

UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DOS CONJUNTOS FUZZY
NA ANÁLISE DA POBREZA:
o caso das Regiões Metropolitanas do Sudeste brasileiro – 2000

Maristela Carvalho (UFF)^{*} – 1º Autora
Celia Lessa Kerstenetzky (UFF)^{**} – 2º Autora
Renata Del Vecchio (UFF)^{***} – 3º Autora

Resumo:

O objetivo do trabalho consiste em operacionalizar um conceito multidimensional, relativo e subjetivo de pobreza. Propomos uma abordagem quantitativa que se adapte a estas características, através da aplicação da Teoria dos Conjuntos Fuzzy. Estaremos aqui preocupados com a questão “Quão pobre?”, substituindo a avaliação binária pobre/não pobre, ao mesmo tempo em que tentaremos responder à pergunta “Pobre por quê?”. O universo de nossa análise consiste nas Regiões Metropolitanas do Sudeste Brasileiro, os dados estatísticos são referentes ao ano de 2000 e suas fontes básicas são o Censo Demográfico do IBGE, o SUS e a PNUD.

Abstract:

This paper presents a multidimensional, relative and subjective perspective on poverty. We apply a quantitative approach that is suitable to these aspects of poverty, The Fuzzy Sets Theory. The question that concerns us is “how much poor?”, replacing the binary logic “poor/non poor”; besides, we undertake the question “why poor?”. We focus on the Metropolitan Areas of Southeast Brazil, the richest region in the country, and use Census data of year 2000, and SUS (*The Brazilian Health System*) and UNDP (*United Nations Development Program*) data.

Palavras-Chave: Pobreza, Multidimensionalidade, Subjetividade, Relatividade, Teoria dos Conjuntos Fuzzy.

Key-Words: Poverty, Multidimensionality, Subjectivity, Relativity, The Fuzzy Sets Theory.

Área ANPEC: Área 11 – Economia Social e Demografia Econômica

Classificação JEL: I32

^{*} Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal Fluminense – RJ, 2007.

^{**} Graduada em Economia pela Universidade Federal Fluminense (1980), mestrado em Economia da Indústria e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1989), doutorado em Ciência Política (Ciência Política e Sociologia) pela Sociedade Brasileira de Instrução - SBI/IUPERJ, Rio de Janeiro (1997) e Ph.D. com louvor em Social and Political Sciences (Political Sciences) pelo European University Institute, Florença (1998). Atualmente é professora titular da Faculdade de Economia da UFF e editora-chefe da Revista Econômica (Niterói), vice-coordenadora da pós-graduação em Economia da UFF e coordenadora do recém-criado Centro de Estudos sobre Desigualdade e Desenvolvimento (Inequality Center).

^{***} Graduada em Matemática (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal Fluminense (1981), mestrado em Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1984) e doutorado em Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1991). Atualmente é professor adjunto IV da Universidade Federal Fluminense.

UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DOS CONJUNTOS FUZZY

NA ANÁLISE DA POBREZA:

o caso das Regiões Metropolitanas do Sudeste brasileiro – 2000

Maristela Carvalho (UFF)

Celia Lessa Kerstenetzky (UFF)

Renata Del Vecchio (UFF)

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre pobreza há muito reconhecem seu caráter multidimensional¹. Este trabalho se alinha a esse reconhecimento e representa um esforço no sentido da aplicação de uma metodologia que capte a multidimensionalidade da pobreza. Desnecessário dizer que nosso esforço não é exaustivo e nem ambiciona superioridade em relação aos demais, destinando-se a testar uma metodologia, apontando vantagens informacionais que lhe são próprias. Nosso referencial conceitual para a definição de pobreza é o proposto por Amartya Sen em vários trabalhos e, mais recentemente, em Sen (1999): compreenderemos pobreza como insuficiência de realizações (funcionamentos) e de liberdades para realizar (capacitações).

A adoção desse referencial significa basicamente que nosso interesse maior na aferição da pobreza concentrou-se na qualidade de vida e na liberdade de escolha dos indivíduos para alcançar uma vida de qualidade, mais do que nos recursos a que tiverem acesso. Entretanto, ainda que certas realizações sejam diretamente observáveis, como “estar livre de doenças preveníveis” ou “viver uma vida longa”, nem sempre é possível observar diretamente realizações como “ser bem informado” ou “estar adequadamente abrigado”. Nesses casos, tomamos as informações sobre os recursos como uma *proxy* das informações que nos interessavam diretamente. Outra questão refere-se a quais realizações conferem qualidade à vida: sabemos que parte da resposta é realmente subjetiva, porém uma parte significativa é razoavelmente objetiva, basta que “olhemos em volta”, envolvendo condições de moradia, de saúde, educação, proteção à infância, acesso a alimentos, de modo que por mais que variem os detalhes da lista, os “temas” serão praticamente invariáveis.

Na operacionalização da multidimensionalidade optamos pela utilização de uma função *fuzzy* de pobreza, ao invés da abordagem tradicional de linhas de pobreza². É uma característica constitutiva da função *fuzzy* a não utilização da lógica binária implícita na adoção de linhas (os que estão abaixo são pobres e os que estão em cima ou acima não são), mas o reconhecimento de que há um *continuum* de graus de pobreza (graus de pertencimento ao conjunto de pobreza) que pode ser de interesse captar, não apenas por razões de diagnóstico mas também para o desenho de políticas públicas. Na verdade, a abordagem *fuzzy* da pobreza responde não à pergunta *se* o indivíduo é pobre mas o *quão* pobre ele é. A resposta, um certo valor, também indica, em combinação com a abordagem multidimensional, *em que* dimensão o indivíduo é especialmente pobre. Além disso, a abordagem *fuzzy* da pobreza trata a mesma como um fenômeno relativo, emergindo da comparação entre distintas situações de privação. Por esse motivo, é muito útil para o estudo da pobreza em países ricos ou médio-ricos. Porém, em certa medida é útil também como informação auxiliar para o estabelecimento de

¹ Exemplo recente é Silva e Barros (2006).

² Há alguns poucos trabalhos, publicados no Brasil, utilizando um índice-*fuzzy* de pobreza: ver Bagolin e Ávila (2006); Fonseca (2003), Lopes et al. (2003). Fora do Brasil, os trabalhos de A. Lemmi são referência obrigatória. Entre os mais recentes, ver Lemmi (2005).

uma ordenação com vistas à repartição de recursos entre regiões, grupos e indivíduos em situação de privação em países não ricos.

Nesse sentido, a escolha das Regiões Metropolitanas do Sudeste se deveu ao interesse de estudar a pobreza, sobretudo a pobreza relativa, de unidades geográficas ricas ou médio-ricas em termos de renda, e de evidenciar quão díspares elas são em termos de pobreza multidimensional – não apenas porque o grau de pertinência ao conjunto de pobreza é variado, como também porque as causas materiais dessa pobreza são igualmente díspares.

2. METODOLOGIA DOS DADOS: ESCOLHA E MANIPULAÇÃO DOS INDICADORES

Para a construção do índice-*fuzzy* de pobreza desta pesquisa foram escolhidos dezesseis indicadores diferentes, todos de fontes fidedignas, que englobam diversos aspectos que revelam a situação sócio-econômica dos indivíduos.

Foram utilizados dados que representam as seguintes esferas: população, saúde, educação, situação domiciliar, saneamento e renda; os indicadores utilizados são comuns em trabalhos sobre pobreza. Adicionalmente, a seleção dos indicadores foi realizada em função do cenário escolhido para a análise, as Regiões Metropolitanas da Região Sudeste Brasileira – tratam-se de indicadores relevantes neste espaço devido ao fato de referirem-se às condições de vida normalmente presentes em grandes metrópoles, das quais apenas parte de suas populações permanece excluída. É de se supor que moradores de regiões metropolitanas, que tenham uma vida considerada digna, tenham acesso a serviços como abastecimento de água, coleta de lixo, esgoto, entre outros. Consideramos que, nas metrópoles, as carências selecionadas para a análise tornam-se mais evidentes como sintomas de pobreza.

2.1 Os Indicadores:

Todos os dados são do ano de 2000. A seguir, apresentamos uma listagem com cada indicador utilizado, sua descrição e, no final, a fonte de cada um. Vale enfatizar que todos os dados são classificados como “negativos”, ou seja, quanto mais alto o valor do índice para o indicador, maior é a sua contribuição para a situação de pobreza.

1. EDUCAÇÃO

1.1 Crianças de 7 a 14 anos fora da escola:

Percentual de crianças na faixa etária de sete a catorze anos de idade, que não estavam freqüentando a escola no momento da realização da pesquisa, independentemente do grau e série.

1.2. Analfabetos de 15 anos de idade ou mais:

Percentual de pessoas nessa faixa etária que não sabem ler nem escrever um bilhete simples.

2. RENDA

2.1 Hiato Pobreza R\$75,50:

Distância que separa a renda domiciliar média per capita dos indivíduos pobres (ou seja, dos indivíduos com renda domiciliar per capita inferior à linha de pobreza de

R\$ 75,50) do valor da linha de pobreza, medida em termos de percentual do valor dessa linha.

2.2. Índice de Gini:

Mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade (a renda de todos os indivíduos tem o mesmo valor), a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo detém toda a renda da sociedade e a renda de todos os outros indivíduos é nula).

2.3. Concentração de Renda:

É a proporção da renda do município apropriada pelos indivíduos pertencentes ao décimo mais rico da distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita.

3. SANEAMENTO BÁSICO E CONDIÇÕES DOMICILIARES

3.1. Domicílios sem Coleta de Lixo:

Percentual de pessoas que vivem em domicílios em que a coleta de lixo não é realizada diretamente por empresa pública ou privada, ou em que o lixo não é depositado em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio, para posterior coleta pela prestadora do serviço.

3.2. Domicílios sem Energia Elétrica:

Percentual de pessoas que vivem em domicílios sem iluminação elétrica, proveniente ou não de uma rede geral, com ou sem medidor.

3.3. Domicílios sem Água Encanada e Banheiro:

Descrição: Percentual de pessoas que vivem em domicílios sem água encanada em pelo menos um de seus cômodos e sem banheiro, definido como cômodo que dispõe de chuveiro ou banheira e aparelho sanitário.

3.4. Domicílios Subnormais:

Percentual de pessoas que vivem em domicílios localizados em aglomerados subnormais. O que caracteriza um aglomerado subnormal é a ocupação desordenada e, quando de sua implementação, não haver a posse da terra ou o título de propriedade. É também designado por “assentamento informal”, como por exemplo mocambo, alagado, barranco de rio, etc.

3.5. Domicílios com Densidade de Moradores por Dormitório Acima de 2:

Percentual de pessoas que vivem em domicílios com densidade superior a 2. A densidade do domicílio é dada pela razão entre o total de moradores do domicílio e o número total de cômodos do mesmo, excluídos o(s) banheiro(s) e mais um cômodo, destinado à cozinha.

3.6. Domicílios sem Instalação Sanitária (Esgoto):

Percentual de moradores, por município, que não possui nenhuma espécie de instalação sanitária ou rede de esgoto (onde se considera instalação sanitária, fossa séptica ou banheiro).

4. POPULAÇÃO E SAÚDE

4.1. Mortalidade Infantil (até 5 anos de idade):

Taxa de mortalidade infantil até 5 anos de idade por município.

4.2. Taxa de Fecundidade:

Número médio de filhos que uma mulher teria ao terminar o período reprodutivo.

4.3. Mortalidade por Doenças (Características de Locais Pobres):

Percentual de óbitos, por ocorrência no município, por doenças características de locais pobres: diarreia, falta de assistência médica, cólera, desnutrição.

4.4. Probabilidade de Não-Sobrevivência até os 40 anos de Idade:

Vulnerabilidade à morte numa idade relativamente precoce: a probabilidade de uma criança recém-nascida não viver até aos 40 anos se os padrões de mortalidade específicos prevalentes na época do nascimento permanecerem os mesmos ao longo da vida da criança.

4.5. Crianças de 10 a 14 anos de Idade com Filhos:

Percentual de adolescentes do sexo feminino entre 10 e 14 anos de idade que tiveram filhos (estando os mesmos vivos ou não).

Para os índices 1.1, 1.2, 2.2, 2.3, 3.6, 4.1, 4.4 e 4.5, a fonte utilizada foi o Censo Demográfico IBGE, ano de 2000. O índice 4.3 foi obtido a partir do SIM (Sistema de Informações sobre Mortalidade)-SUS e os demais, do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil – PNUD, também do ano de 2000.

2.2 Regiões Metropolitanas

Com relação às Regiões Metropolitanas, consideradas as unidades geográficas de base deste trabalho, foram escolhidas as Regiões Metropolitanas da Região Sudeste Brasileira. Ao todo são nove Regiões Metropolitanas, que seguem listadas abaixo. O código de cada região corresponde ao identificador geográfico criado pelo IBGE. É um número associado a uma única unidade geográfica que serve para identificá-la dentro de nossa base de dados estatísticos.

Quadro1 - Regiões Metropolitanas do Sudeste Brasileiro:

Código	Região Metropolitana	Estado
005	Belo Horizonte	MG
005.1	Colar Metropolitano da RM Belo Horizonte	MG
020	Vale do Aço	MG
020.1	Colar Metropolitano da RM Vale do Aço	MG
006	Rio de Janeiro	RJ
007	São Paulo	SP
011	Baixada Santista	SP
022	Campinas	SP
010	Grande Vitória	ES

2.3. Construção dos índices-*fuzzy* de pobreza de cada região metropolitana por indicador

Inicialmente, apresentamos as distinções básicas entre a teoria clássica de conjuntos e a teoria de conjuntos *fuzzy*.

Na teoria clássica dos conjuntos, dado um elemento e um conjunto existem apenas duas alternativas: o elemento pertence ou não pertence ao conjunto. Isto pode ser expresso através de uma função, chamada função característica do conjunto, que assume os valores 0 ou 1 isto é: $x \in A \leftrightarrow f(x) = 1$ e $x \notin A \leftrightarrow f(x) = 0$.

Na teoria dos conjuntos *fuzzy* (ou nebulosos) a **função característica**, também chamada **função de pertinência**, assume valores no intervalo $[0,1]$, isto é, a cada elemento é atribuído um grau de pertinência relativo ao conjunto.

Entendemos que a abordagem do tema “pobreza”, via teoria dos conjuntos *fuzzy*, é particularmente adequada, pois não se limita a classificar em pobre ou não-pobre, mas permite distinguir as regiões estudadas por intensidade de pobreza, representada pelo grau de pertinência.

Os dezesseis indicadores foram transformados em índices-*fuzzy* através da fórmula abaixo descrita. Os valores variam, para cada indicador, de 0 a 1, onde 0 corresponde ao menor valor encontrado para o indicador dentre as nove regiões metropolitanas do Sudeste, e 1 refere-se ao valor do índice-*fuzzy*-indicador para a Região Metropolitana que apresenta a mais alta incidência para o indicador em questão.

O cálculo do índice foi realizado conforme abaixo, para cada série de valores por indicador, considerando-se a Região Metropolitana como a unidade geográfica de referência:

$$(1.1) \quad x_{n,j} = \frac{N_j - \text{Min}j}{\text{Max}j - \text{Min}j}, \quad 1 \leq j \leq 16; \quad 1 \leq n \leq 9$$

Onde:

$X_{n,j}$ = valor do índice-*fuzzy* para o indicador j calculado para a Região Metropolitana n;

N_j = valor observado da série do indicador j para a Região Metropolitana n;

$\text{Min}j$ = valor mínimo da série do indicador j.

$\text{Max}j$ = valor máximo da série do indicador j

A partir daí foi possível construir as tabelas com os valores de índices-*fuzzy* para cada indicador em cada Região Metropolitana.

Os dados coletados para a construção do índice-*fuzzy* de pobreza estavam na dimensão geográfica original de informações por município. Apuradas as informações por município, os dados foram filtrados e calculadas as médias dos valores para os municípios - ponderadas por suas respectivas populações - formadores de cada Região Metropolitana. Isso é possível à medida que os limites da Região Metropolitana obedecem aos limites dos municípios componentes da mesma. Para alguns indicadores, principalmente os provenientes do Censo Demográfico do IBGE, os dados encontram-se divulgados tendo como unidade geográfica de referência o município. Essa forma de apuração de dados facilita a agregação e desagregação dos mesmos. A qualidade de dados divulgados por município em geral é maior, dado que se trata de uma unidade geográfica menor, o que facilita a pesquisa e manipulação de informações.

É importante enfatizar que primeiramente calculamos as médias ponderadas pela população local dos valores apresentados pelos municípios que compõem a região para posteriormente calcularmos os valores dos índices-*fuzzy*-indicador, conforme a fórmula (1.1), para a Região Metropolitana. A série de valores de um determinado indicador para os municípios componentes de uma região metropolitana qualquer é diferente da série composta pelos valores já transformados em médias para as Regiões Metropolitanas que compõem a análise.

Para o indicador taxa de fecundidade, que utilizaremos como exemplo, obtivemos a seguinte tabela:

Tabela 1 – Média da Taxa de Fecundidade por Região Metropolitana

CÓDIGO_RM	NOME DA RM	TAXA DE FECUNDIDADE	ÍNDICE	ANO
005	Belo Horizonte	2,0020	0,0651	2000
005.1	Colar Metropolitano da RM de Belo Horizonte	2,1047	0,2244	2000
006	Rio de Janeiro	2,0144	0,0845	2000
007	São Paulo	2,0236	0,0987	2000
010	Grande Vitória	2,0390	0,1226	2000
011	Baixada Santista	2,1544	0,3016	2000
020	Vale do Aço	1,9972	0,0578	2000
020.1	Colar Metropolitano da RM do Vale do Aço	2,6046	1	2000
022	Campinas	1,9600	0	2000

A taxa de fecundidade apresentada na terceira coluna foi obtida pela média ponderada dos valores das taxas de fecundidade dos municípios que compõem a Região Metropolitana. Os valores municipais foram ponderados pelas suas respectivas populações, evitando assim possíveis super/subestimações que poderiam ser causadas devido a grandes diferenças entre as populações dos municípios que compõem as regiões metropolitanas.

No campo Índice são apresentados os valores obtidos através do cálculo da fórmula 1.1, onde os valores variam num intervalo fechado entre 0 e 1. O Colar Metropolitano do Vale do Aço é a Região Metropolitana que apresenta o maior índice-*fuzzy* de fecundidade dentre as nove Regiões Metropolitanas da Região Sudeste. Em contrapartida, a Região Metropolitana de Campinas apresenta o menor valor para o índice-*fuzzy* de fecundidade, o que corresponderia ao zero de nossa escala de índices.

Observe que os valores 1 e 0 atribuídos às regiões metropolitanas que apresentam o maior e o menor valor para a taxa de fecundidade não querem dizer que cada uma apresente 100% ou 0% de taxa de fecundidade, mas sim que, dentre as Regiões Metropolitanas analisadas, são aquelas que apresentam a maior e a menor taxa de fecundidade. Isto equivale a dizer que estamos preocupados aqui em estabelecer uma relação de comparação das regiões metropolitanas entre si. Com o índice-*fuzzy*, não calculamos simplesmente um valor N (absoluto) para a taxa de fecundidade, mas sim o quanto de pobreza essa taxa significa, comparada às demais Regiões Metropolitanas analisadas.

Assim, foram desenvolvidos os cálculos para os outros quinze indicadores restantes, de forma a obtermos os índices-*fuzzy* de cada Região Metropolitana para cada indicador de pobreza.

A partir daí, precisávamos estabelecer uma metodologia capaz de construir nossa matriz-*fuzzy* de pobreza. A matriz *fuzzy* seria uma matriz construída com a ajuda de um especialista onde seria transmitida a informação de quanto de cada característica um determinado elemento precisaria apresentar para pertencer a um conjunto qualquer que estivesse sendo analisado. Em nosso estudo, os elementos são as Regiões Metropolitanas, as características são os indicadores de pobreza escolhidos e mencionados anteriormente e o conjunto central da análise é o Conjunto da Pobreza.

Construímos nossa matriz-*fuzzy* de pobreza com base numa hierarquia estabelecida entre os dezesseis indicadores selecionados, evidenciando o caráter subjetivo da teoria dos conjuntos *fuzzy*. Com base nesta hierarquia é que os pesos dos indicadores no cálculo do índice de pobreza-*fuzzy* agregado foram definidos.

Apresentaremos a seguir a hierarquia estabelecida para os indicadores e também uma justificativa para a posição ocupada por cada indicador na matriz.

2.4 A hierarquia dos indicadores e a construção da Matriz – *Fuzzy* de pobreza

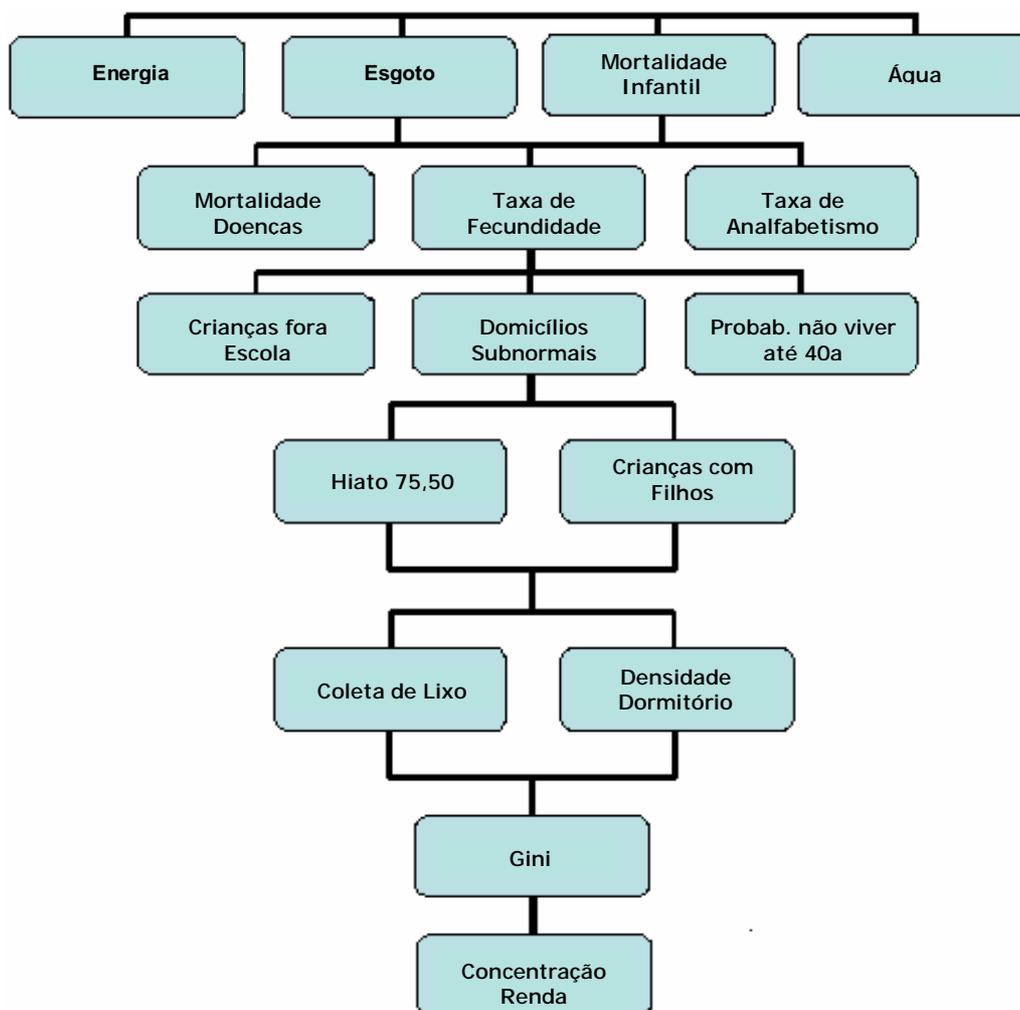
A hierarquia dos indicadores foi construída com base na concepção de “funcionamentos básicos”, introduzida pelo economista indiano Amartya Sen (Sen, 1999). Assim, a escala dos indicadores foi estabelecida dando maior peso aos fatos e funcionamentos considerados mais importantes, cujas ausências mais aproximariam o indivíduo da pobreza. Essa ordem de relevância foi estabelecida com base numa escala de prioridades subjetivamente consideradas. Certamente, outras prioridades poderiam ter sido estabelecidas; o principal propósito de nosso exercício é demonstrar a aplicabilidade e a utilidade da teoria dos conjuntos *fuzzy* na aferição e no diagnóstico da pobreza.

Nossa atribuição de prioridades parte de dois questionamentos principais: dados os dezesseis indicadores, quando um indivíduo encontra-se desprovido de um deles, qual é o funcionamento diretamente afetado? E ainda: que tipo de representação e relevância tem este funcionamento na vida deste indivíduo diante do universo de funcionamentos que o mesmo precisa possuir para viver de uma forma considerada socialmente digna?

Abaixo segue um organograma, onde os indicadores estão posicionados por ordem de pesos no cálculo do índice-*fuzzy* de pobreza agregado. Os indicadores que se encontram num mesmo nível possuem o mesmo peso. Os indicadores estão em ordem decrescente, ou seja, os que se encontram posicionados mais acima no organograma possuem maior peso no cálculo do índice-*fuzzy* de pobreza do que aqueles que estão mais abaixo. A justificativa para a alocação dos indicadores por nível é exposta a seguir.

Consideramos como os indicadores mais significativos: na esfera de situação domiciliar, o esgoto, a energia elétrica e o abastecimento de água e saneamento básico, e com relação à população, a mortalidade infantil. Este último foi colocado como um dos principais indicadores representativos de uma situação de pobreza devido ao seu uso difundido em estudos sobre a pobreza, o que consideramos dever-se à proeminência da *garantia de reprodução social* em qualquer análise de bem-estar. A questão domiciliar foi considerada prioritária pelo fato de nossa dimensão geográfica ser a Região Metropolitana - a ausência destes serviços básicos amplamente disponíveis em grandes metrópoles é forte indicativo da condição de privação de grupos sociais que se concentram em áreas específicas nas grandes cidades – e também pelo seu caráter de indicadores “básicos”, base para quase todas as demais realizações.

Figura 1: Hierarquia Subjetiva de Indicadores



Em seguida, estão posicionados os indicadores mortalidade por doenças características de locais pobres (diarréia, desnutrição, cólera), taxa de fecundidade e taxa de analfabetismo. A taxa de fecundidade é um outro exemplo de indicador muito utilizado em trabalhos sobre pobreza, possivelmente por ser um indicador de *manutenção e de reprodução da própria situação de pobreza*. Em regiões pobres, a taxa de fecundidade tende a ser mais elevada; em geral, assim como a mortalidade por doenças “evitáveis”, ela está associada à baixa escolaridade (sobretudo ao analfabetismo) e ao conseqüente precário acesso à informação. A exclusão do acesso a importantes fontes de informação se reflete na taxa de analfabetismo, isto é, na proporção de pessoas adultas analfabetas.

No terceiro nível, foram levadas em conta *condições de sobrevivência precárias*, que refletem situações de carência comuns em grandes centros, como a questão da violência, responsável pela morte prematura, a exposição das crianças a riscos por estarem fora da escola (trabalho precoce, crime) e as condições precárias de moradia, tais como as que se apresentam nas favelas urbanas.

No quarto nível temos o indicador de crianças de dez a catorze anos de idade com filhos. Este indicador está dois níveis abaixo da taxa de fecundidade por estar indiretamente incluído no primeiro e por representar uma situação que não atinge somente as classes mais pobres em termos de renda. No entanto, consideramos que merece destaque a gravidez na infância, como indicador de privação de realizações e de oportunidades para essas crianças-mães.

Ao lado, está o indicador hiato de pobreza de 75,50 reais. Este indicador informa a distância que separa os indivíduos da Região Metropolitana da linha de pobreza de 75,50 reais, englobando as pessoas que vivem com uma renda domiciliar per capita média inferior a este valor. O posicionamento deste indicador apenas a partir do quarto nível pode ser questionado: não seria a renda baixa um indicador mais evidente de pobreza do que a taxa de fecundidade elevada ou a falta de abastecimento de água? Porém, é bom recordarmos que a renda serve para a aquisição de meios (no exemplo, métodos anticoncepcionais e água tratada) para os funcionamentos “evitar a gravidez indesejada” e “utilizar-se de água limpa”. Ter baixa renda é indício de pobreza pelo fato de que a renda serve para adquirir funcionamentos que são considerados importantes para que o indivíduo tenha uma qualidade de vida satisfatória. Porém, entre a renda e alguns funcionamentos, encontra-se a questão do *acesso* ao funcionamento, que depende de fatores diversos como sexo, idade, localização geográfica, condições de saúde, educação e informação do indivíduo, entre outros.

No quinto nível, encontram-se os indicadores domicílios sem coleta de lixo e densidade por dormitório que seriam *indicadores de conforto*, sobretudo o último. Por fim, temos os indicadores que representam a desigualdade na distribuição de renda: Índice de Gini no sexto nível e Concentração de Renda no sétimo. Estes indicadores ocupam as duas últimas posições em nossa escala por duas razões básicas: a primeira é para que o peso da renda no cálculo do indicador de pobreza agregado não seja superestimado. A segunda razão é que, apesar de muito difundida a utilização destes indicadores em estudos sobre pobreza (por isso optamos por não deixar de considerá-los em nossa pesquisa), a renda mal distribuída significa *desigualdade*, mas não significa necessariamente pobreza.

Apresentaremos agora a metodologia que utilizamos para atribuir pesos aos indicadores de nossa escala. A partir da escala de prioridade dos indicadores, estabelecemos uma ordem decrescente de pesos para os indicadores, assim, aqueles que se encontram no primeiro nível, recebem o maior peso, e aquele que se encontra no último nível recebe o menor peso. Fizemos uma distribuição linear da hierarquia dos pesos: igualando-se a soma dos pesos a 10^3 , obtivemos o menor peso, $P = 0,1282$. O segundo será o dobro de P , o terceiro o triplo, e assim por diante.

Quadro 2 - Matriz-*Fuzzy* de Pobreza

INDICADOR	PESO
Domicílios sem Energia Elétrica	0,8974
Domicílios sem Esgoto/ Instalação Sanitária	0,8974
Mortalidade Infantil	0,8974
Domicílios sem Água Encanada ou Banheiro	0,8974
Mortalidade por Doenças características de lugares pobres	0,7692
Taxa de Fecundidade	0,7692
Taxa de Analfabetismo	0,7692
Crianças de 7 a 14 anos fora da escola	0,6410
Moradores de Domicílios Subnormais	0,6410
Probabilidade de não-sobrevivência até os 40 anos de idade	0,6410
Linha de 75,50	0,5128
Crianças de 10 a 14 anos com Filhos	0,5128
Moradores sem Coleta de Lixo	0,3846
Domicílios com Densidade/Dormitório acima de 2	0,3846
Índice de Gini	0,2564
Concentração de Renda	0,1282

³

Optamos por igualar a soma dos pesos a 10 para que os pesos dos indicadores na matriz de referência fossem resultados que variassem entre zero e um. Note que isto não altera a proporção dos pesos entre os indicadores.

É com base nesta matriz que calcularemos os índices de pobreza-*fuzzy* agregados para cada Região Metropolitana do Sudeste Brasileiro, nosso campo de análise. O cálculo para o índice-*fuzzy* de pobreza e sua interpretação serão apresentados na próxima seção.

3. ANÁLISE DAS REGIÕES METROPOLITANAS DO SUDESTE BRASILEIRO: CÁLCULO E ANÁLISE DO ÍNDICE FUZZY DE POBREZA

Nesta seção apresentaremos e analisaremos, em primeiro lugar, os índices-*fuzzy* de pobreza para as Regiões Metropolitanas da Região Sudeste do Brasil; em seguida, compararemos os resultados obtidos com o índice de desenvolvimento humano (IDH) dessas regiões para observar se há ou não uma equivalência dos resultados.

Inicialmente, separamos os municípios por conjuntos formadores das Regiões Metropolitanas, agrupando-os pelos códigos de Região Metropolitana. O valor do indicador para cada Região Metropolitana (RM) é o valor médio (ponderado pela população) dos valores do indicador para cada um dos municípios. Assim, formamos uma tabela com o valor do indicador para todas as RMs. Com o auxílio de um exemplo ficará mais claro o procedimento utilizado para o cálculo do índice-*fuzzy* de cada indicador. Tomemos o indicador taxa de mortalidade infantil: a tabela 3 traz os valores desse indicador para todas as RMs consideradas.

Tabela 2 - Mortalidade Infantil Média das Regiões Metropolitanas do Sudeste Brasileiro

NOME_RM	MORTALIDADE INFANTIL MÉDIA
Belo Horizonte	30,1423
Colar Metropolitano da RM de Belo Horizonte	26,1769
Rio de Janeiro	23,0878
São Paulo	23,1728
Grande Vitória	32,4879
Baixada Santista	20,2171
Vale do Aço	23,4598
Colar Metropolitano da RM do Vale do Aço	41,0777
Campinas	15,15480

Dados os valores médios para o indicador taxa de mortalidade infantil para cada RM, calculamos o valor do índice fuzzy para cada RM, conforme a fórmula 1.1, descrita na seção anterior:

$$(1.1) \quad X_{n,j} = \frac{N_j - Min_j}{Max_j - Min_j}$$

O resultado indica o grau de pertinência de cada RM à condição de pobreza relativa (em termos de taxa de mortalidade infantil) entre as regiões analisadas:

Tabela 3 – Índice-*fuzzy* de Mortalidade Infantil por Região Metropolitana

NOME_RM	MORTALIDADE INFANTIL MÉDIA	ÍNDICE
Belo Horizonte	30,14236	0,57816
Colar Metropolitano da RM de Belo Horizonte	26,17697	0,42519
Rio de Janeiro	23,08785	0,30602
São Paulo	23,17283	0,30930
Grande Vitória	32,48795	0,66864
Baixada Santista	20,21714	0,19528
Vale do Aço	23,45989	0,32038
Colar Metropolitano da RM do Vale do Aço	41,07771	1,00000
Campinas	15,15481	0,00000

Assim, podemos observar que, em termos de taxa de mortalidade infantil, a RM com maior grau de pertinência ao conjunto da pobreza, igual a 1,00, é o Colar Metropolitano do Vale do Aço. Vale lembrar que isto não significa que 100% das crianças até cinco anos de idade desta Região Metropolitana estejam mortas; significa, sim, que, dentre as nove RMs analisadas, a que apresentou o maior valor para o indicador mortalidade infantil foi o Colar Metropolitano do Vale do Aço. Em contraste, a região que apresentou o menor valor para este indicador, igual a 0,00, foi a RM de Campinas (SP), o que não significa que não haja incidência de mortes em crianças de até cinco anos de idade, mas apenas que, dentre as regiões analisadas, foi a que apresentou o menor valor.

Este método foi utilizado para os dezesseis indicadores selecionados e para todas as Regiões Metropolitanas pesquisadas. Os resultados estão registrados nas tabelas 4 e 5 a seguir.

Tabela 4 – Índice-*fuzzy* Indicador para as Regiões Metropolitanas

NOME RM	7 A 14 FORA ESCOLA	ÁGUA	GINI	LINHA 75,50	40 ANOS	CONCENTRAÇÃO RENDA	DENSIDADE MORADORES	ESGOTO
Belo Horizonte	0,1350	0,1377	0,6734	0,3394	0,4417	0,6603	0,2729	0,0584
Colar M. da RM de Belo Horizonte	0,0000	0,1735	0,4056	0,0000	0,2304	0,8158	0,0000	0,1191
Rio de Janeiro	0,4392	0,2951	0,7366	0,6887	0,5662	0,5940	0,4440	0,0503
São Paulo	0,3357	0,0446	1,0000	0,9878	0,3904	1,0000	1,0000	0,0068
Grande Vitória	0,4921	0,2089	0,5129	0,4400	0,7567	0,3718	0,2896	0,1035
Baixada Santista	0,1440	0,1076	0,1266	1,0000	0,3818	0,0705	0,6521	0,0312
Vale do Aço	0,0509	0,1772	0,3962	0,4716	0,0875	0,3422	0,1338	0,0684
Colar M. da RM do Vale do Aço	1,0000	1,0000	0,0000	0,5916	1,0000	0,0000	0,1912	1,0000
Campinas	0,2599	0,0000	0,1286	0,6499	0,0000	0,2423	0,3895	0,0000

Tabela 5 – Índice-*fuzzy* Indicador para as Regiões Metropolitanas

NOME RM	FECUNDIDADE	MORTE/DOENÇAS	10 A 14 FILHOS	ANALFABETOS	MORTALIDADE INFANTIL	ENERGIA	FAVELAS	COLETA DE LIXO
Belo Horizonte	0,0651	0,2328	0,3319	0,0507	0,5782	0,0470	0,7441	0,1889
Colar M. da RM de Belo Horizonte	0,2244	0,0214	0,0000	0,1164	0,4252	0,1180	0,0000	0,1715
Rio de Janeiro	0,0845	0,0407	0,7214	0,0079	0,3060	0,0043	0,8753	0,1976
São Paulo	0,0987	0,1221	0,4510	0,0000	0,3093	0,0054	0,7251	0,0060
Grande Vitória	0,1226	0,1580	1,0000	0,0969	0,6686	0,0279	0,0699	0,3182
Baixada Santista	0,3016	0,0000	0,4309	0,0522	0,1953	0,0358	1,0000	0,0130
Vale do Aço	0,0578	1,0000	0,2431	0,1494	0,3204	0,0881	0,4745	0,1517
Colar M. da RM do Vale do Aço	1,0000	0,0523	0,5133	1,0000	1,0000	1,0000	0,0570	1,0000
Campinas	0,0000	0,0057	0,3587	0,0265	0,0000	0,0000	0,4590	0,0000

Com base nesses valores, partiremos para o cálculo do índice-*fuzzy* de pobreza agregado. Para tal, primeiro comparamos esses valores com os valores estabelecidos em nossa matriz de referência. O cálculo *fuzzy* utilizado para definir o valor do grau de pertinência, por indicador, de cada Região consiste na escolha do mínimo entre o valor apresentado pela RM e o valor de referência da matriz de pesos dos indicadores (Quadros 2 e 3). O valor do índice-*fuzzy* de pobreza agregado corresponde ao valor máximo entre os mínimos por indicador. A seguir, justificaremos esse procedimento.

Quadro 3: Matriz Fuzzy de Pobreza

INDICADOR	ÍNDICE INDICATIVO DE PERTINÊNCIA (PESOS)
A -Domicílios sem Energia Elétrica	0,8974
B -Domicílios sem Esgoto/ Instalação Sanitária	0,8974
C -Mortalidade Infantil	0,8974
D -Domicílios sem Água Encanada ou Banheiro	0,8974
E -Mortalidade por Doenças características de lugares pobres	0,7692
F -Taxa de Fecundidade	0,7692
G -Taxa de Analfabetismo	0,7692
H -Crianças de 7 a 14 anos fora da escola	0,641
I -Moradores de Domicílios Subnormais	0,641
J -Probabilidade de não-sobrevivência até os 40 anos de idade	0,641
L -Hiato de 75,50	0,5128
M -Crianças de 10 a 14 anos com Filhos	0,5128
N -Moradores sem Coleta de Lixo	0,3846
O -Domicílios com Densidade/Dormitório acima de 2	0,3846
P -Índice de Gini	0,2564
Q -Concentração de Renda	0,1282

O índice de pobreza e o diagnóstico da pobreza de cada RM são obtidos aplicando-se a relação *fuzzy P*. De acordo com os valores observados dos indicadores, as RM podem ser consideradas pobres em maior ou menor grau, e pobres devido a motivos específicos - isto é, os indicadores que contribuem de forma mais significativa para sua situação de pobreza. Esta relação *fuzzy P* pode ser escrita sob a forma:

$$(1.2) \quad \mu_{\alpha}(IFP) = \max \{ \min \{ \mu_p(P, X), \mu_{\alpha}(X) \} / X \in X, 1 \leq \alpha \leq 9 \}$$

Onde:

$\mu_{\alpha}(IFP)$ é o índice-fuzzy de pobreza agregado (IFP) para a Região Metropolitana α ;

$\mu_p(P, X)$ é o valor de referência do indicador de pobreza que expressa a relação *P* em termos de um indicador *X*;

$\mu_{\alpha}(X)$ é o valor do índice-fuzzy apresentado pela região α para o indicador *X*, onde:

$$X \in X = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, L, M, N, O, P, Q\}. \mu_{\alpha}(X) \text{ varia entre } 0 \text{ e } 1.$$

Assim, primeiramente, obteremos os valores dos mínimos por indicador *X* para cada região α , que correspondem ao mínimo entre o valor apresentado pela Região Metropolitana e o valor (o peso) na Matriz de Referência para cada um dos dezesseis indicadores. A escolha da função *fuzzy* de mínimos pode ser justificada na medida em que, estabelecido um valor de pertinência para determinado indicador (que reflete o “peso” que atribuímos a este indicador no cálculo da pobreza), se a Região Metropolitana apresentar um valor maior que este, selecionar o valor maior para o cálculo do índice de pobreza teria como efeito a superestimação desse indicador no cômputo geral da pobreza. Assim, se uma Região apresenta um valor de 0,85 para o indicador “moradores de domicílios subnormais” e o grau máximo para este indicador proposto como referencial é de 0,641, o valor que deverá prevalecer para o cálculo do índice agregado é o valor de referência 0,641 (que corresponde ao mínimo), e que representaria, na lógica matemática clássica, a interseção entre a matriz de referência e o observado. Esse valor indica que a RM apresenta o máximo grau de pertinência ao conjunto da pobreza em termos desse indicador. Isto ajuda a compreender que a RM é

realmente pobre em termos do indicador, mas também impede que superestimemos sua situação de pobreza.

Observe o exemplo da Região Metropolitana do Rio de Janeiro:

Para o indicador domicílios sem energia elétrica (representado pela letra A, na matriz de referência):

$$\min \{ \mu_p (P,A) , \mu_6 (A) \} = \min \{ 0,8974 ; 0,0043 \} = 0,0043$$

Isso nos leva a concluir que a região metropolitana do Rio de Janeiro em termos de energia elétrica apresenta um grau de pertinência de 0,0043 ao conjunto da pobreza, que corresponde a um valor menor que o de referência para pertencer ao conjunto da pobreza com grau máximo em termos deste indicador.

Para o indicador domicílios sem tratamento de esgoto/saneamento (representado pela letra B, na matriz de referência):

$$\min \{ \mu_p (P,B) , \mu_6 (B) \} = \min \{ 0,8974 ; 0,0503 \} = 0,0503$$

Ou seja, em termos de tratamento de esgoto, a Região Metropolitana do Rio de Janeiro também não deve ser considerada pobre em grau máximo, uma vez que o valor de referência em termos do indicador esgoto é 0,8974.

Para o indicador mortalidade infantil (representado pela letra C, na matriz de referência), o valor é

$$\min \{ \mu_p (P,C) , \mu_6 (C) \} = \min \{ 0,8974 ; 0,3060 \} = 0,3060$$

Com relação a esse indicador, a região metropolitana do Rio de Janeiro também apresenta valor menor que o de referência.

E assim para os demais indicadores:

Água Encanada ou Banheiro:

$$\min \{ \mu_p (P,D) , \mu_6 (D) \} = \min \{ 0,8974 ; 0,2951 \} = 0,2951$$

Mortalidade por Doenças:

$$\min \{ \mu_p (P,E) , \mu_6 (E) \} = \min \{ 0,7692 ; 0,0407 \} = 0,0407$$

Taxa de Fecundidade:

$$\min \{ \mu_p (P,F) , \mu_6 (F) \} = \min \{ 0,7692 ; 0,0845 \} = 0,0845$$

Taxa de Analfabetismo:

$$\min \{ \mu_p (P,G) , \mu_6 (G) \} = \min \{ 0,7692 ; 0,0079 \} = 0,0079$$

Crianças de 7 a 14 anos fora da escola:

$$\min \{ \mu_p (P,H) , \mu_6 (H) \} = \min \{ 0,641 ; 0,4391 \} = 0,4391$$

Moradores de Domicílios Subnormais:

$$\min \{ \mu_p (P,I) , \mu_6 (I) \} = \min \{ 0,641 ; 0,8753 \} = 0,641$$

Probabilidade de não-sobrevivência até os quarenta anos de idade:

$$\min \{ \mu_p (P,J) , \mu_6 (J) \} = \min \{ 0,641 ; 0,5662 \} = 0,5662$$

Hiato de 75,50:

$$\min \{ \mu_p (P,L) , \mu_6 (L) \} = \min \{ 0,5128 ; 0,6887 \} = 0,5128$$

Crianças de 10 a 14 anos com filhos:

$$\min \{ \mu_p (P,M) , \mu_6 (M) \} = \min \{ 0,5128 ; 0,7214 \} = 0,5128$$

Moradores sem coleta de lixo:

$$\min \{ \mu_p (P,N) , \mu_6 (N) \} = \min \{ 0,3846 ; 0,1976 \} = 0,1976$$

Domicílios com densidade dormitório acima de 2:

$$\min \{ \mu_p (P,O) , \mu_6 (O) \} = \min \{ 0,3846 ; 0,4440 \} = 0,3846$$

Índice de Gini:

$$\min \{ \mu_p (P,P) , \mu_6 (P) \} = \min \{ 0,2564 ; 0,7366 \} = 0,2564$$

Concentração de Renda:

$$\min \{ \mu_p (P, Q) , \mu_6 (Q) \} = \min \{ 0,1282 ; 0,5940 \} = 0,1282$$

Para que tenhamos o resultado do índice de pobreza-*fuzzy* agregado, basta que calculemos a função *fuzzy* de máximo para os valores mínimos encontrados por indicador. A função de máximo resulta no índice de pobreza agregado, ou seja, o índice que representa o grau de pertinência da Região Metropolitana ao conjunto de pobreza em termos da cesta de indicadores selecionados e das RM analisadas. A escolha do máximo tem a finalidade de evidenciar a maior dentre todas as formas de carência observadas. Em outras palavras, o máximo reflete o grau de pertinência da RM ao conjunto da pobreza em termos da causa que mais contribui para tal (equivale à idéia de união na lógica clássica) e expressa a idéia de unir, em um único indicador, todas as causas de pobreza apresentadas pela RM. Dessa forma identificamos não apenas o grau de pertinência da região ao conjunto da pobreza como um todo, como também a principal causa de sua pobreza. Se o índice agregado fosse estimado pelo valor mínimo, estaríamos nos arriscando a subestimar a situação de pobreza da região, uma vez que já havíamos evitado a superestimação do resultado quando optamos por selecionar os valores mínimos por indicador.

Assim, o valor do índice-*fuzzy* de pobreza agregado para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro é:

$$= \text{Máx} \{ \min \{ 0,8974; 0,0043 \}, \min \{ 0,8974; 0,0503 \}, \dots \min \{ 0,1282; 0,5940 \} \}$$

$$= \text{Máx} \{ 0,0043; 0,0503 \dots 0,1282 \}$$

$$\mu_6 (IFP) = 0,6410$$

Chegamos à conclusão de que a Região Metropolitana do Rio de Janeiro pertence ao conjunto da pobreza com grau de pertinência de 0,6410, com este grau podendo variar no intervalo fechado de 0 a 1. Este resultado, por sua vez, reflete o relativamente elevado percentual de moradores de domicílios subnormais – favelas – nessa região.

Uma vantagem desse índice é que ele revela a pertinência à condição de pobreza de todos os indicadores, não apenas do “pior”. Assim, se fossem eliminados os domicílios subnormais, a pobreza da região estaria ainda refletida em outros indicadores. Pela observação dos resultados, é possível notar que a Região ainda poderia ser considerada pobre, com um grau de pertinência ao conjunto da pobreza de 0,5662. A causa para este índice seria a probabilidade de não sobrevivência até os 40 anos. Até que a última dentre as dezesseis causas possíveis selecionadas fosse combatida, a Região poderia ser considerada pobre em algum grau⁴.

Na tabela abaixo apresentamos os resultados do Índice-*fuzzy* de Pobreza Agregado para cada Região Metropolitana analisada em termos dos dezesseis indicadores selecionados:

⁴ Obviamente, não houve pretensão alguma de exaustividade dessas causas e indicadores de pobreza. Além do mais, para mero efeito de exposição, estamos desconsiderando a hipótese de o combate a uma causa de pobreza ter efeitos sobre outras causas.

Tabela 6 – Índice-*fuzzy* de Pobreza Agregado (IFP) por Região Metropolitana

RM	UF	IFP
Colar Metropolitano do Vale do Aço	MG	0,8974
Vale do Aço	MG	0,7692
Grande Vitória	ES	0,6686
Rio de Janeiro	RJ	0,641
Belo Horizonte	MG	0,641
Baixada Santista	SP	0,641
São Paulo	SP	0,641
Campinas	SP	0,5128
Colar Metropolitano de BH	MG	0,4252

Para efeito de análise, consideremos agora duas Regiões Metropolitanas, Rio de Janeiro e Vitória, que apresentaram resultados consideravelmente próximos para o índice agregado. O valor do índice-*fuzzy* de pobreza agregado para a Região Metropolitana da Grande Vitória é:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Máx} \{ \text{mín} \{0,8974 ; 0,6686\}, \dots, \text{mín} \{0,1282 ; 0,3718\} \} \\
 &= \text{Máx} \{0,6686, \dots, 0,1282\} \\
 \mu_7 (IFP) &= 0,6686
 \end{aligned}$$

Anteriormente, constatamos que a Região Metropolitana do Rio de Janeiro possui grau de pertinência de 0,641 ao conjunto de pobreza, o que a torna pobre em uma magnitude próxima à da RM de Vitória. Porém, estas regiões pertencem ao conjunto da pobreza por razões diferentes. Enquanto a Região Metropolitana do Rio de Janeiro tem como principal causa da pobreza, dada uma escala de prioridades, o percentual de moradores de domicílios subnormais, a região da Grande Vitória é pobre por um aspecto diferente. É a relativamente alta taxa de mortalidade infantil da população desta região que a faz pertencer ao conjunto da pobreza com grau de 0,6686. Esta não é a única razão para que exista pobreza nesta região, mas dentre as causas analisadas, esta é a principal. Se fosse implantado um programa eficaz de combate à mortalidade infantil nesta região metropolitana, *coeteris paribus*, a mesma passaria a pertencer ao conjunto da pobreza com grau 0,641, devido à probabilidade de não-sobrevivência até os quarenta anos de idade. Note que o grau de pertinência ao conjunto da pobreza passaria a ser o mesmo verificado para a RM do Rio de Janeiro, e mesmo assim, as causas da pobreza continuariam a ser diferentes nas duas regiões.

A tabela 7 nos permite observar a intensidade e a multidimensionalidade da pobreza nas RMs analisadas, segundo nossa escala de prioridades. Nela figuram os valores para a função *fuzzy* de mínimo dos indicadores.

Tabela 7 – Função-*fuzzy* de Mínimo por Indicador para as Regiões Metropolitanas

NOME RM	7 A 14 FORA ESCOLA	ÁGUA	GINI	HIATO 75,50	40 ANOS	CONCENTRAÇÃO RENDA	DENSIDADE MORADORES	ESGOTO
Belo Horizonte	0,135	0,1377	0,2564	0,3394	0,4417	0,1282	0,2729	0,0584
Colar M. da RM de Belo Horizonte	0	0,1735	0,2564	0	0,2304	0,1282	0	0,1191
Rio de Janeiro	0,4392	0,2951	0,2564	0,5128	0,5662	0,1282	0,3846	0,0503
São Paulo	0,3357	0,0446	0,2564	0,5128	0,3904	0,1282	0,3846	0,0068
Grande Vitória	0,4921	0,2089	0,2564	0,44	0,641	0,1282	0,2896	0,1035
Baixada Santista	0,144	0,1076	0,1266	0,5128	0,3818	0,0705	0,3846	0,0312
Vale do Aço	0,0509	0,1772	0,2564	0,4716	0,0875	0,1282	0,1338	0,0684
Colar M. da RM do Vale do Aço	0,641	0,8974	0	0,5128	0,641	0	0,1912	0,8974
Campinas	0,2599	0	0,1286	0,5128	0	0,1282	0,3846	0

As principais causas de pobreza encontradas foram o percentual de moradores de domicílios subnormais, a alta taxa de mortalidade infantil, a probabilidade de não sobrevivência até os quarenta anos de idade, crianças de 10 a 14 anos com filhos e o hiato de 75,50, dada a escala de prioridades estabelecida.

Finalmente, cabe uma comparação entre os dados referentes à renda (índice de Gini, concentração de renda e Hiato de 75,50) e o índice multidimensional utilizado. Para tanto, construímos um índice-*fuzzy* de pobreza de renda (IFR). A metodologia foi a mesma utilizada para o índice agregado que leva em conta os dezesseis indicadores. Os resultados desse exercício estão na tabela 8.

Tabela 8 – Índice-*fuzzy* Renda e Índice-*fuzzy* de Pobreza Agregado

NOME_RM	Índice Fuzzy – RENDA (IFR)	Índice Fuzzy de Pobreza (IFP)
Rio de Janeiro	0,5128	0,641
São Paulo	0,5128	0,641
Baixada Santista	0,5128	0,641
Colar M. da RM do Vale do Aço	0,5128	0,8974
Campinas	0,5128	0,5128
Vale do Aço	0,4716	0,7692
Grande Vitória	0,44	0,6686
Belo Horizonte	0,3394	0,641
Colar M. da RM de Belo Horizonte	0,2564	0,4252

Levando-se em consideração somente os indicadores referentes à renda, em todos os casos, exceto Campinas, os valores para o índice de pobreza são reduzidos - a pobreza de renda (IFR) é inferior à pobreza multidimensional (IFP) – o que poderia indicar que o IFR subestima a pobreza dessas regiões. Além disso, nota-se que a ordem ocupada pelas regiões no ranking de pobreza relativa fica consideravelmente alterada. Por exemplo, em que pese o fato da região Metropolitana do Colar do Vale do Aço apresentar um grau de pertinência ao conjunto da pobreza muito maior que a Região do Rio de Janeiro, por exemplo, se levarmos em conta indicadores como abastecimento de água e banheiro em domicílios, abastecimento de energia elétrica, tratamento de esgoto e mortalidade infantil, a mesma região passa a ser considerada tão pobre quanto as Regiões do Rio de Janeiro, São Paulo e Baixada Santista se levarmos em consideração, na nossa avaliação de pobreza, somente a renda.

Quando utilizamos somente o IFR como indicador de pobreza, incorremos no erro de considerar que as regiões do Rio de Janeiro, São Paulo, Baixada Santista e Colar Metropolitano do Vale do Aço são igualmente pobres e pela mesma razão (baixa renda e sua má distribuição). Sabemos, no entanto, que os graus de pertinência ao conjunto da pobreza variam consideravelmente, assim como variam os motivos da situação de pobreza. A característica multidimensional da pobreza nos obriga a levar em conta outros indicadores em sua identificação.

3.1 Uma breve comparação com o IDH

Assim como o índice-*fuzzy* de pobreza (IFP) utilizado neste trabalho, o IDH é um indicador multidimensional, pois afere o desenvolvimento humano em três dimensões: expectativa de vida ao nascer, renda per capita e escolarização (taxa de alfabetização e taxa de matrícula bruta nas três séries do ensino). Analogamente, o IFP e o IDH podem ser desagregados, de modo a que se conheça a “causa” da pobreza. Além disso, os dois índices apresentam o aspecto da subjetividade, uma vez que a escolha das variáveis

envolvidas nos cálculos é realizada com base no ponto de vista de seus respectivos idealizadores. Porém, o IFP vai além não apenas pelo número de variáveis que abrange (o que é perfeitamente flexível, já que podemos utilizar no cálculo a abordagem que desejarmos, através da inclusão de indicadores), como também por permitir relacionar, uma à outra, a posição de cada unidade geográfica na ordenação da pobreza: uma alteração no valor de um indicador qualquer para uma determinada região, pode alterar os valores para o índice deste mesmo indicador para todas as demais regiões envolvidas na análise. Adicionalmente, o IFP nos dá imediatamente a informação sobre a principal causa da pobreza, ao invés de uma média ponderada de seus componentes, como é o caso do IDH.

Quadro 5: Propriedades do IDH e do IFP

ÍNDICES	PROPRIEDADES			
	MULTIDIMENSIONALIDADE	CAPACIDADE DE DESAGREGAÇÃO	RELATIVIDADE	SUBJETIVIDADE
IDH	x	x		x
IFP	x	x	x	x

A seguir, apresentamos uma tabela que contém os valores para o IDH, divulgados pelo PNUD, para as Regiões Metropolitanas analisadas com referência ao ano de 2000:

Tabela 9 – IDH e IFP: valores comparados

RM	IDH - PNUD	IFP
Colar Metropolitano do Vale do Aço	0,687	0,8974
Vale do Aço	0,803	0,7692
Grande Vitória	0,798	0,6686
São Paulo	0,828	0,641
Baixada Santista	0,817	0,641
Rio de Janeiro	0,816	0,641
Belo Horizonte	0,811	0,641
Campinas	0,835	0,5128
Colar Metropolitano de BH	0,792	0,4252

Fonte: PNUD

Convém lembrar que a ordem dos indicadores é oposta, ou seja, enquanto para o índice-*fuzzy* quanto mais próximo estiver o índice de zero, menos pobre é a região metropolitana, para o IDH, quanto mais próximo de zero estiver o índice, menor será o grau de desenvolvimento da região.

Para ambos indicadores, a Região Metropolitana do Colar Metropolitano do Vale do Aço é a mais pobre (ou a menos desenvolvida). O Colar Metropolitano de Belo Horizonte, considerada a região menos pobre em termos do índice *fuzzy*, ocupa a segunda pior posição em termos de desenvolvimento (IDH), porém, devemos levar em conta que da primeira à oitava posição do IDH, os valores dos índices variam em proporção menor que os valores para o índice *fuzzy*. Campinas, que é a segunda Região Metropolitana menos pobre em termos de índice *fuzzy*, é a região mais desenvolvida, segundo o IDH. Dadas as comparações realizadas, pudemos constatar que existe alguma relação entre pobreza tal como medida pelo nosso IFP e desenvolvimento humano como apurado pelo IDH.

4. Conclusão

A pobreza de um indivíduo equivale à sua incapacidade para realizar estados e atividades que ele tem razão para valorizar. A observação de uma incapacidade nem sempre é fácil – é óbvia na morte prematura, seja na infância, seja na juventude, ou na contração de doenças de evitação possível, menos clara quando se reflete na falta de conhecimento ou de informação, na ausência de gratificação com o trabalho que se faz, na não participação na vida da comunidade, e assim por diante. Esse é um desafio com o qual se confrontam todos os estudiosos de pobreza, que querem estimar a *ausência* de um estado/atividade, não sua presença. Entretanto, os estudos sobre pobreza avançam galopantemente na identificação de *proxies* observáveis de pobreza, multiplicando as variáveis sob consideração, que se supõe, possuam alguma relação com as realizações efetivas (como causa delas, como meio para elas, etc).

Na direção da sofisticação dessa sensibilidade em relação à pobreza se alinham os estudos que se utilizam da função *fuzzy* para estimar “quão pobre relativamente aos demais” e “pobre devido a que” um indivíduo, um grupo, uma região podem ser. São úteis para mostrar quão heterogêneo pode ser um grupo aparentemente homogêneo de regiões, tanto em termos de sua pobreza relativa quanto em termos da causa material dessa pobreza. Consequentemente, pode ser um poderoso instrumento para aumentar a eficiência de políticas públicas.

No nosso estudo sobre as Regiões Metropolitanas do Sudeste brasileiro, patenteou-se a heterogeneidade dessas regiões (não tão evidente quando se utiliza o IDH), tanto em termos do seu grau de pertinência ao conjunto da pobreza quanto da variabilidade das causas principais dessa pobreza.

5. Referências Bibliográficas

- ATLAS do Desenvolvimento Humano. Brasília, 2000. Disponível em <<http://www.pnud.org.br>>
- CONCEITO de IDH – PNUD. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/idh/>>
- DATASUS. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>
- DE CARVALHO PEREIRA DA SILVA, Mirela, PAES DE BARROS, Ricardo. *Pobreza Multidimensional no Brasil*, ANPEC, 2006.
- FONSECA, Oswaldo. *Aplicação de Métodos de Análise Espacial e da Teoria dos Conjuntos Nebulosos em Estudos sobre Pobreza*. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2003.
- KUMMAR SEN, Amartya. *Desenvolvimento como Liberdade*. São Paulo. Companhia das Letras, 1999.
- LEMMI, Achille. The Fuzzy Approach to Multidimensional Poverty: the case of Italy in the 90's. In: *International Conference – The Many Dimensions of Poverty*. Brasília, 2005.
- MARRA LOPES, Helger, BRÍGIDO ROCHA MACHADO, Paulo, MACHADO, Ana Flávia. *Análise da Pobreza com Indicadores Multidimensionais*. Minas Gerais: ABEP, Campinas: UNICAMP, 2003.
- PENGO BAGOLIN, Izete, PERES DE AVILA, Rodrigo. *Poverty Distribution Among The Brazilian States: A Multidimensional Analysis Using Capabilities and Needs Approaches*, ANPEC 2006.