

**POBREZA FUZZY MULTIDIMENSIONAL:
Uma análise das condições de vida na Zona Oeste do Rio de Janeiro: 1991 e 2000**

Kleber Pacheco

Programa de pós-graduação em Economia – Doutorando em Economia – UFF

Renata Del-Vecchio (renata@vm.uff.br)

Programa de pós-graduação em Economia – Instituto de Matemática – UFF

Celia Kerstenetzky

Programa de pós-graduação em Economia – UFF

RESUMO

O artigo estima a pobreza de um modo alternativo ao método mais ortodoxo de linhas de pobreza. Aplicando a lógica *fuzzy*, nosso estudo ordena os bairros da Zona Oeste do Rio de Janeiro, enfatizando a condição de pobreza relativa destes. Para isto, tratamos a pobreza como um fenômeno multidimensional e não apenas monetário. Nossos resultados mais importantes são: (1) a pobreza aferida em termos de recursos monetários não reflete a pobreza em termos de condições multidimensionais de vida; (2) a aplicação da lógica *fuzzy* no trabalho, ao enfatizar a privação relativa, revela-se um instrumento importante para políticas públicas que querem identificar quem ficou para trás no movimento de universalização dos serviços públicos; (3) a Zona Oeste do Rio, região considerada pobre, revela situações de heterogeneidade na margem, em que um pequeno esforço poderia levar à universalização de realizações já garantidas para a maioria das localidades.

Palavras-chave: pobreza multidimensional; pobreza fuzzy; Zona Oeste do Rio de Janeiro

ABSTRACT

The article estimates poverty alternatively to the 'orthodox' method of poverty line. Applying fuzzy logic, our study compare the districts within the Western Zone of the Rio de Janeiro, emphasizing the condition of relative poverty of these. In order to obtain it, we consider poverty as a multidimensional phenomenon and not only as a lack of income. Our most important results are: (1) poverty measured in terms of monetary resources, does not reflect poverty in multidimensional terms of standard of living; (2) the application of fuzzy logic in this work, emphasizing the relative deprivation, is an important tool for public policies that want to identify "who was behind" in the movement of universalization of public services; (3) the West Zone of Rio, a region considered poor, manifests situations of threshold heterogeneity, where a relatively small effort could lead to universal achievements already guaranteed for most locations.

Key-Words: multidimensional poverty; fuzzy poverty; West Zone of Rio de Janeiro

1 – INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é aplicar a teoria dos conjuntos *fuzzy* para analisar a pobreza de uma região da cidade do Rio de Janeiro, a zona oeste. Nosso objetivo último é avaliar o valor adicionado de tal abordagem na mensuração das condições de vida de uma comunidade.

A utilização da lógica *fuzzy*, formalmente desenvolvida por Zadeh (1960), tem tido especial relevância na mensuração de pobreza a partir das contribuições seminais de Cerioli e Zani (1990) e Cheli e Lemmi (1995). A teoria dos conjuntos *fuzzy* foi desenvolvida por Zadeh para formalizar matematicamente situações envolvendo “graus de verdade”: as funções *fuzzy* atribuem números reais, no intervalo entre [0,1], a graus de verdade de afirmações – algo que não é definitivamente verdadeiro (1) ou falso (0) poderia assumir um valor de verdade intermediário (entre 0 e 1) (Qizilbash 2003). Essa teoria se presta a formalizar situações (conceitos, fenômenos, afirmações) envolvendo ambigüidade e imprecisão e acabou por exercer atração sobre economistas

interessados na quantificação da pobreza (Sen 1981, Chiapero Martinetti 1996; Shorrocks 1997). Tal atração se explica pelo fato da pobreza ser um fenômeno impreciso: ainda que certas situações claramente denotem seja a presença de pobreza seja sua ausência, existe um conjunto de situações intermediárias ambíguas em que o analista não está seguro sobre a pobreza da situação analisada.

Na verdade, existe um consenso entre os estudiosos da pobreza sobre a imprecisão de sua medida; não há, entretanto, consenso quanto à natureza dessa imprecisão e quanto ao método de apreendê-la. Mesmo entre aqueles que utilizam uma linha de pobreza monetária, há uma preocupação com relação à imprecisão dessa medida; porém a imprecisão é atribuída mais à falta de informação à disposição do analista do que à natureza do fenômeno estudado, algo que têm levado esses economistas a desenvolver várias linhas de pobreza, adotando a abordagem da dominância (ver, p.ex. Ravallion, cf. Qizilbash 2003). Outras abordagens localizam a imprecisão na própria natureza do fenômeno estudado. A teoria dos conjuntos *fuzzy* se apresenta como uma forma de quantificação de situações imprecisas, em que a imprecisão do fenômeno estudado é reconhecida e explicitada; na análise da pobreza, os valores *fuzzy* revelariam distintos graus de pobreza. Uma implicação é que essa análise normalmente não utiliza linhas de pobreza na quantificação da mesma.

Uma questão interessante tem sido levantada em relação a esta abordagem. Em que pese revelar um respeito maior à complexidade da pobreza reconhecendo sua imprecisão, e buscar precisar matematicamente essa imprecisão, não é muito claro como interpretar o valor *fuzzy* de pobreza obtido. Uma interpretação sugerida por Qizilbash (2003) é compreender o valor *fuzzy* como uma expressão do grau de vulnerabilidade da unidade analisada (indivíduo, família, domicílio, unidade geográfica) à situação de pobreza, vulnerabilidade não no sentido de probabilidade, mas no sentido de *proximidade* da situação de pobreza. Assim, um indivíduo com um valor *fuzzy* de pobreza de 0,8 está mais próximo da pobreza do que outro com um valor de 0,32 – e é apenas nesse sentido que o risco dele ser indubitavelmente pobre é maior do que o do segundo indivíduo.

Várias questões se colocam na operacionalização dessa teoria: quais as variáveis a serem consideradas, que função de pertinência ao conjunto da pobreza utilizar, como atribuir pesos para agregar variáveis em cada dimensão e dimensões em um índice sintético de pobreza *fuzzy*. Nosso propósito neste artigo não é analisar essas possibilidades, mas aplicar uma das possibilidades existentes em uma situação concreta – uma região no Rio de Janeiro – e avaliar o seu potencial informativo sobre a situação de vulnerabilidade à pobreza dessa região. Por meio desse exercício, mostramos uma forma de operacionalizar a abordagem, algumas das vantagens e limitações do método escolhido e analisamos a região escolhida à luz da metodologia adotada.

Por que a Zona Oeste do Rio de Janeiro? A escolha dessa região se deveu ao fato de ser considerada a zona mais pobre da cidade, segundo diferentes abordagens, e também à sua notória heterogeneidade, englobando os bairros prósperos da Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes e bairros desfavorecidos como o Itanhangá e Inhoaíba.

Em nosso exercício optamos por construir um índice multidimensional de pobreza e dois índices de renda, o que nos permitiu comparar os resultados, revelando certa independência entre a pobreza multidimensional e a pobreza de renda. No indicador de renda utilizado (PIB per capita, Gini e Theil), o índice de renda subestimou a pobreza. Além desses resultados, a nossa utilização do método *fuzzy* permitiu uma visualização da pobreza *relativa* na Zona Oeste, estabelecendo um ranking de posições dos bairros na região e identificando as variáveis multidimensionais que foram responsáveis pelo posicionamento do bairro no ranking – por conta do método de agregação escolhido, os pesos das variáveis foram determinados em função do “isolamento” do bairro em relação às realizações alcançadas pelos demais, sendo tanto maior quanto maior esse isolamento. Essa poderia ser uma característica pouco interessante do método utilizado, isto é, o fato de enfatizar a privação relativa, não a absoluta. Porém, se combinada com outros métodos de mensuração, essa informação se acrescenta ao conjunto de informação do analista interessado em entender a pobreza e conceber políticas públicas para combatê-la – em particular, ela chama atenção para uma privação que poderia ser facilmente sanada, dado o

padrão de vida disponível para a maioria ou grande parte dos demais. De todo modo, é nossa convicção que a análise da pobreza, fenômeno essencialmente impreciso, requer a adoção de vários métodos de mensuração bem como o reconhecimento de sua complementaridade.

Na próxima seção descrevemos a metodologia utilizada, na seção 3, analisamos os resultados e na última seção concluímos, destacando os principais resultados e linhas de pesquisa futuras.

2 – METODOLOGIA

2.1 - Os Indicadores Escolhidos

A teoria dos conjuntos *fuzzy* permite a mensuração dos graus de pobreza relativamente à determinada amostra. Ou seja, com este método é possível comparar e classificar (ordenar) os elementos de um mesmo conjunto, atribuindo graus de pobreza a estes elementos, ao invés de apenas classificar os elementos como pobres ou não. Esse tipo de metodologia vem sendo aplicada no Brasil em estudos relativos à pobreza, como Lopes (2003), Kreter e Del-Vecchio (2008) e Carvalho *et al.* (2007). Neste trabalho, abordamos a pobreza como um fenômeno multidimensional e adotamos um método *fuzzy* específico de estimação da pobreza, o que esclarecemos na seção 2.3.

Considerando o caráter multidimensional da presente avaliação de pobreza, foram escolhidos 24 (vinte e quatro) indicadores. As variáveis utilizadas foram escolhidas de modo a abranger aspectos que aproximem da realidade a situação sócio-econômica dos indivíduos e dos domicílios. Essas variáveis englobam características de saúde, renda, educação e condições de moradia. Os dados selecionados para a construção dos índices *fuzzy* de pobreza foram extraídos de uma única fonte, o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e levam em conta informações das duas últimas pesquisas censitárias do Instituto, ou seja, os anos de 1991 e 2000.

1. SAÚDE
 - i. Mortalidade até os 5 anos
 - ii. Esperança de vida ao nascer
 - iii. Probabilidade de sobrevivência até os 40 anos
 - iv. Taxa de fecundidade total
2. RENDA
 - i. Renda per Capita
 - ii. Índice de Gini
 - iii. Índice L de Theil
3. EDUCAÇÃO
 - i. Percentual de crianças de 5 a 6 anos fora da escola
 - ii. Percentual de crianças de 7 a 14 anos fora da escola
 - iii. Percentual de adolescentes de 15 a 17 anos fora da escola
 - iv. Percentual de crianças de 7 a 14 anos analfabetas
 - v. Percentual de pessoas de 15 anos ou mais analfabetos
 - vi. Percentual de crianças de 10 a 14 anos com menos de 4 anos de estudo
 - vii. Percentual de pessoas de 15 anos e mais com menos de 4 anos de estudo
4. CONDIÇÕES DE MORADIA
 - i. Percentual de pessoas que vivem em domicílio com densidade maior do que 2 (duas) pessoas por dormitório
 - ii. Percentual de pessoas que vivem em domicílio com energia elétrica e TV
 - iii. Percentual de pessoas que vivem em domicílios com telefone
 - iv. Percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica e geladeira
 - v. Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada
 - vi. Percentual de pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada
 - vii. Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com coleta de lixo

viii. Percentual de pessoas que vivem em domicílio com energia elétrica

Optamos por separar as dimensões saúde, educação e condições de moradia, da dimensão renda, com o objetivo de construir um índice multidimensional (sem renda) e dois índices de renda (PIB per capita, Gini e Theil; e incidência de pobreza). A separação de um indicador multidimensional se deveu ao nosso desejo de construir um indicador que refletisse a qualidade de vida, englobando realizações relacionadas à saúde, à educação e conhecimento e às condições de moradia em sentido amplo, em harmonia com a concepção de Sen de que o bem-estar se reflete na qualidade de vida e não na posse de recursos monetários.

Nesse sentido, é interessante observar o grau de equivalência entre uma medida que inclui apenas realizações multidimensionais e outra relacionada à renda. Outra opção feita se refere à escolha da unidade de análise. Neste trabalho optamos por utilizar dados agregados referentes aos bairros, portanto nossas variáveis são medidas em termos seja de percentuais de realização no bairro seja de valores médios no bairro. Ou seja, a informação obtida mostra, por exemplo, qual o percentual de pessoas que vivem em domicílio com densidade maior do que duas pessoas por dormitório, em vez de mostrar qual é exatamente a densidade por dormitório de cada domicílio em dado bairro.

2.2 - A Região Seleccionada

A região escolhida para análise de pobreza corresponde à Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro/RJ. Nessa região estão compreendidas 2 Áreas de Planejamento, 8 Regiões Administrativas e 40 bairros, que são relacionados a seguir: Jacarepaguá, Anil, Gardênia Azul, Curicica, Freguesia, Pechincha, Taquara, Tanque, Praça Seca e Vila Valqueire compreendendo a região administrativa XVI (Jacarepaguá); Joá, Itanhangá, Barra da Tijuca, Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande, Recreio e Grumari, compreendendo a região administrativa XXIV (Barra da Tijuca); Cidade de Deus compreendendo a região administrativa XXXIV (Cidade de Deus); Padre Miguel, Bangu e Senador Camará compreendendo a região administrativa XVII (Bangu); Santíssimo, Campo Grande, Senador Vasconcelos, Inhoaíba e Cosmos compreendendo a região administrativa XVIII (Campo Grande); Paciência, Santa Cruz e Sepetiba compreendendo a região administrativa XIX (Santa Cruz); Guaratiba, Barra de Guaratiba e Pedra de Guaratiba compreendendo a região administrativa XXVI (Guaratiba); e Deodoro, Vila Militar, Campo dos Afonsos, Jardim Sulacap, Magalhães Bastos e Realengo compreendendo a região administrativa XXXIII (Realengo).

Como os dados censitários foram extraídos da base de dados da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, alguns bairros apresentam informações agregadas com outros bairros próximos, como é o caso de Recreio dos Bandeirantes e Grumari; e Deodoro, Vila Militar, Campo dos Afonsos e Jardim Sulacap. Dada essa limitação, em vez de quarenta bairros, apenas trinta bairros foram considerados na construção dos índices *fuzzy*.

2.3 - Cálculo dos Índices *Fuzzy*

A construção dos índices *fuzzy* foi feita a partir dos dados extraídos do Censo Demográfico e utilizando uma das duas fórmulas básicas, que foram escolhidas conforme a relação da variável com a pobreza. Para variáveis de relação positiva com a pobreza, ou seja, quando o valor da variável aumenta, a pobreza aumenta (por exemplo a variável 3.v: percentual de pessoas de 15 anos ou mais analfabetos), utilizou-se a seguinte fórmula para definir a função de pertinência:

$$x_{i,j} = \frac{N_j - \text{Min}_j}{\text{Max}_j - \text{Min}_j}, \quad 1 < j < 25; 1 < i < 30. \quad (1)$$

$x_{i,j}$ = valor do índice *fuzzy* para o indicador j calculado para o bairro i;

N_j = valor observado da série do indicador j para o bairro i;

Min_j = valor mínimo da série do indicador j;

Max_j = valor máximo da série do indicador j.

Para variáveis de relação negativa com a pobreza, ou seja, quando o valor da variável aumenta, reduz-se a pobreza (por exemplo a variável 2.i: renda per capita), utilizou-se a seguinte fórmula:

$$x_{i,j} = \frac{Max_j - N_j}{Max_j - Min_j}, \quad 1 < j < 25; 1 < i < 30. \quad (2)$$

Onde $x_{i,j}$, N_j , Min_j , Max_j estão definidos como no caso anterior.

Nesses dois casos, optamos pelo uso de funções lineares para as funções de pertinência, como sugerido em Cerioli e Zani (1990). Também optamos por não pré-estabelecemos um piso e um teto para cada indicador, escolhendo o máximo e o mínimo entre os valores observados. Deste modo o índice obtido é relativo, isto é, o índice *fuzzy* de um bairro com respeito a um determinado indicador depende dos valores dos outros bairros em relação ao mesmo indicador. Ou seja, o que estamos aferindo é a posição relativa de pobreza de um bairro com respeito aos outros, na mesma região, estabelecendo uma hierarquia entre os bairros, do mais pobre ao menos pobre. Cabe ainda notar que outros tipos de funções de pertinência podem ser usadas; Cheli e Lemmi (1995) propõem funções não lineares.

Muitos trabalhos que utilizam a metodologia *fuzzy*, arbitram “pisos” (valores mínimos) e “tetos” (valores máximos) como limites para considerar uma família ou indivíduo como pobre ou não-pobre. Ou seja, abaixo de dado valor mínimo a família seria considerada pobre e acima de dado valor máximo a família seria considerada não-pobre. Exemplo: uma família que ganha R\$ 5 mil mensais é por hipótese tão não-pobre quanto uma família que ganha R\$ 30 mil mensais, assim como duas famílias que ganhem menos que digamos um salário mínimo são certamente consideradas pobres, independentemente de uma ganhar um pouco mais que a outra. Essa idéia poderia ser aplicada a todas as variáveis.

Os índices construídos a partir dessas fórmulas variam de 0 (zero) a 1 (um), onde 0 (zero) corresponde ao índice do bairro que apresenta o menor valor para dada variável, e 1 (um) corresponde ao índice do bairro que apresenta o maior valor para dada variável. Quanto mais próximo a 0 (zero) o índice de um bairro, mais afastado este bairro está da pobreza, e quanto mais próximo a 1 (um), mais próximo ele está da pobreza.

2.4 - O Peso dos Indicadores

Alguns trabalhos que tratam de pobreza multidimensional identificam o problema da escolha dos pesos dos indicadores para o cálculo do índice agregado de pobreza, como Barros, Carvalho e Franco (2006), que, na ausência de informação sobre a escolha social, acabaram optando pela atribuição de pesos iguais às diferentes dimensões. Esse problema é notado também em trabalho recente sobre pobreza nas regiões metropolitanas do Sudeste do Brasil (Carvalho, Kerstenetzky e Del-Vecchio, 2007); nesse caso, porém, os autores optaram por ponderar os indicadores a partir de hierarquização baseada na concepção de “funcionamentos básicos”, introduzida por Sen (1999)

Entretanto, na maior parte dos trabalhos baseados na teoria dos conjuntos *fuzzy*, é comum encontrar a escolha dos pesos feita com base em instrumental matemático, como explicamos abaixo (cf. Cheli e Lemmi 1995). A propalada vantagem dessa metodologia para cálculo de pesos é que não haveria arbitrariedade na escolha destes. Na verdade, essa metodologia enfatiza a privação relativa, pressupondo que a relevância da situação de pobreza em cada dimensão é dada pela comparação com os demais bairros, o que não deixa de ser uma escolha normativa, revelando que mesmo a utilização de instrumental matemático não cancela a necessidade de escolhas subjetivas. A “hierarquização” das dimensões é, pois, obtida através da própria comparação entre os bairros.

Tendo isto como base, os pesos dos indicadores são calculados, ponderados pelo tamanho da população dos bairros, com base na fórmula a seguir:

$$w_j = \ln \left[\frac{n}{\sum_{i=1}^n x_{i,j} n_i} \right] \quad (3)$$

w_j = peso do indicador j; $x_{i,j}$ = valor do índice *fuzzy* para o indicador j calculado para o bairro i;

n = população total; n_i = população do bairro i.

Desse modo, um indicador que obteve altos índices para a maioria dos bairros terá um peso menor que um indicador que apresentou índices menores em muitos bairros, isto é, fixando j, quanto maior forem os $x_{i,j}$ (maior denominador) menor será w_j . Isto traduz a intenção de dar maior peso a um atributo no qual a maioria dos agentes investigados não apresenta um grau de pobreza relevante, portanto a privação em relação a ele será mais destacada que a privação referente a um atributo que não está disponível para a maioria.

O caso extremo de um indicador no qual todos os bairros apresentassem o grau máximo de pobreza ($x_{i,j}=1$, para todo i) o peso correspondente seria zero, isto é este atributo seria desconsiderado, pois não serve para diferenciar os bairros uns dos outros, com respeito à pobreza. O outro caso extremo, em que nenhum bairro apresentasse grau de pobreza ($x_{i,j}=0$, para todo i) o peso não pode ser calculado pela fórmula acima, e podemos simplesmente desconsiderá-lo no índice agregado. Nenhuma dessas situações ocorreu com os índices aqui escolhidos.

Com base nessa apuração de pesos, que permite uma ordenação completa (sem que dois indicadores apresentem o mesmo peso), chegamos à seguinte classificação:

Tabela 1 – Peso dos Indicadores

Indicadores	PESOS	
	1991	2000
Mortalidade até cinco anos de idade	0,50	0,52
Esperança de vida ao nascer	0,43	0,43
Probabilidade de sobrevivência até 40 anos	0,48	0,50
Taxa de fecundidade total	0,68	0,81
Percentual de pessoas com renda domiciliar per capita abaixo de R\$75,50	0,69	0,53
Percentual de crianças em domicílios com renda per capita menor que R\$75,50	0,63	0,48
Renda per Capita	0,10	0,11
Índice de Gini	0,63	0,69
Índice L de Theil	0,82	0,77
Percentual de crianças de 5 a 6 anos fora da escola	0,79	1,03
Percentual de crianças de 7 a 14 anos fora da escola	1,38	1,43
Percentual de adolescentes de 15 a 17 anos fora da escola	0,55	1,02
Percentual de crianças de 7 a 14 anos analfabetas	1,13	0,73
Percentual de pessoas de 15 anos ou mais analfabetos	1,11	0,74
Percentual de crianças de 10 a 14 anos com menos de 4 anos de estudo	0,49	0,52
Percentual de pessoas de 15 anos e mais com menos de 4 anos de estudo	0,77	0,62
Percentual de pessoas que vivem em domicílio com densidade > 2 pessoas por dormitório	0,74	0,75

Percentual de pessoas que vivem em domicílio com energia elétrica e TV	0,87	0,82
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com telefone	0,20	0,37
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica e geladeira	0,87	0,97
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada	1,61	1,86
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	1,50	1,60
Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com coleta de lixo	1,91	1,19
Percentual de pessoas que vivem em domicílio com energia elétrica	1,38	2,16

Fonte: Elaboração própria. Fonte Primária: Censo/IBGE.

Dois indicadores de desigualdade de renda foram utilizados na construção do índice *fuzzy* de renda – o índice de Gini e o índice L de Theil. Sabendo-se que isto poderia superestimar o peso da desigualdade de renda no índice *fuzzy* de renda, optou-se por dividir pela metade o peso de cada um dos dois indicadores. A idéia é compor o “peso total da desigualdade” com uma participação proporcional dos pesos do índice de Gini e do índice L de Theil.

Os pesos obtidos já permitem ter uma idéia de como alguns indicadores selecionados terão um papel importante nos resultados finais dos bairros da Zona Oeste do Rio de Janeiro. Nota-se que os quatro indicadores de acesso a serviços públicos (água, esgoto, lixo e energia elétrica) apresentam, como um todo, pesos bastante elevados em relação ao demais indicadores. O percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com coleta de lixo em 1991 e o percentual de pessoas que vivem em domicílio com energia elétrica em 2000 recebem, para os respectivos pesos, os valores mais altos encontrados na tabela acima. Isso significa que poucos bairros tinham algum tipo de carência neste sentido. Em outras palavras, se praticamente todos os bairros tiverem acesso universal à energia elétrica, os bairros que não tiverem a mesma extensão de acesso a tal serviço serão considerados pobres em relação aos demais, e essa situação justificaria, segundo a metodologia aqui adotada, a atribuição de peso maior a esse indicador. Portanto, mesmo que a extensão do serviço possa ser considerada elevada em termos absolutos, essa metodologia valoriza a privação em termos relativos, fazendo pesar sobre o índice a existência dessa discrepância entre os bairros, que não encontraria uma justificativa razoável na existência de uma carência generalizada de recursos públicos. Se observarmos os pesos em outras dimensões, notaremos que dentro de “saúde”, a taxa de fecundidade total aparece como o indicador crítico, e que essa situação se acentuou entre os dois censos. Quanto à dimensão “renda”, o índice L de Theil de desigualdade se destaca nos dois períodos, com uma pequena melhora em 2000. Na dimensão educação, continua se destacando, tendo se agravado em 2000, a discrepância no percentual de crianças de 7 a 14 anos fora da escola. Finalmente, na dimensão “condições de moradia”, destacam-se a coleta do lixo, em 1991, e a água encanada em 2000. É razoável interpretar essa situação como resultante da crescente universalização dessas realizações.

2.5 - Agregação dos Índices *Fuzzy*

Para uma comparação da pobreza entre bairros, mas também entre períodos (1991 e 2000), torna-se necessário a agregação dos índices *fuzzy* em apenas um índice. Esse índice agregado é aqui denominado de índice *fuzzy* multidimensional e engloba 19 (dezenove) dos 22 (vinte e dois) índices individuais. São todos os índices individuais excluídos os 3 (três) índices de renda. Outro índice agregado é construído, um índice *fuzzy* de renda, que é constituído por 3 (três) índices individuais – renda per capita, índice de Gini e índice L de Theil.

A agregação é calculada utilizando-se os índices *fuzzy*, de cada variável, e os pesos destas variáveis. Trata-se, portanto, de uma média ponderada dos índices *fuzzy*, como pode ser notado na fórmula a seguir:

$$\mu_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{i,j} w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (4), \quad \text{onde } \mu_i = \text{índice } fuzzy \text{ multidimensional agregado do bairro } i;$$

$x_{i,j}$ = valor do índice *fuzzy* para o indicador j calculado para o bairro i e w_j = peso do indicador j .

Com a agregação, é incomum um bairro apresentar um índice *fuzzy* agregado de 0 (zero) ou 1 (um). Isso ocorre porque dificilmente uma dada localidade apresenta os melhores resultados (zero) ou os piores resultados (um) em todos os indicadores selecionados. A probabilidade de encontrarmos um índice *Fuzzy* agregado de 0 (zero) ou 1 (um) é cada vez menor quanto maior for o número de variáveis utilizadas na análise. Considerando que o número de indicadores selecionados no índice *fuzzy* multidimensional é consideravelmente grande (dezenove), os resultados mais próximos de 0 (zero) e 1 (um) achados neste estudo foram, 0,053 (Barra da Tijuca e Joá no ano de 2000) e 0,858 (Camorim, Vargem Pequena e Vargem Grande no ano de 2000), respectivamente, revelando o acúmulo relativo de vantagens e desvantagens nessas localidades.

3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, apresentaremos brevemente uma análise dos resultados, destacando os pontos mais relevantes e compararemos os resultados com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Além disso, faremos uma comparação entre o índice *fuzzy* multidimensional e o índice *fuzzy* de renda, que utilizam a mesma metodologia, mas levam em conta apenas os indicadores de renda selecionados – o PIB per capita, o índice de Gini e o índice L de Theil.

3.1 - Análise dos resultados: 1991 e 2000

Nesta subseção, fazemos duas ordenações dos bairros, uma referente ao ano de 1991 e outra, ao de 2000. Desse modo, podemos analisar a ordenação dos bairros e os seus determinantes nos dois anos.

No ano de 1991, os bairros que apresentaram os maiores índices de pobreza *fuzzy* foram: Itanhangá; Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande; e Guaratiba, Barra de Guaratiba e Pedra de Guaratiba. Todas essas localidades apresentaram um índice superior a 0,70, o que, considerando o extenso número de variáveis, é indicativo de um acúmulo de privações relativas. Na Tabela 2, abaixo, os índices são apresentados:

Tabela 2 – Ranking do Índice de Pobreza *Fuzzy* Multidimensional Agregado por Bairro - 1991

Bairros - Zona Oeste	Fuzzy Agregado 1991
Itanhangá	0,743
Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande	0,732
Guaratiba, Barra de Guaratiba, Pedra de Guaratiba	0,731
Inhoaíba	0,676
Recreio dos Bandeirantes, Grumari	0,634
Sepetiba	0,575

Gardênia Azul	0,573
Jacarepaguá	0,567
Santa Cruz	0,536
Cidade de Deus	0,442
Senador Camará	0,438
Cosmos	0,433
Paciência	0,417
Campo Grande	0,373
Senador Vasconcelos	0,345
Santíssimo	0,310
Magalhães Bastos	0,308
Bangu	0,291
Curicica	0,283
Padre Miguel	0,274
Realengo	0,266
Tanque	0,262
Praça Seca	0,208
Taquara	0,182
Anil	0,142
Freguesia (Jacarepaguá)	0,125
Deodoro, Vila Militar, Campo dos Afonsos, Jardim Sulacap	0,115
Campinho, Vila Valqueire	0,095
Pechincha	0,095
Joá, Barra da Tijuca	0,039

Fonte: Elaboração própria. Fonte Primária: Censo/IBGE.

A explicação básica para o bairro do Itanhangá aparecer como o primeiro da lista, ou seja, com o maior nível de pobreza comparada, pode se resumir a indicadores de educação e de condições de moradia, com ênfase no acesso a serviços públicos. O percentual de crianças de 7 a 14 anos fora da escola e o acesso a energia elétrica (esse bairro apresenta o segundo pior resultado do indicador percentual de pessoas com acesso à energia elétrica em 1991) são as principais explicações para o resultado do bairro. Se considerarmos os índices *fuzzy* multiplicados por seus respectivos pesos, esses pontos são destacados.

Ainda no ano de 1991, Camorim, Vargem Pequena e Vargem Grande, que aparecem na segunda posição na lista, apresentam um perfil bastante similar ao de Itanhangá, com deficiências na área educacional e de serviços públicos. O pior índice *fuzzy* desagregado desses bairros, assim como no Itanhangá, é o percentual de crianças de 7 a 14 anos fora da escola. Vale notar que não apenas os valores relativos são piores nesses bairros, como os valores absolutos, especialmente os números referentes à educação, são particularmente baixos.

No ano de 2000, o bairro do Itanhangá mudou sua colocação, caindo para a quarta posição do ranking, o que significa redução da pobreza relativa. Camorim, Vargem Pequena e Vargem Grande aparecem no topo da lista naquele ano, sendo os únicos bairros que apresentaram um índice de pobreza agregado maior do que 0,700, como se nota na Tabela 3, abaixo:

Tabela 3 – Ranking do Índice de Pobreza *Fuzzy* Multidimensional Agregado por Bairro - 2000

Bairros - Zona Oeste	Fuzzy Agregado
----------------------	----------------

	2000
Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande	0,858
Guaratiba, Barra de Guaratiba, Pedra de Guaratiba	0,691
Jacarepaguá	0,604
Itanhangá	0,591
Santíssimo	0,520
Santa Cruz	0,510
Sepetiba	0,507
Inhoaíba	0,473
Gardênia Azul	0,465
Paciência	0,449
Senador Camará	0,437
Cosmos	0,406
Senador Vasconcelos	0,366
Cidade de Deus	0,363
Recreio dos Bandeirantes, Grumari	0,356
Campo Grande	0,344
Tanque	0,334
Bangu	0,329
Praça Seca	0,314
Padre Miguel	0,277
Magalhães Bastos	0,268
Realengo	0,267
Curicica	0,256
Deodoro, Vila Militar, Campo dos Afonsos, Jardim Sulacap	0,178
Freguesia (Jacarepaguá)	0,169
Taquara	0,164
Campinho, Vila Valqueire	0,136
Anil	0,098
Pechincha	0,082
Joá, Barra da Tijuca	0,053

Fonte: Elaboração própria. Fonte Primária: Censo/IBGE.

O escasso acesso relativo a serviços públicos, notadamente água encanada (menos de 87% das pessoas nesses bairros viviam em domicílios com água encanada) e esgotamento sanitário (o percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada e banheiro é inferior a 86%), bem como realizações educacionais deficientes, sobretudo crianças e adolescentes fora da escola, são identificados, nesta pesquisa, como os principais problemas dos três bairros que encabeçam o ranking de 2000. Itanhangá apresentou melhora relativa nos indicadores de educação e condições de moradia, causando a mudança para a quarta posição na hierarquia de pobreza *fuzzy*.

Guaratiba, Barra de Guaratiba e Pedra de Guaratiba aparecem na segunda posição do ranking de 2000, tendo os indicadores de serviços públicos (com exceção do acesso a energia elétrica) e a taxa de fecundidade total como os principais responsáveis pelo alto índice *fuzzy* agregado. O percentual de pessoas que vivem em domicílio com energia elétrica e TV também contribuiu significativamente para essa situação.

Considerando a parte inferior da Tabela 3, onde se situam os bairros considerados relativamente ricos, notamos, em ambos os anos, os bairros da Barra da Tijuca e do Joá em último lugar no ranking. Tanto em 1991 como em 2000, esses bairros apresentaram índices *fuzzy* de valor 0 (zero) para a maioria das variáveis selecionadas, o que significa que tiveram os melhores valores para os indicadores selecionados. As únicas variáveis que tiveram um peso relevante para registrar certa pobreza nessas localidades foram a taxa de fecundidade total, nos dois anos, o percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica em 1991, e o percentual de crianças de 7 a 14 anos e de adolescentes de 15 a 17 anos fora da escola (índices que apresentaram piora relativa de 1991 para 2000). O bairro da Pechincha também aparece no final da lista dos bairros nos dois anos de análise – penúltimo lugar nos dois casos, só ficando à frente da Barra da Tijuca e do Joá. De maneira geral, os resultados educacionais (por exemplo, enquanto o índice de crianças de 5 a 6 anos fora da escola para 2000 em Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande é de 0,671, em Pechincha é 0 e na Barra da Tijuca e Joá é 0,054) e de acesso a serviços públicos são os indicadores que mais ajudaram a construir um índice *fuzzy* agregado relativamente baixo para esse bairro.

Cabe destacar ainda a acentuada mudança de posição do bairro Santíssimo no ranking de pobreza fuzzy: passa da 16ª posição em 1991 para a 5ª posição em 2000. A explicação mais forte para a piora relativa do bairro Santíssimo foi o acesso à energia elétrica, o que é explicado pela redução do percentual de pessoas que vivem em domicílio com energia elétrica no período. Considerando que o movimento da maior parte das regiões foi inverso, com crescimento do acesso à energia elétrica, além da piora em termos absolutos (de 100,00% para 99,46%), Santíssimo também apresentou piora em termos relativos. O índice construído a partir do percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com coleta de lixo também apresentou uma piora considerável. Na parte de educação também houve uma piora em dois indicadores nesse bairro: percentual de crianças de 7 a 14 anos fora de escola e percentual de adolescentes de 15 a 17 anos fora da escola.

3.2 - Breve Comparação do Índice de Pobreza Fuzzy Multidimensional com o IDH

Um dos indicadores multidimensionais mais famosos é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Esse índice estima o nível de desenvolvimento humano e pode ser enxergado como uma forma de medir a pobreza. Vamos agora proceder a uma comparação entre os resultados obtidos a partir da metodologia alternativa aqui proposta e os resultados do IDH. A Tabela 4 compara as duas dimensões para os anos de 1991 e 2000:

Tabela 4 – Índice de Pobreza Fuzzy Multidimensional e IDH por Bairro – 1991 e 2000

Bairros - Zona Oeste	1991		2000	
	Fuzzy Multidimensional	IDH	Fuzzy Multidimensional	IDH
Anil	0,142	0,833	0,098	0,911
Bangu	0,291	0,739	0,329	0,794
Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande	0,732	0,709	0,858	0,746
Campinho, Vila Valqueire	0,095	0,835	0,136	0,904
Campo Grande	0,373	0,752	0,344	0,810
Cidade de Deus	0,442	0,693	0,363	0,751
Cosmos	0,433	0,701	0,406	0,759
Curicica	0,283	0,768	0,256	0,828
Deodoro, Vila Militar, Campo dos Afonsos, Jardim Sulacap	0,115	0,791	0,178	0,856

Freguesia (Jacarepaguá)	0,125	0,843	0,169	0,898
Gardênia Azul	0,573	0,701	0,465	0,768
Guaratiba, Barra de Guaratiba, Pedra de Guaratiba	0,731	0,683	0,691	0,744
Inhoaíba	0,676	0,695	0,473	0,747
Itanhangá	0,743	0,791	0,591	0,822
Jacarepaguá	0,567	0,725	0,604	0,769
Joá, Barra da Tijuca	0,039	0,917	0,053	0,959
Magalhães Bastos	0,308	0,746	0,268	0,802
Paciência	0,417	0,696	0,449	0,751
Padre Miguel	0,274	0,743	0,277	0,804
Pechincha	0,095	0,842	0,082	0,900
Praça Seca	0,208	0,795	0,314	0,845
Realengo	0,266	0,749	0,267	0,803
Recreio dos Bandeirantes, Grumari	0,634	0,788	0,356	0,894
Santa Cruz	0,536	0,692	0,510	0,742
Santíssimo	0,310	0,723	0,520	0,780
Senador Camará	0,438	0,710	0,437	0,768
Senador Vasconcelos	0,345	0,742	0,366	0,802
Sepetiba	0,575	0,706	0,507	0,761
Tanque	0,262	0,785	0,334	0,831
Taquara	0,182	0,806	0,164	0,876
CORRELAÇÃO Fuzzy Multidimensional x IDH		-0,713	-0,798	

Fonte: PNUD e elaboração própria.

Fonte Primária: Censo/IBGE.

Como ambos os indicadores tentam, de certa forma, mensurar a pobreza (ou o desenvolvimento, no caso do IDH), seria de se esperar que eles apresentassem ordenações semelhantes, ou seja, os bairros identificados como mais pobres em um indicador deveriam também ser identificados como tal no outro.

Para checar essa hipótese, fizemos um teste simples de correlação estatística. Se os indicadores em questão fossem perfeitamente correlacionados, encontraríamos, a partir da correlação estatística, o valor -1. O sinal se explica porque os indicadores têm relação inversa: enquanto na pobreza *fuzzy*, quanto maior o valor, maior é a pobreza, no IDH quanto maior o valor, menor é a pobreza. O grau de correlação encontrado, entre o índice *fuzzy* e o IDH, nos anos de 1991 e 2000 foi, respectivamente, -0,713 e -0,798. As correlações encontradas são próximas de -1, indicando um respeitável grau de compatibilidade entre os dois indicadores. A diferença se deve ao universo de 19 (dezenove) indicadores, abrangendo dimensões apenas parcialmente idênticas às consideradas no IDH, que integra indicadores de educação, saúde e renda, e aos diferentes métodos utilizados para o cálculo do índice *fuzzy* aqui proposto e do IDH.

3.3 - Comparação do Índice Fuzzy de Pobreza Multidimensional com o Índice Fuzzy de Pobreza de Renda e o Índice Fuzzy de Pobreza

Construímos um índice *fuzzy* de renda seguindo a mesma metodologia utilizada no índice *fuzzy* de pobreza multidimensional, porém só considerando três variáveis de renda – renda per

capita, índice de Gini e índice L de Theil. Esse índice recolhe informação sobre o nível médio de recursos monetários, ponderado por sua distribuição em cada localidade. As 5 localidades mais pobres com respeito à renda em 1991, com seus respectivos índices *fuzzy* de renda são: Itanhangá (0,97), Recreio (0,78), Camorim (0,77), Jacarepaguá (0,49) e Anil (0,42). Em 2000 as quatro localidades mais pobres são as mesmas de 1991, Itanhangá (0,59), Recreio (0,45), Camorim (0,36), Jacarepaguá (0,26). A quinta passa a ser Sepetiba (0,24). Embora a ordenação com respeito à renda não tenha variado muito de 1991 para 2000, nos dois períodos se observa uma diferença acentuada com respeito à ordenação produzida pelo índice multidimensional, comprovando que renda não é suficiente para mensurar bem estar e realizações.

4 – CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados, geramos uma ordenação da pobreza relativa dentro do universo selecionado. De maneira geral, nota-se que a região oeste do município é bastante heterogênea, incluindo bairros muito “ricos” e bairros pobres, o que confirma a hipótese levantada sobre a região no início deste trabalho. Essa heterogeneidade já havia ficado clara pelos diferentes IDHs dos bairros da Zona Oeste, mas é melhor visualizada na metodologia aqui adotada, que não apenas interpola situações de bem-estar entre extremos mínimos e máximos observados no conjunto de bairros considerados, como enfatiza as situações de “isolamento” (ao dar maior peso a realizações que estão disponíveis para quase todos). A vulnerabilidade à pobreza certa dos bairros que encabeçam o ranking é muito elevada: ela é evidenciada pelo acúmulo de privações em várias dimensões e pela intensidade relativa (em comparação com as demais regiões) dessas privações.

De nossa análise, emerge a importância dos serviços industriais de utilidade pública e de indicadores de educação, como crianças e adolescentes fora da escola, na determinação dos valores do índice *fuzzy* de pobreza multidimensional. De fato, quando do cálculo dos pesos dos indicadores, os quatro serviços públicos utilizados haviam se destacado. No caso do acesso insuficiente a serviços públicos, o índice construído revela não tanto a insuficiência absoluta desses serviços, mas o isolamento de alguns bairros em relação ao acesso universal a serviços que estão disponíveis para a maioria dos bairros na região. Embora uma política pública voltada para a redução da pobreza tenha de levar em consideração outras informações, os índices de pobreza relativa aqui construídos podem ajudar a orientar a ação pública que tenha como objetivo universalizar realizações, identificando territórios, domicílios, famílias ou indivíduos que tenham ficado para trás (orientações do tipo “no one left behind”). Porém, justamente por essa ênfase, esse método não dá tanta importância a privações absolutas que estejam homoganeamente distribuídas. Daí a necessidade de complementá-lo com outras estimativas de pobreza, o que, acreditamos, não retira dele o mérito próprio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, R.; CARVALHO, M.; FRANCO, S. (2006). *Pobreza Multidimensional no Brasil*. Texto para Discussão nº 1227 – IPEA. p. 37.
- CARVALHO, M.; KERSTENETZKY, C.L.; DEL VECCHIO, R. (2007). *Uma aplicação da Teoria dos Conjuntos Fuzzy na Análise da Pobreza: O Caso das Regiões Metropolitanas do Sudeste Brasileiro – 2000*. ANPEC 2007. p. 22.
- CERIOLI, A. and ZANI, S. (1990), ‘A fuzzy approach to the measurement of poverty’, in C. Dagum and M. Zenga (eds) *Income and Wealth Distribution, Inequality and Poverty*, Berlin: Springer Verlag, pp. 272–84.
- CHELI, B.; LEMMI, A.. (1995). ‘A Totally Fuzzy and Relative Approach to the Multidimensional Analysis of Poverty’. *Economic Notes*, by Monte dei Paschi di Siena, vol. 24, nº 1, p. 115-134.
- CHIAPERO MARTINETTI, E. (1996) ‘Standard of living evaluation based on Sen’s approach: some methodological suggestions’, *Notizie di Politeia* 12 (Special Issue): 37–53.

IPP – INSTITUTO PEREIRA PASSOS. (2008). *Favelas Cariocas*. Conselho Estratégico de Informações da Cidade. Atas de Reuniões. 25 de Junho de 2008. p. 9.

KRETER, A. C.; DEL VECCHIO, R. (2008). *Condições de Moradia e Acesso a Serviços Básicos como Indicadores de Pobreza Rural no Brasil: Problemas e Opções Metodológicas*, <http://www.nemesis.org.br/>, acessado em 20/04/2010.

LOPES, H M. (2003). *Análise de Pobreza com Indicadores Multidimensionais: Uma Aplicação para Brasil e Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado - UFMG. p. 66.

QIZILBASH, M. (2003). 'Vague language and precise measurement: the case of poverty', *Journal of Economic Methodology* 10:1, 41–58 2003.

SHORROCKS, A. F. (1997) "Revisiting the Sen poverty index," *Econometrica*, 63, p.1225,1230.

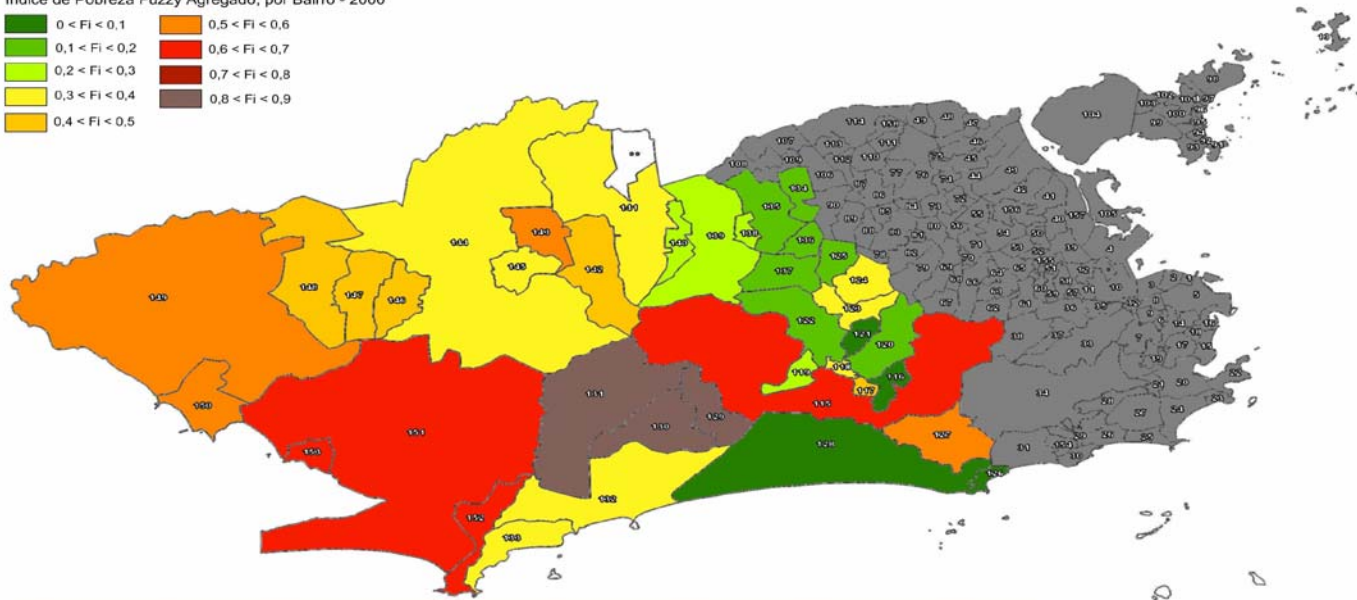
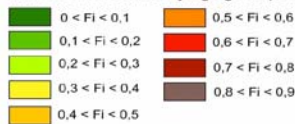
SEN, A.K. (1981) *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*, Oxford: Clarendon.

_____. (1999) *Development as Freedom*, Oxford: Oxford University Press.

ZADEH, L.A. (1965). *Fuzzy sets, Information and Control*, vol. 8, pp. 338–53.

ANEXO

Índice de Pobreza Fuzzy Agregado, por Bairro - 2000



001 - Saúde	022 - Lixa	043 - Penha	064 - Todos os Santos	085 - Turiaçu	106 - Guadalupe	127 - Itaishangi	148 - Parilândia
002 - Gamboa	023 - Leme	044 - Penha Cruzada	065 - Cadambê	086 - Rocha Miranda	107 - Anchieta	128 - Barra da Tijuca	149 - Santa Cruz
003 - Sincio Cristo	024 - Copacabana	045 - Brás de Pires	066 - Engenho de Dentro	087 - Honório Gurgel	108 - Parque Anchieta	129 - Camorim	150 - Sapênia
004 - Caju	025 - Ipanema	046 - Cordovil	067 - Água Santa	088 - Dowelbo Cruz	109 - Riachão de Albuquerque	130 - Vargem Pequena	151 - Guaratiba
005 - Centro	026 - Leblon	047 - Parada de Lucas	068 - Encampado	089 - Bessa Ribeiro	110 - Coelho Neto	131 - Vargem Grande	152 - Barra de Guaratiba
006 - Catambá	027 - Lagoa	048 - Vigário Geral	069 - Piedade	090 - Marechal Hermes	111 - Acari	132 - Recreio dos Bandeirantes	153 - Pedra de Guaratiba
007 - Rio Comprido	028 - Jardim Botânico	049 - Jardim América	070 - Alameda	091 - Alibura	112 - Barros Filho	133 - Grumari	154 - Rocinela
008 - Cidade Nova	029 - Glória	050 - Higienópolis	071 - Pilarés	092 - Zumbi	113 - Costa Barros	134 - Dredorado	155 - Jacarezninho
009 - Estácio	030 - Vidigal	051 - Jacara	072 - Vila Kennedy	093 - Cacim	114 - Pavuna	135 - Vila Militar	156 - Complexo do Alemão
010 - São Cristóvão	031 - São Conrado	052 - Maria de Graça	073 - Vicente de Carvalho	094 - Passagem	115 - Jussaraquã	136 - Campo do Afonso	157 - Complexo da Pira
011 - Marquês	032 - Praça da Bandeira	053 - Chef Castilho	074 - Vila da Penha	095 - Praia da Bandeira	116 - Anil	137 - Jardim Sulacap	158 - Parque Colúmbia
012 - Benfica	033 - Tijuca	054 - Inhumans	075 - Vista Alegre	096 - Covadã	117 - Cordeiro Aul	138 - Magalhães Bastos	** - Vasco da Gama
013 - Paqueta	034 - Alto da Boa Vista	055 - Engenho da Rainha	076 - Inga	097 - Banários	118 - Cidade de Deus	139 - Realengo	** - Gericim
014 - Santa Teresa	035 - Maracanã	056 - Tomaz Coelho	077 - Colégio	098 - Freguesia	119 - Curicica	140 - Padre Miguel	
015 - Flamingo	036 - Vila Isabel	057 - São Francisco Xavier	078 - Campinho	099 - Jardim Guanabara	120 - Freguesia	141 - Saque	
016 - Gávea	037 - Andaraí	058 - Rocha	079 - Quintino Bocaiuva	100 - Jardim Carioca	121 - Pedrinha	142 - Senador Câmara	
017 - Laranjeiras	038 - Grajaú	059 - Riachuelo	080 - Candelária	101 - Taubá	122 - Tijuca	143 - Saensano	
018 - Catete	039 - Manguebas	060 - Iampico	081 - Engenheiro Leal	102 - Monero	123 - Tinque	144 - Campo Grande	
019 - Cosme Velho	040 - Botafocinho	061 - Engenho Novo	082 - Casabura	103 - Floripa	124 - Praça Seca	145 - Senador Vasconcelos	
020 - Botafogo	041 - Ramos	062 - Lins de Vasconcelos	083 - Hudsonera	104 - Galiléia	125 - Vila Valqueira	146 - Inhoaíba	
021 - Humaitá	042 - Cluruz	063 - Meier	084 - Vaz Lobo	105 - Cidade Universitária	126 - Joá	147 - Coombs	