APLICAÇÃO DA TEORIA DOS CONJUNTOS *FUZZY* NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: UMA ANÁLISE DA GERAÇÃO DE MASSA SALARIAL DA INDÚSTRIA EM 2006.

Guilherme Luis Nilson Pinto de Carvalho
Doutorando em Economia – UFF
Jorge Nogueira de Paiva Britto
Programa de Pós-graduação em Economia– UFF
Júlio Cesar Albuquerque Bastos
Doutorando em Economia – UFF
Kleber Pacheco de Castro
Doutorando em Economia – UFF
Renata R. Del-Vecchio
Programa de Pós-graduação em Economia – Instituto de Matemática – UFF
renata@vm.uff.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a realidade industrial do Estado do Rio de Janeiro em 2006, através das diferentes atividades industriais relevantes nos municípios e explicando, por meio de um arranjo próprio, a distribuição espacial das atividades industriais listadas. Para tal análise faremos uso da teoria dos conjuntos *fuzzy*. Construiremos dois índices para classificar os municípios de acordo com sua importância no panorama destas atividades: um primeiro índice contemplando a diversidade de atividades do município; e um outro privilegiando a atividade principal no município. Cada um destes índices reflete um ponto de vista distinto da discussão teórica entre diversidade e especificidade de atividades. Obtemos então uma classificação dos municípios que nos permite gerar um mapa da distribuição de atividades no estado.

ABSTRACT

This work has as main objective to assess the reality of the State of Rio de Janeiro in 2006, through various industrial activities in the relevant municipalities and explaining, through an array itself, the spatial distribution of industrial activities listed. For this analysis we use the theory of fuzzy sets. Build two indexes to classify cities according to their importance in view of these activities: a first index covering the diversity of activities the city and another favoring the main activity in the city. Each of these indices reflects a distinctive point of view of theoretical discussion of diversity and specificity of activities. Then we obtain a ranking of cities that allows us to generate a map of the distribution of activities in the state.

1 - Introdução

De acordo com estudos e mapeamentos dos arranjos produtivos no Estado do Rio de Janeiro, como em Britto (2005), é possível perceber rapidamente a grande diversidade de atividades produtivas, de características da produção e do grau de concentração geográfico dessas atividades. Ainda que seja estabelecido algum padrão de comparação entre as indústrias, é quase impossível determinar se esse padrão não irá ignorar alguns fatores importantes que merecem ser levados em consideração. As conclusões normalmente são resultados das avaliações de determinados critérios específicos, como produção e índices de qualidade e competitividade dentro de um mesmo setor produtivo, sem que se defina, ao menos, uma característica comum que permita uma análise inter setorial. Faz-se necessário, portanto, quantificar os resultados por meio de um índice que seja possível determinar o padrão de comparação inter setorial, sem deixar de levar em consideração o peso relativo de cada setor.

O trabalho tem como objetivo avaliar a realidade industrial do Estado do Rio de Janeiro no ano de 2006, gerando um panorama da concentração das diferentes atividades industriais relevantes dos municípios e explicando, por meio de um arranjo próprio, a distribuição espacial das atividades industriais que foram consideradas neste estudo. Os resultados esperados não pretendem, inicialmente, diagnosticar as propriedades, defeitos e virtudes de cada setor produtivo presente na pesquisa. Em outras palavras, não se pretende justificar o desenvolvimento ou subdesenvolvimento da indústria no Estado. Assim, o estudo se concentra em torno do esforço de aplicação de um método cujo resultado fornecerá um mapa da participação das indústrias na massa salarial e, consequentemente, da desigualdade da indústria no Estado do Rio de Janeiro. Para tal fim, utiliza-se como metodologia a teoria dos conjuntos *fuzzy* (TCF).

2 – Metodologia

A TCF foi desenvolvida por Zadeh (1965) para quantificar noções imprecisas ou vagas. A teoria dos conjuntos clássica é dicotômica, isto é, dados um elemento e um conjunto, só existem duas possibilidades: ou o elemento pertence ou não pertence ao conjunto. Quando o conjunto é definido por uma propriedade que reflete alguma imprecisão, substitui-se essa dualidade (pertence ou não pertence) por um grau de pertinência do elemento ao conjunto *fuzzy*. Nesse estudo, utiliza-se a TCF para a avaliação da quantificação da riqueza de cada município por meio da geração de massa salarial na indústria, construção civil e serviços públicos, como uma ferramenta de auxílio na tomada de decisão, conforme Bellman (1970).

2.1 – Adaptando a metodologia à realidade industrial

Normalmente, para se comparar o desempenho de diversos municípios, dadas as suas diversas atividades, utilizam-se índices de competitividade, qualidade do produto, receitas, despesas, lucros, enfim, toda uma gama de fatores diretamente ligados ao dia-a-dia da produção. No entanto, quando se expande a análise para comparar municípios cuja base produtiva possui diferentes indústrias de diferentes setores, a dificuldade aumenta. Dificilmente é possível comparar os resultados de uma indústria de extração de petróleo com uma indústria de roupas e vestuários, por exemplo, pois os resultados são sempre redundantes e não revelam o verdadeiro grau de desigualdade envolvido nessa análise. Como exemplo, pode-se tomar as características da indústria do setor extrativo mineral: receitas exorbitantes; funcionamento em um ambiente praticamente sem concorrência; os produtos são cotados em dólar; as receitas são resultado de uma atividade extrativa que difere de outras em produtividade; geralmente não há demanda sazonal; existe imensa quantidade instalada de máquinas e equipamentos; depende de grande capacidade logística para o escoamento da produção; gera grandes receitas em *royalties* e impostos; cria grande demanda por produtos e serviços terceirizados; demanda trabalho especializado; e tem grande capacidade de financiamento e investimento. Por outro lado, a indústria do setor têxtil: gera receitas mais modestas; trabalha em um ambiente de grande concorrência; depende essencialmente de alta produtividade; não necessita de grande capacidade instalada; boa parte da sua produção vem de micro e pequenas empresas, algumas com estrutura

familiar; não necessita de grande capacidade de financiamento, já que pode se desenvolver por meio de linhas de micro-crédito; alguns de seus produtos são sazonais; e gera empregos com baixo nível de especialização. Uma vez que não é possível comparar indústrias de setores diferentes por meio das propostas convencionais, é preciso se verificar a possibilidade de comparar atividades distintas, diminuindo a quantidade de nuances envolvidas nos diversos setores da indústria. De fato, ao olharmos para os dois setores de atividade das indústrias citados as características descritas não desaparecem, mas ficam mascaradas pela agregação dos valores de cada uma dessas indústrias de seu respectivo setor de atividade. Assim, duas características comuns a todas as industriais surgem dessa agregação: número de empregos gerados por setor e salário médio dos setores analisados.

2.2 – Atividades (indicadores) selecionadas

Foram consideradas como relevantes as atividades industriais que produziram massa salarial, seja qual for o montante, de acordo com a metodologia IBGE. Os dados selecionados para a construção dos índices *fuzzy* industriais foram extraídos da RAIS ano 2006. Dessa forma, lista-se a seguir os 14 setores industriais e o setor de serviços industriais de utilidade pública, que geraram massa salarial em 2006: indústria extrativa mineral; indústria de produtos minerais não metálicos; indústria metalúrgica; indústria mecânica; indústria do material elétrico e de comunicações; indústria do material de transporte; indústria da madeira e do mobiliário; indústria do papel, papelão, editorial e gráfica; indústria da borracha, fumo, couros, peles, similares, ind. diversas; indústria química de produtos farmacêuticos, veterinários e perfumaria; indústria têxtil do vestuário e artefatos de tecidos; indústria de calçados; indústria de produtos alimentícios, bebidas e álcool etílico; construção civil; serviços industriais de utilidade pública.

2.3 – O recorte geográfico: as regiões de interesse

Como o objeto de estudo é o Estado do Rio de Janeiro, é imprescindível que a distribuição dos índices respeite uma classificação consagrada em termos de distribuição espacial. A opção da metodologia é a do SEBRAE/Fundação CIDE, pois divide o Estado do Rio de Janeiro em 8 regiões distintas, com algum grau de semelhança entre os municípios em suas atividades econômicas dominantes: Região Metropolitana; Região Serrana; Região das Baixadas Litorâneas; Região da Costa Verde; Região Noroeste Fluminense; Região Médio Paraíba; Região Centro-Sul Fluminense; e Região Norte Fluminense. A Região Metropolitana é composta pelos municípios do Rio de Janeiro, São Gonçalo, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Niterói, São João de Meriti, Belford Roxo, Magé, Itaboraí, Mesquita, Nilópolis, Queimados, Japeri, Seropédica, Paracambi, Guapimirim e Tanguá. A Região Serrana é composta pelos municípios de Petrópolis, Bom Jardim, Cantagalo, Carmo, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena, São José do Vale do Rio Preto, São Sebastião do Alto, Sumidouro, Teresópolis e Trajano de Morais. A Região das Baixadas Litorâneas é composta pelos municípios de Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Maricá, Rio Bonito, Rio das Ostras, São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim. A Região da Costa Verde é composta pelos municípios de Angra dos Reis, Itaguaí, Mangaratiba e Parati. A Região Noroeste Fluminense é composta pelos municípios de Aperibé, Bom Jesus do Itabapoana, Cambuci, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José do Ubá e Varre-Sai. A Região do Médio Paraíba é composta pelos municípios de Barra do Piraí, Barra Mansa, Itatiaia, Pinheiral, Piraí, Porto Real, Quatis, Resende, Rio Claro, Rio das Flores, Valença e Volta Redonda. A Região Centro-Sul Fluminense é composta pelos municípios de Areal, Comendador Levy Gasparian, Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes, Miguel Pereira, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Sapucaia, Três Rios e Vassouras. A Região Norte Fluminense é composta pelos municípios de Campos dos Goytacazes, Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidélis e São Francisco de Itabapoana.

2.4 – Os pesos exigidos para a construção de um índice agregado para cada município

Ao multiplicarmos o número de trabalhadores empregados em determinado ano pelo salário médio do trabalhador no mesmo ano, temos o que chamamos de “massa salarial”: Massa salarial = número de empregados x salário médio. Restringindo o cálculo para determinado setor

industrial, multiplicamos o número de empregados naquela atividade pelo salário médio daquele empregado e conseguimos a massa salarial gerada por aquele setor industrial específico. Supondo o setor Y, temos: Massa salarial (Y) = número de trabalhadores (Y) x salário médio (Y). Partindo do total da massa salarial gerada pelas 14 atividades industriais e os serviços industriais de utilidade pública listados, tomam-se os percentuais representativos de cada atividade específica. Normalmente a escolha dos pesos é subjetiva e cabe ao pesquisador definir quais as variáveis de interesse e qual participação cada uma delas tem na composição do índice. No entanto, neste estudo tenta-se eliminar essa deficiência definindo uma variável endógena com o objetivo de produzir um índice sem interferência intuitiva do pesquisador. Fazendo-se o cálculo para cada um dos setores industriais propostos, somando todos e dividindo o valor de determinado setor pelo total encontrado, temos a participação desse setor no total gerado pela indústria: % participação do setor = Massa salarial do setor ÷ soma da massa salarial de todos os setores.

Tabela 1 - Participação das atividades na geração de massa salarial total no Estado do Rio de Janeiro em 2006		
IND. EXTRATIVA MINERAL	R$ 234.439.323,14	24,27%
IND. MINERAIS NÃO METÁLICOS	18.529.823,69	1,92%
IND. METALÚRGICA	69.903.403,91	7,24%
IND. MECÂNICA	35.871.207,03	3,71%
IND. ELET E COMUM	6.697.172,83	0,69%
IND. MAT. DE TRANSPORTE	59.672.558,59	6,18%
IND. MAD E MOBILIÁRIO	6.450.778,14	0,67%
IND. DE PAPEL E GRAF.	43.654.916,13	4,52%
BORRACHA FUMO COUROS	30.399.019,81	3,15%
IND. QUIMICA	98.022.766,09	10,15%
IND. TÊXTIL	32.508.424,36	3,37%
IND. DE CALCADOS	637.570,14	0,07%
ALIMENTÍCIA E BEBIDAS	60.022.860,64	6,21%
SERVIÇOS DE UTIL. PÚBLICA	101.785.637,45	10,54%
CONSTRUÇÃO CIVIL	167.277.593,83	17,32%
Total REM MED (R$)	965.873.055,78	100,00%

Fonte: RAIS 2006. Elaboração própria

Os percentuais de cada setor em relação ao total representam os pesos exigidos para construção do índice agregado de cada município, que permite comparar a desigualdade entre os setores.

2.5 – O Cálculo dos índices *fuzzy* de cada município por atividade.

A construção e o cálculo dos índices *fuzzy* foram feitas por meio da massa salarial produzida por cada uma das 15 atividades em cada um dos 92 municípios do Estado. Para tanto, utilizou-se a seguinte fórmula: $x_{i,j} = \frac{N_j - Min_j}{Max_j - Min_j}$ (1) , onde: $x_{i,j}$ é o valor do índice *fuzzy* para a atividade industrial (j) calculado por município (i); N_j representa o valor observado da massa salarial da atividade industrial (j) para o município (i); Min_j representa o valor mínimo da massa salarial dentre as 15 atividades industriais dentre todos os 92 municípios do Estado; Max_j representa o valor máximo da massa salarial dentre as 15 atividades dentre todos os 92 municípios do Estado. Cria-se, portanto, um índice relativo capaz de mostrar de maneira simples e clara a atividade dominante no município em termos de geração de massa salarial ($x_{i,j}$ = 1) e as não presentes, que em economia industrial dá-se o nome de "vazios industriais" ($x_{i,j}$ = 0). Por exemplo, conforme tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Massa salarial por Atividade - Rio de Janeiro - 2006	
IND. EXTRATIVA MINERAL	R$ 105.088.130,23
IND. MINERAIS NÃO METÁLICOS	7.161.559,62

IND. METALÚRGICA	19.962.166,50
IND. MECÂNICA	21.003.862,26
IND. ELET E COMUM	6.156.341,97
IND. MAT. DE TRANSPORTE	12.207.687,38
IND. MAD E MOBILIÁRIO	2.083.745,40
IND. DE PAPEL E GRAF.	33.763.452,69
BORRACHA FUMO COUROS	22.803.075,57
IND. QUIMICA	50.555.740,36
IND. TÊXTIL	13.158.900,62
IND. DE CALCADOS	440.937,16
ALIMENTÍCIA E BEBIDAS	31.294.725,61
SERVIÇOS DE UTIL. PÚBLICA	73.808.948,75
CONSTRUÇÃO CIVIL	88.656.134,93
Total REM MED (R$)	488.145.409,05

Fonte: RAIS 2006. Elaboração própria

Com exceção da atividade "Indústria de alimentos e bebidas" cujo valor mínimo dentre os 92 municípios corresponde à R$ 785,16 de massa salarial referente ao município de Aperibé, todas as outras atividades possuem vazios industriais e conseqüentemente têm valor mínimo igual a 0 (zero):

Já os valores máximos referentes a cada uma das 15 atividades nos 92 municípios estão listados a seguir:

Tabela 3 - Valores máximos de geração de massa salarial das 15 atividades em relação aos 92 municípios – 2006	
IND. EXTRATIVA MINERAL	R$116,897,838.33 (Macaé)
IND. MINERAIS NÃO METÁLICOS	7,161,559.62 (Rio de Janeiro)
IND. METALÚRGICA	20,901,749.26 (Volta Redonda)
IND. MECÂNICA	21,003,862.26 (Rio de janeiro)
IND. ELET. E COMUN.	6,156,341.97 (Rio de Janeiro)
IND. MAT. DE TRANSPORTE	15,288,348.20 (Niterói)
IND. MAD. E MOBILIÁRIO	2,083,745.40 Rio de Janeiro)
IND. DE PAPEL E GRAF.	33,763,452.69 (Rio de Janeiro)
BORRACHA FUMO COUROS	22,803,075.57 (Rio de Janeiro)
IND. QUIMICA	50,555,740.36 (Rio de Janeiro)
IND. TÊXTIL	13,158,900.62 (Rio de Janeiro)
IND. DE CALCADOS	440,937.16 (Rio de Janeiro)
ALIMENTÍCIA E BEBIDAS	31,294,725.61 (Rio de Janeiro)
SERVIÇOS DE UTIL. PÚBLICA	73,808,948.75 (Rio de Janeiro)
CONSTRUÇÃO CIVIL	88,656,134.93 (Rio de Janeiro)

Fonte: RAIS 2006. Elaboração própria

Temos como resultado, portanto, os índices *fuzzy* ($x_{i,j}$) para cada atividade no município do Rio de janeiro:

Tabela 4 - Massa salarial por Atividade - Rio de Janeiro – 2006 (em R$)		*Fuzzy* por atividade no município do Rio de Janeiro
IND. EXTRATIVA MINERAL	R$ 105.088.130,23	0,898974
IND. MINERAIS NÃO METÁLICOS	7.161.559,62	1,000000
IND. METALÚRGICA	19.962.166,50	0,955048
IND. MECÂNICA	21.003.862,26	1,000000
IND. ELET E COMUM	6.156.341,97	1,000000

IND. MAT. DE TRANSPORTE	12.207.687,38	0,798496
IND. MAD E MOBILIÁRIO	2.083.745,40	1,000000
IND. DE PAPEL E GRAF.	33.763.452,69	1,000000
BORRACHA FUMO COUROS	22.803.075,57	1,000000
IND. QUIMICA	50.555.740,36	1,000000
IND. TÊXTIL	13.158.900,62	1,000000
IND. DE CALCADOS	440.937,16	1,000000
ALIMENTÍCIA E BEBIDAS	31.294.725,61	1,000000
SERVIÇOS DE UTIL. PÚBLICA	73.808.948,75	1,000000
CONSTRUÇÃO CIVIL	88.656.134,93	1,000000
Total REM MED	488.145.409,05	

Fonte: RAIS 2006. Elaboração própria

2.5.1. Índice total - diversificação

Como já foi dito anteriormente, o objetivo é a construção de dois índices para os municípios. O primeiro é um índice que pretende refletir a diversidade das atividades e o segundo dá ênfase na atividade principal do município, ponderada pelo seu peso. O primeiro índice é a média dos índices *fuzzy* das 15 atividades industriais listadas, ponderada pelos respectivos pesos atribuídos a essas atividades pela capacidade de geração de massa salarial observada em todo o Estado do Rio de Janeiro, como na fórmula a seguir: $\mu_i = \sum_{j=1}^{n} x_{i,j} w_j$ (2), com 1 < j < 15 e 1 < i < 92 , onde: μ_i é o índice *fuzzy* diversificado do município que leva em consideração todas as 15 atividades; $x_{i,j}$ é o valor do índice *fuzzy* para a atividade j calculado para o município i; w_j é o peso da atividade j na geração de massa salarial do Estado (dados pela tabela 1). Ao basear os pesos relativos na participação de cada setor no total da massa salarial produzida pela indústria, a idéia é a de que municípios com um índice *fuzzy* baixo não apenas tenham gerado pouca massa salarial industrial, mas principalmente não possuam indústrias com alta participação na geração dessa massa. Dessa forma, espera-se que municípios que possuam concentração de indústrias com baixa participação no total da massa salarial tenham índice *fuzzy* baixo, enquanto aqueles com grande diversidade industrial e grande geração de massa salarial tenham índice *fuzzy* alto. A análise regional nada mais é do que a soma das massas salariais dos municípios daquela determinada região político-administrativa tratadas sob a mesma ótima municipal, ou seja, com a mesma ponderação. O mesmo é feito para o cálculo dos índices agregados por regiões administrativas. A intenção é avaliar a situação das regiões nas quais estão inseridos os municípios e avaliar se elas representam uma boa aproximação do nível médio e geração de massa salarial nos municípios que dela fazem parte.

2.5.2. Índice total - especificidade

Uma outra possibilidade é um segundo índice total, que privilegia a especificidade em detrimento da diversificação da capacidade industrial instalada. No índice de especificidade (μ_{i*}) o cálculo resultante é feito através do operador *máximo* que, na teoria de conjuntos *fuzzy*, corresponde à união, portanto uma maneira de agregar neste contexto. O resultado considera apenas a atividade com o maior resultado do produto do *fuzzy* agregado e do peso da atividade no Estado, como representado pela equação: $\mu_j^* = \max(x_{i,j} w_j)$ (3).

Neste caso, o resultado será um índice relativo que se limita a comparar as atividades que tenham uma relevância maior na geração de massa salarial no município quando multiplicados pelo peso que aquelas atividades representam no resto do Estado. A idéia é excluir do índice *fuzzy* de especificidade atividades que não sejam extremamente importantes para a realidade industrial de cada município, fazendo com que, no limite, tenhamos dois índices: o primeiro que leva em conta a diversidade industrial e seus respectivos pesos no Estado (μ_i); e o segundo que valoriza a especialização na atividade fim mais importante para o município levando em consideração a participação dessa mesma atividade na geração de massa salarial no Estado (μ_{i*}).

3 – Análise dos dados

Antes de analisar os dados é necessário lembrar que os índices *fuzzy* calculados não são uma comparação pura e simples do total da massa salarial gerada por determinadas atividades industriais em determinados municípios. Para isso, a metodologia incorpora variáveis na análise e pondera a relação de cada indicador com o objeto de estudo. Assim, ainda que se encontre um município com mais massa salarial gerada pelas 15 atividades de interesse que outro município qualquer, o índice *fuzzy* agregado encontrado no primeiro município não é, necessariamente, maior do que no segundo. A construção dos *fuzzy* municipais do presente estudo tem, portanto, a característica de ponderar o peso das 15 atividades no total da massa salarial gerada no Estado; ou, no caso do índice *fuzzy* de especificidade, levar em conta a atividade fim com o maior peso de participação na geração de massa salarial de cada município de acordo com peso da mesma atividade no resto do Estado.

3.1 – Análise da aplicação do índice *fuzzy* diversificado

Uma das formas de analisar o comportamento dos municípios pelo índice *fuzzy* de massa salarial é ranqueá-los, comparando-os com uma análise tradicional mais simples, baseada na participação percentual da atividade, como seguem as tabelas abaixo:

Tabela 5- Classificação dos municípios de acordo com o índice *fuzzy* diversificado (μ_i), levando em consideração as 13 atividades industriais, construção civil e serviços de utilidade pública em 2006

Classificação	MUNICÍPIOS	*Fuzzy* por município
1°	Rio de Janeiro	0.9597763
2°	Macaé	0.3167000
3°	Duque de Caxias	0.1163305
4°	Niterói	0.1114135
5°	Volta Redonda	0.0863380
6°	Angra dos Reis	0.0764247
7°	Petrópolis	0.0382311
8°	São Gonçalo	0.0361053
9°	Nova Iguaçu	0.0346301
10°	Porto Real	0.0310064

Fonte: elaboração própria

Tabela 6 – Classificação tradicional dos municípios de acordo com a participação percentual no total da massa salarial gerada no Estado em 2006

Classificação	MUNICÍPIOS	Massa salarial total gerada pelas 15 atividades no município	Participação percentual
1°	Rio de Janeiro	488,145,409.05	50.539293%
2°	Macaé	152,847,380.83	15.824790%
3°	Duque de Caxias	54,361,829.36	5.628258%
4°	Niterói	41,245,014.10	4.270231%
5°	Volta Redonda	28,183,011.42	2.917879%
6°	Angra dos Reis	25,613,421.26	2.651841%
7°	Nova Iguaçu	16,967,597.24	1.756711%
8°	São Gonçalo	16,754,149.26	1.734612%
9°	Petrópolis	15,993,416.68	1.655851%
10°	Campos dos Goytacazes	11,429,441.10	1.183327%

Fonte: elaboração própria

O município do Rio de Janeiro aparece em primeiro lugar no ranking de estadual. Isso de deve ao fato de haver nesse município uma intensa concentração de atividades com peso alto na ponderação do índice, destacando-se a indústria extrativa mineral com 21,53% de toda a massa salarial produzida pelas 15 atividades industriais do município. Além disso, o Rio de Janeiro é

responsável por 50,5393% de toda a massa salarial produzida pela indústria no Estado, justificando em boa parte a liderança do município e a imensa diferença entre este e os demais municípios em termos de geração de massa salarial pela indústria, construção civil e serviços de utilidade pública. O *fuzzy* diversificado (0.9597763) representa bem essa diferença e a importância do Município do Estado e só não chegou ao valor máximo porque o município do Rio de Janeiro não é líder em 3 atividades industriais (extração mineral, metalurgia e material de transportes) . Mesmo assim, os valores de geração de massa salarial nessas atividades eram muito próximos do observado nos municípios líderes, o que pode ser comprovado por meio da tabela 5 por meio da observação dos índices *fuzzy* por atividade no município do Rio de Janeiro: 0,898974; 0,955048; e 0,798496 respectivamente. O segundo município no ranking do índice *fuzzy* diversificado estadual é Macaé que responde por 15,82% de toda a massa salarial industrial do Estado. Seu *fuzzy* diversificado corresponde a 0,3167000, justificado pela liderança do município na atividade extrativa mineral - atividade com maior peso na construção do índice (24,27%) - e pelo alto grau de especialização da produção nesta mesma atividade (76% de toda a massa salarial industrial do município é gerada a partir da extração mineral). Além disso, a construção civil, segunda maior atividade produtiva no Estado, representa 12% do total da massa salarial de Macaé, tendo importante participação no índice *fuzzy* diversificado deste município. Duque de Caxias, terceiro município no ranking com um *fuzzy* diversificado de 0,1163305, tem cerca 26% gerada pela construção civil, em torno de 43% de sua massa salarial industrial gerada pela indústria química, respectivamente o segundo e terceiro setores com maior participação na ponderação dos índices *fuzzy*. Em situação muito parecida aparece Niterói, em 4° lugar. Apesar de ter um montante de massa salarial 24% menor do que Caxias, tem um índice *fuzzy* agregado muito próximo do terceiro colocado (0,1114135). Isso se justifica pela composição interna industrial do município, que tem cerca de 80% das suas atividades produtivas industriais voltadas para extração mineral, construção civil, serviços de utilidade pública e material de transporte cujo peso na ponderação é alto. Em quinto aparece Volta Redonda cuja geração de massa salarial se concentra na indústria metalúrgica com pouco mais de 74% do total de massa salarial gerado no município. A situação do município no ranking *fuzzy* poderia estar melhor caso a atividade dominante no município tivesse um peso maior na ponderação. Os cinco municípios analisados trazem muita semelhança com a classificação tradicional, uma vez que se distanciam muito dos demais municípios no montante de massa salarial gerado. No entanto, daí pra frente há uma troca de posições em comparação com a análise tradicional, uma vez que os valores da geração de massa salarial dos municípios se aproximam. Além disso, quanto mais nos afastamos do topo da tabela mais aumenta a probabilidade de encontrarmos vazios industriais nos municípios, garantindo que as ponderações do índice tenham efeito mais claro sobre o resultado final. Assim acontece com Petrópolis, que ultrapassa Nova Iguaçu e São Gonçalo no índice *fuzzy* diversificado e com Porto Real que ganha três posições na classificação *fuzzy*. Resta analisar as características dos últimos municípios listados, que representam os *fuzzy*s mais baixos do Estado.

Tabela 7 – Dez últimos municípios com os *fuzzys* mais baixos do Estado - 2006		
83°	Conceição de Macabu	0,0000934
84°	Natividade	0,0000900
85°	Iguaba Grande	0,0000831
86°	Rio Claro	0,0000799
87°	Cardoso Moreira	0,0000669
88°	São José de Ubá	0,0000603
89°	Varre Sai	0,0000460
90°	Trajano de Morais	0,0000445
91°	São Sebastião do Alto	0,0000335
92°	Carapebus	0,0000291

Fonte: elaboração própria

O município de São José de Ubá representa cerca de 0.003% de toda a massa salarial produzida no Estado. Além disso, possui vazios industriais: das 15 atividades, 10 não geraram massa salarial no município em 2006, apesar de a indústria de extração mineral representar cerca de 30% do total da massa salarial gerada no município. Situação parecida vive Varre Sai, que representa cerca de 0,002% da massa salarial produzida pela indústria no Estado e possui apenas 3 das 15 atividades listadas na estrutura produtiva do município. Da mesma forma, Trajano de Morais aparece em 90° no ranking dos índices *fuzzy* municipais diversificados. Também com certa 0,002% de participação da massa salarial total produzida no Estado. São Sebastião do Alto, por sua vez, amarga a penúltima posição no ranking. Com pouco mais de 0,001% de participação na massa salarial industrial total do Estado, sua estrutura é, assim como nos outros municípios citados, pouco diversificada. Cerca de 92% de toda a massa salarial industrial no município é gerada pelas indústrias têxtil e de alimentos e bebidas, cujo peso na ponderação dos índices *fuzzy* é relativamente baixa. Por último aparece Carapebus também com cerca de 0,001% do total da massa salarial produzida pelas 15 atividades industriais no Estado e guarda as mesmas características de baixo nível de diversificação e de concentração em atividades de baixo peso na ponderação dos índices *fuzzy* dos municípios que estão no fim da classificação. Vale salientar, no entanto, que a posição no ranking dos índices *fuzzy* não revela exatamente a real situação econômica do município. Os 10 últimos municípios listados guardam características em comum: possuem baixa atividade industrial ou indústrias concentradas em atividades que tem baixa participação na geração de massa salarial no Estado do Rio de Janeiro. Dessa forma, o índice calculado gera informações multidimensionais capazes de gerar um panorama amplo das atividades industriais do município, relativo à outros municípios. Mas não determina quais outras atividades podem ser encontradas no município, e qual a participação dessas atividades na geração de massa salarial. Assim, incluindo outras atividades econômicas é possível obter uma *proxy* da real situação econômica a que esses municípios estão submetidos, e sua real posição em relação aos outros municípios no que se refere à economia como um todo.

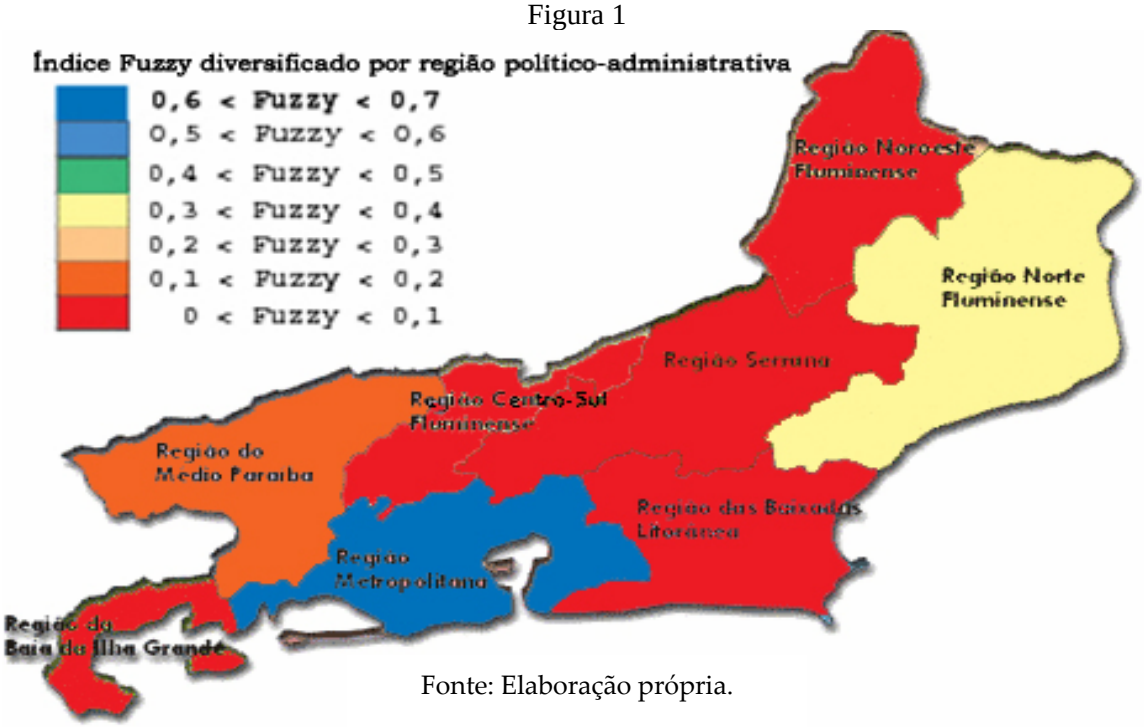
Tabela 8 –*Fuzzy* diversificado das regiões político-administrativas - 2006

Regiões do Estado do Rio de Janeiro	*Fuzzy* diversificado (por região)
Região Metropolitana	0.9749262
Região Norte Fluminense	0.3134830
Região do Médio Paraíba	0.1234795
Região Costa verde	0.0508927
Região Serrana	0.0501106
Região das Baixadas Litorâneas	0.0170153
Região Centro-Sul Fluminense	0.0097332
Região Noroeste Fluminense	0.0040642

Fonte: elaboração própria

De acordo como quadro de distribuição regional dos índices *fuzzy* é possível perceber que as Regiões Serrana e Costa verde (Bacia da Ilha Grande) se assemelham, mesmo que seus municípios tenham uma distribuição de atividades bastante diferentes. A região Noroeste Fluminense foi a região com o índice *fuzzy* regional mais baixo, enquanto que as regiões Centro-Sul Fluminense e Baixada Litorânea ficaram com uma posição desconfortável e até mesmo surpreendente, visto que muitos municípios dessas regiões figuravam entre os que mais geravam massa salarial industrial no Estado. A região Norte Fluminense figura em segundo lugar, muito influenciada pela indústria extrativa mineral que impera nos municípios daquela região, com destaque para Macaé. A exceção fica mesmo para a região Metropolitana que obteve o maior *fuzzy* dentre as regiões do Estado, puxada, em grande parte, pelo *fuzzy* do município do Rio de Janeiro. O importante neste caso é, de fato, destacar o grau de desigualdade entre a região metropolitana e o resto do Estado. Essa visão mais ampla nos permite atentar para o grau de concentração industrial, construção civil e serviços de utilidade pública presentes no Estado do Rio de Janeiro.

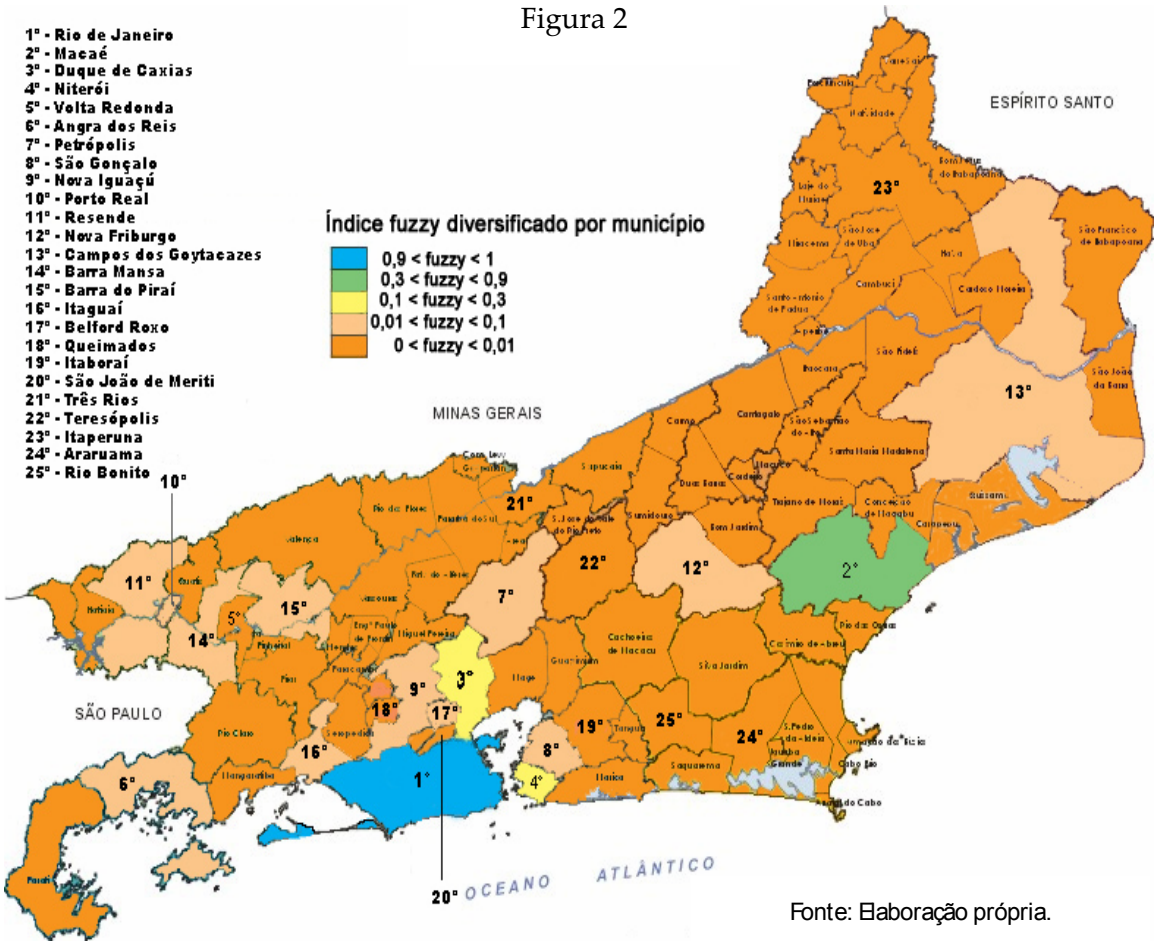
Figura 1



Fonte: Elaboração própria.

Se analisarmos o mapa de distribuição dos índices *fuzzy* por município, é possível receber que o recorte regional é bem eficiente, já que a distribuição municipal não acentua as diferenças de maneira decisiva.

Figura 2



Fonte: Elaboração própria.

O mapa revela concentração de atividades industriais em poucos municípios do Estado. É possível perceber também que há bolsões bem definidos onde os *fuzzys* se assemelham. Provavelmente as atividades de um município influenciam as atividades do município vizinho, sejam elas com pouca ou muita participação na geração de massa salarial industrial total no Estado.

3.2 – Aplicação do índice *fuzzy* de especificidade

Como exercício de aplicação do método, aparece o segundo índice: o índice *fuzzy* de especificidade. Como dito anteriormente, este índice prioriza o maior resultado dentre a multiplicação das atividades pelos seus respectivos pesos percentuais no estado. Isso significa que o resultado leva em consideração apenas esse valor em detrimento dos valores menores que entrariam na ponderação do *fuzzy* diversificado. Não cabe, portanto, avaliação do grau de distribuição das atividades nos municípios, apenas uma visão geral sobre a nova classificação gerada.

Tabela 9 – 10 municípios com os maiores *fuzzys* de especificidade do Estado – 2006

Município	*Fuzzy* máximo por município (atividade)	Atividade correspondente
Macaé	0,242722	EXTRATIVA MINERAL
Rio de Janeiro	0,218201	EXTRATIVA MINERAL
Volta Redonda	0,072373	INDÚSTRIA METALÚRGICA
Niterói	0,061780	MATERIAL DE TRANSPORTES
Angra dos Reis	0,053523	MATERIAL DE TRANSPORTES
Duque de Caxias	0,046971	INDÚSTRIA QUÍMICA
Porto Real	0,022318	MATERIAL DE TRANSPORTES
Barra Mansa	0,018318	INDÚSTRIA METALÚRGICA
Resende	0,015817	MATERIAL DE TRANSPORTES
Nova Friburgo	0,014459	INDÚSTRIA TÊXTIL

Fonte: elaboração própria

Interessante notar que há uma grande mudança em relação às tabelas 6 e 7. O município de Macaé ultrapassa o Rio de Janeiro pois gera mais massa salarial em atividade extrativa Mineral que este último. Ao mesmo tempo, ambos têm a atividade extrativa mineral como atividades líderes na estrutura produtiva industrial municipal. Volta Redonda ganha duas posições se comparados à classificação tradicional, uma vez que concentra suas atividades na indústria metalúrgica e corresponde, sozinho, por quase 30% de toda a massa salarial gerada pela metalurgia no Estado. A surpresa fica por conta da ascensão do município de Porto Real e do aparecimento do município de Resende entre os dez municípios principais sob a ótima do índice *fuzzy* de especificidade, uma vez que ele é o 14° na classificação geral e representa apenas cerca de 0,76% da geração de massa salarial pelas quinze atividades listadas.

4 – Conclusão

Como foi dito anteriormente, o índice *fuzzy* se propõe a ser um índice relativo e multidimensional que abandona a dicotomia da análise tradicional se distanciando desta. A análise de apenas 15 atividades econômicas limita a capacidade de geração de informação que o índice possui. Para criar um quadro amplo da real situação econômica dos municípios seria necessário repetir o exercício incluindo todas as atividades econômicas presentes na economia do Estado. Assim seria possível ter informações detalhadas de cada um dos municípios listados, e não apenas de determinadas atividades industriais. Além disso, a construção dos índices leva em consideração a participação das atividades no Estado e, por conseguinte, uma classificação muito parecida com a classificação tradicional, uma vez que os pesos escolhidos traduzem uma ponderação da relação entre as atividades. Outras possibilidades seriam: criar um mecanismo que atribuísse um peso diferente ao cálculo dos municípios com pouca atividade industrial; excluir os extremos; ou - como dito anteriormente - incluir outras variáveis

econômicas na análise. Por outro lado, dentro do limites impostos pela própria construção do índice, o que se percebe é um quadro de pouca participação da indústria na geração de massa salarial no Rio de Janeiro, e de grande presença de indústrias com pouca participação na geração de massa salarial industrial no Estado. Esse pode ser, inclusive, um embrião da idéia da construção de um quadro da qualidade da indústria no Rio de Janeiro. Os vazios industriais são preocupantes. Muitos municípios possuem apenas três atividades das quinze listadas, enquanto que essas atividades geram massa salarial irrisória. A comparação entre os 2 índices propostos é interessante pois deixa clara a disparidade de atividades reinantes no município e o valor que elas geram. Ambas as classificações são visivelmente diferentes, uma vez que o *fuzzy* de especificidade prioriza atividades que geraram mais massa salarial e ao mesmo tempo tem maior peso na economia estadual. Essa preocupação é importante, pois determina a importância do município para os municípios vizinhos, uma vez que aquela atividade o coloca numa posição de destaque e faz com que a maioria dos municípios vizinhos tenham suas atividades dependentes das atividades do município líder. O desequilíbrio regional é evidente, ainda que algumas regiões mais pobres em atividades industriais se assemelhem. A região Metropolitana concentra a maioria das atividades industriais relevantes em termos de geração de massa salarial, enquanto a região do Médio Paraíba possui índices *fuzzy* surpreendentemente baixos. O mesmo ocorre com os municípios. Alguns deles têm ausência de atividades industriais importantes ou presença de atividades com baixo peso no cálculo dos índices *fuzzy*, fazendo com que fiquem em uma posição desconfortável em relação ao resto do Estado. Por outro lado há alguma semelhança entre os municípios vizinhos, indicando que o padrão de atividades industriais, sua distribuição e participação podem ser parecidos. Isso é explicado pela influência que as atividades de um município exercem sobre as atividades dos municípios vizinhos, e vice-versa.

Referências Bibliográficas:

BELLMAN, R.E.; ZADEH, L.A., (1970). *Decision-making in a fuzzy environment*. Management Science 17: 141-164.

BRITTO, J., *Arranjos produtivos locais: perfil das concentrações de atividades econômicas no Estado do Rio de Janeiro* – série de estudos do SEBRAE. (2004).

CIDE. Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro – *site: www.ciderj.br – acessado em 15 de janeiro de 2009.*

LEMMI, A & BETTI, G., (2006). *Fuzzy set approach to multidimensional poverty measurement*. Science (279 p.).

RAIS 2006 – Base de dados disponível em www.rais.gov.br

ZADEH, L.A., (1965). *Fuzzy sets*. Information and control 8: 338-353.