profile analysis under general conditions. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIVARIATE STATISTICAL MODELLING AND HIGH DIMENSIONAL DATA MINING. **Anais...** Kayseri, Turkey: 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: 2011. 151 p. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores\\_sociais\\_municipais/indicadores\\_sociais\\_municipais.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores_sociais_municipais/indicadores_sociais_municipais.pdf)>. Acesso em: 07 fev. 2013.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.

JONES, N. C.; PEVZNER, P. A. **An Introduction to Bioinformatics Algorithms**, MIT Press, Cambridge MA, 435 p., 2004.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Editora UFMG, 2005. Belo Horizonte.

MITRA, S.; ACHARYA, T. **Data Mining: Multimedia, Soft Computing and Bioinformatics**, J. Wiley, 424 p., 2003.

MORRISON, D. F. **Multivariate statistical methods**. New York: McGraw-Hill, 1976.

OKAMOTO, N.; MIURA, N.; SEO, T. On the distributions of some test statistics for profile analysis in elliptical populations, **Management Science**, v. 26, p. 1-31, 2006.

PIQUET, R. **Petróleo, royalties e região**. Rio de Janeiro: Garamond, 2003.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (PNUD), **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>>. Acesso em: 02 ago.2013.

RENCHER, A. C.; CHRISTENSEN W. F. **Methods of Multivariate Analysis**. New York: John Wiley & Sons, 2007.

SERRA, R.V. Desdobramento espacial da exploração e produção de petróleo no Brasil: em busca de um nexa para a distribuição dos royalties entre os Municípios. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 10, 2003. **Anais...** Belo Horizonte, MG: 2003.

STANTON, H. C.; REYNOLDS, C. R. Configural frequency analysis as a method of determining Wechsler profile types. **School Psychology Quarterly**, v. 15, p. 434-448, 2001.

TABACHNICK, B.; FIDELL, L. **Using multivariate analysis**. Needham Heights: Allyn & Bacon, 2007.

TEIXEIRA, A. **Censo Escolar da Educação Básica 2013: resumo técnico**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília: O Instituto, 2014. 39 p.

WILLIAMS, R. A.; HAGERTY, B. M.; CIMPRICH, B.; THERRIEN, B.; BAY, E.; OE, H. Changes in direct attention and short-term memory in depression. **Journal Psychiatric Research**, v. 34, p. 227-238, 2000.