

DESAFIOS PARA O IBGE NAS ESTIMATIVAS POPULACIONAIS DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS: APLICAÇÃO DE DISTINTAS METODOLOGIAS*

Gabriel Mendes Borges[†]

Leila Regina Ervatti[‡]

Luciano Gonçalves de Castro e Silva[§]

Resumo

O IBGE tem como uma de suas principais atribuições determinadas por lei constitucional a elaboração e divulgação das populações de todos os municípios brasileiros com data de referência em 01/07 de cada ano civil. Existem diversos fatores que devem ser levados em consideração ao se estimar estas populações, e que podem dificultar a elaboração das referidas estimativas, tais como: heterogeneidade do território brasileiro; utilização de metodologias distintas e a definição de critérios de utilização em cada caso; criação de municípios e alteração de limites municipais; necessidade de contagem da população no meio da década; dificuldades de mensurar a enumeração censitária e seus diferenciais entre os municípios. A despeito destas dificuldades encontradas, este trabalho pretende estimar as populações através de três diferentes metodologias para os municípios de quatro Unidades da Federação sócio-economicamente diferentes e com distribuições espaciais distintas para o ano de 2010, utilizando dois horizontes temporais, e compará-las com os resultados do Censo Demográfico do mesmo ano, avaliando seus resultados a fim de subsidiar as discussões a respeito do processo das estimativas municipais no Brasil.

* Trabalho apresentado no Seminario Internacional "Estimaciones y Proyecciones de Población: Metodologías, Innovaciones y Estimación de Grupos Objetivo de Políticas Públicas" realizado no Rio de Janeiro – RJ – Brasil, de 9 a 11 de novembro de 2011.

O IBGE está isento de qualquer responsabilidade pelas opiniões, informações, dados e conceitos emitidos neste artigo, que são de exclusiva responsabilidade dos autores.

† Pesquisador em Informações Geográficas e Estatísticas da Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica (IBGE/DPE/COPIS).

‡ Tecnologista em Informações Geográficas e Estatísticas da Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica (IBGE/DPE/COPIS).

§ Pesquisador em Informações Geográficas e Estatísticas da Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica (IBGE/DPE/COPIS).

Introdução

Projeções populacionais, de uma forma geral, consistem em um importante instrumento de planejamento para todas as esferas de governo, por parte da administração pública, além de servirem como ferramenta também para o setor privado, como no dimensionamento e monitoramento de mercado. Tais projeções podem ser utilizadas para se avaliar demandas por serviços de uma forma geral ou para segmentos específicos da população, como população economicamente ativa, mulheres, crianças, idosos etc.

Estimativas de população para escalas territorialmente mais desagregadas – em níveis municipais ou submunicipais, por exemplo –, devido à sua importância, têm tido demanda crescente por parte dos setores público e privado em seus projetos e atividades. Alguns importantes exemplos de atividades que necessitam destas estimativas e projeções são a elaboração e o acompanhamento de Planos Diretores Urbanos e Planos Plurianuais de Investimento, a avaliação de impacto de grandes projetos urbanos e a alocação de recursos em processos de planejamento participativo (Jannuzzi, 2007).

Ademais, os totais populacionais, desagregados por idade e sexo, são utilizados como denominador no cálculo de diversos indicadores¹ econômicos e sociodemográficos nos períodos intercensitários, bem como nas bases de informações de Ministérios e Secretarias Estaduais e Municipais das áreas econômica e social, para a implementação e a posterior avaliação de seus respectivos programas de desenvolvimento e, em particular, de suas políticas sociais (IBGE, 2008).

A descentralização do poder público, tornando autônomas as administrações municipais, distritais, de regiões distintas dos governos estaduais, além da distribuição do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) pelo Governo Federal são outros fatores que fazem das estimativas para pequenas áreas instrumentos extremamente necessários e complexos ao mesmo tempo. O IBGE tem como uma de suas principais atribuições determinadas por lei constitucional² a elaboração e divulgação das populações de todos os

¹ Como por exemplo PIB per capita, Taxa Bruta de Natalidade, Taxa Bruta de Mortalidade, Taxa de analfabetismo, cobertura de vacinação, cobertura de seguridade social, entre outros.

² O artigo nº 102 da Lei nº 8.443 de 16 de julho de 1992 determina que a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ou entidade congênere fará publicar no Diário Oficial da União, até o dia 31 de

municípios brasileiros com data de referência em 01/07 de cada ano civil, como o principal parâmetro para a distribuição, conduzida pelo Tribunal de Contas da União (TCU), das quotas partes relativas ao referido Fundo de Participação de Estados e Municípios (IBGE, 2008)³.

Enquanto órgão oficial responsável por tal atribuição, o IBGE enfrenta algumas dificuldades na elaboração de suas projeções e estimativas populacionais, tendo também algumas limitações técnicas e metodológicas na produção destas.

A complexidade na realização de estimativas de população para o Brasil é pautada, entre outros fatores, na diversidade encontrada no território nacional no que diz respeito aos municípios, abrangendo tamanho e composição da população, heterogeneidade social, econômica e de distribuição espacial, que acabam por dificultar sobremaneira a elaboração dessas estimativas para o conjunto dos atualmente 5.565 municípios brasileiros.

Esta limitação gera uma dicotomia, já que se poderia pensar que, dada a heterogeneidade encontrada entre os municípios brasileiros, não seria plausível utilizar uma mesma metodologia para estimar todos eles: temos, por exemplo, municípios com bons registros administrativos e estatísticas vitais, que poderiam servir de base para a elaboração de estimativas mais precisas, inclusive a partir da utilização do próprio Método das Componentes Demográficas (MCD), conjugando simultaneamente a fecundidade, a mortalidade e a migração relativas à localidade em questão. Por outro lado, a sociedade – e se incluem nesse contexto as administrações municipais, tem como direito garantido por lei a não concordância com a população divulgada oficialmente pelo IBGE. Este fato tem gerado grandes volumes de reclamações por parte das administrações locais, e a utilização de metodologias distintas, não previstas em lei, além do estabelecimento de critérios para diferenciar quais serão utilizadas em cada caso, podem acarretar ainda mais contestações por parte da sociedade, visto que esses critérios carregam consigo o aspecto arbitrário de quem os está definindo e, o que pode ser um bom critério para um determinado avaliador ou usuário pode não ser tão bom para outro e vice versa.

agosto de cada ano, e para os fins previstos no inciso VI (cálculo das quotas referentes aos fundos de participação) do art. 1º desta lei, a relação das populações por Estados e Municípios componentes.

³ Estas estimativas são utilizadas, ainda, na expansão dos resultados das diversas pesquisas amostrais do próprio IBGE.

Outro importante obstáculo às estimativas populacionais no Brasil são as criações de municípios e alterações de limites municipais, que exigem a necessidade de constante atualização da base territorial, nem sempre possível, devido ao alto volume de alterações na malha municipal brasileira. Como dificilmente essa atualização da malha municipal é feita “em tempo real”, em termos de quais setores censitários (e seus microdados referentes) foram cedidos de um município para outro, na prática para se chegar a uma população final para a localidade em questão, primeiro são estimadas as populações sem as alterações de limites chegando-se a um valor de população “transitório” e depois são aplicadas as “proporções” da população cedida pelo município “mãe” para o município “filho”, na data de referência dessa cessão, chegando-se então a uma população final para ambos, na data de referência das estimativas.

A realização de uma contagem da população intercensitária, como forma de melhorar as estimativas para o segundo quinquênio de cada década, também é um instrumento importante nas estimativas, já que a confiabilidade das projeções diminui com o afastamento dos anos censitários. O que ocorre é que esta contagem no meio da década nem sempre acontece, devido a fatores alheios à vontade dos grupos que dela necessitam.

Finalmente, outro entrave a uma estimativa de qualidade é a dificuldade de mensurar a enumeração censitária. As populações resultantes de um censo demográfico são as informações mais importantes para as estimativas e projeções de população, sendo em geral o ponto de partida para a sua realização. Desta forma, é imprescindível um censo que apresente informações o mais próximo possível da realidade, para que as estimativas futuras baseadas nestes resultados também reflitam satisfatoriamente as reais populações. Contudo, é sabido que as populações censitárias apresentam problemas de enumeração e é difícil a escolha de metodologias que estimem estes valores, sobretudo levando em consideração os diferenciais entre as variáveis e a heterogeneidade entre os 5.565 municípios.

A despeito de todas as dificuldades apontadas, o IBGE procura realizar suas projeções e estimativas populacionais com transparência e através de técnicas demográficas consagradas e reconhecidas. As projeções e estimativas populacionais divulgadas pelo IBGE atualmente são elaboradas utilizando-se duas metodologias distintas: Método das

Componentes Demográficas para projetar a população para o Brasil e o método A_iB_i para estimar as populações estaduais e municipais⁴.

O Método das Componentes Demográficas necessita de informações detalhadas, atuais e passadas, sobre o nível e o padrão de cada componente do crescimento demográfico: fecundidade (Taxas Específicas de Fecundidade – TEF's e Taxas de Fecundidade Total – TFT's), mortalidade (Tábuas de Mortalidade) e migração (saldos líquidos migratórios), além da formulação de hipóteses demográficas futuras, as quais requerem estudos mais aprofundados acerca de suas próximas direções, em função de seus níveis e padrões. Essa metodologia é indicada para projetar populações em regiões onde se dispõe de registros administrativos de boa qualidade, especialmente nascimentos e óbitos. Quanto às estimativas de saldos migratórios, o Brasil não dispõe de registros de saída e entrada de pessoas nos estados, portanto as estimativas disponíveis são baseadas em dados censitários e pesquisas por amostragem.

Este trabalho tem como objetivo a avaliação de três metodologias distintas desenvolvidas para projetar as populações para pequenas áreas (neste caso, municípios), a partir da utilização de uma projeção por componentes demográficas para as Unidades da Federação⁵. O primeiro método o IBGE já vem utilizando com frequência – método de tendência de crescimento demográfico, conhecido também como “ A_iB_i ” (IBGE, 2008). O segundo método é o de Relação de Coortes de Duchesne, que além de apresentar os totais populacionais também fornece a distribuição por idade e sexo da população. O terceiro método é o de Correlação de Razões utilizando variáveis sintomáticas.

Embora seja crescente a demanda por estimativas que contemplem não só os totais populacionais, por sexo e idade, mas também desagregações como por cor ou raça, situação do domicílio, PEA, entre outras, nesse artigo só serão avaliados os totais populacionais.

Tais técnicas têm sido utilizadas frequentemente com o objetivo de se estimar as populações municipais. BRITO et AL (2010), por exemplo, estimaram as populações pelas três técnicas descritas acima para os municípios do Rio de Janeiro para os anos de 2000 e 2007, avaliando a precisão de tais estimativas em comparação com o Censo 2000 e a Contagem 2007.

⁴ Ver em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/default.shtm.

⁵ Ver em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/publicacao_UNFPA.pdf.

Em relação às instituições oficiais de estatística, tem-se que o Estado de São Paulo, através da Fundação SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados), e o Estado do Rio Grande do Sul, através da Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser (FEE), elaboram e divulgam oficialmente suas populações para o total do estado e para seus municípios. Ambos utilizam o método das componentes demográficas para projetar a população do estado, desagregada por sexo e idade. São estados onde as estatísticas vitais contam com bons registros, possibilitando a aplicação dessa metodologia.

As estimativas municipais divulgadas para essas Unidades da Federação são elaboradas por metodologias distintas: o estado de São Paulo projeta a população das regiões administrativas pelo método das componentes demográficas, para depois estimar as populações para os municípios dentro cada região administrativa através do procedimento “Parâmetros demográficos proporcionais” (Waldvogel, 1998), compatibilizando-os aos totais destas⁶. Já o Rio Grande do Sul projeta a população do estado pelo método das componentes demográficas e se vale de metodologias que empregam variáveis sintomáticas para estimar as populações municipais⁷ (JARDIM, 2003).

Além de São Paulo e Rio Grande do Sul, que produzem suas projeções de forma independente, outros estados já tiveram experiências na produção e divulgação de projeções populacionais municipais com o apoio técnico do IBGE, tendo o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA) como incentivador/financiador dos projetos: Paraná, através do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), e a região Centro-Oeste, via Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN). Em ambos os casos, as populações municipais foram produzidas através da metodologia Relação de Coortes de Duchesne.

⁶ Ver em: http://www.seade.gov.br/produtos/projpop/pdfs/projpop_metodologia.pdf.

⁷ Ver em: http://www.fee.tche.br/sitefee/download/documentos/documentos_fee_56.pdf.

Método

Como já mencionado, uma das maiores dificuldades na elaboração das estimativas para municípios diz respeito à criação de novos municípios⁸ a partir de um desmembramento de municípios maiores, além de suas alterações de limites. Na aplicação das metodologias e avaliação dos resultados deste trabalho foram selecionadas quatro Unidades da Federação (Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro) sócio-economicamente diferentes e com distribuição espacial distintas, além de terem diferentes graus de qualidade de registros administrativos e que não apresentaram grandes alterações em suas bases territoriais entre 1991 e 2010, período escolhido para estabelecer as tendências de crescimento para as estimativas. Assim procurou-se escolher os estados com o menor número de municípios criados nesse período, dada a necessidade de reconstituição das populações e das variáveis sintomáticas utilizadas no modelo.

Para estabelecer a tendência de crescimento dos municípios – informação necessária para a aplicação das 3 metodologias – utilizou-se 2 períodos: 1991-2000 e 2000-2007. O primeiro período contempla todos os municípios das Unidades da Federação selecionadas, e o segundo, todos os municípios do Amazonas e Mato Grosso do Sul e somente os municípios da Bahia e do Rio de Janeiro que tiveram contagem de população em 2007.

Comparando-se os resultados das estimativas com o CD 2010, é possível avaliar o grau de robustez de cada metodologia utilizada e a eficácia de sua aplicabilidade para as distintas Unidades da Federação com diferentes qualidades de informação disponíveis.

Os dados requeridos para tais estimativas são: projeção populacional pelo método das componentes demográficas para as Unidades da Federação para o período requerido – 1991- 2010; população por sexo e idades simples compatibilizada para os municípios para os Censos 1991 e 2000 e a Contagem 2007 e; insumos auxiliares para aplicação da metodologia utilizando variáveis sintomáticas: óbitos, nascimentos, vínculos formais de trabalho e eleitorado por município.

⁸ Entre 1991 (4.491 municípios) e 2000 (5.507 municípios) foram criados 1.016 municípios no Brasil, e entre 2000 e 2010 (5.565 municípios), mais 58.

Método das Componentes Demográficas

Para as três metodologias utilizadas neste trabalho utilizou-se uma projeção pelo método das componentes demográficas para cada estado escolhido⁹, que parte de 1991 até 2010.

A projeção pelo método das componentes demográficas tem como origem a equação compensadora:

$$P_{(t+n)} = P_{(t)} + N_{(t, t+n)} - O_{(t, t+n)} + I_{(t, t+n)} - E_{(t, t+n)}, \text{ onde:}$$

$P_{(t+n)}$ = população no momento t+n;

$P_{(t)}$ = população no momento t;

$N_{(t, t+n)}$ = nascimentos ocorridos no período t,t+n;

$O_{(t, t+n)}$ = óbitos ocorridos no período t,t+n;

$I_{(t, t+n)}$ = imigrantes que chegaram ao País no período t,t+n;

$E_{(t, t+n)}$ = emigrantes que deixaram o País no período t,t+n; e

n = intervalo de tempo transcorrido entre um censo e outro.

Método de Tendência de Crescimento Demográfico – $A_i B_i$

O método de tendência de crescimento demográfico, comumente denominado de $A_i B_i$, tem como princípio fundamental a subdivisão de uma área maior, cuja estimativa já se conhece, em n áreas menores, de tal forma que seja assegurada ao final das estimativas das áreas menores a reprodução da estimativa, previamente conhecida, da área maior através da soma das estimativas das áreas menores (Madeira e Simões, 1972).

Considere-se, então, uma área maior cuja população estimada em um momento t é $P_{(t)}$. Subdivide-se esta área maior em n áreas menores, cuja população de uma determinada área i, na época t, é $P_{i(t)}$; $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Desta forma, tem-se que:
$$P_{(t)} = \sum_{i=1}^n P_{i(t)}$$

Decomponha-se, por hipótese, a população desta área i, em dois termos: $a_i P_{(t)}$, que depende do crescimento da população da área maior, e b_i . O coeficiente a_i é denominado

⁹ Ver nota 5.

coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor i em relação ao incremento da população da área maior, e b_i é o denominado coeficiente linear de correção.

Como consequência, tem-se que: $P_{i(t)} = a_i P_{(t)} + b_i$

Para a determinação destes coeficientes utiliza-se o período delimitado por dois Censos Demográficos. Sejam t_0 e t_1 , respectivamente, as datas dos dois Censos. Ao substituir-se t_0 e t_1 na equação acima, tem-se que:

$$P_i(t_0) = a_i P(t_0) + b_i$$

$$P_i(t_1) = a_i P(t_1) + b_i$$

Através da resolução do sistema acima, tem-se que:

$$a_i = \frac{P_{i(t_1)} - P_{i(t_0)}}{P_{(t_1)} - P_{(t_0)}} \quad e \quad b_i = P_{i(t_0)} - a_i P_{(t_0)}$$

Deve-se considerar nas expressões anteriores:

Época t_0 : 1º censo demográfico

Época t_1 : 2º censo demográfico

Época t : 1º de julho do ano t (ano estimado)

A partir da aplicação do modelo descrito anteriormente, podem ser estimadas as populações de cada um dos municípios brasileiros, considerando-se como área maior as respectivas Unidades da Federação ou o Brasil, cujas projeções foram elaboradas pelo método das componentes demográficas.

Para estas estimativas foram utilizados os totais populacionais observados nos censos demográficos de 1991 e 2000 e na contagem de população de 2007 como pontos de apoio para estabelecer a tendência de crescimento demográfico dos municípios, e a projeção dos totais populacionais de cada estado pelo método das componentes demográficas.

Método da Relação de Coortes de Duchesne

O método da relação de coortes (DUCHESNE, 1987) foi desenvolvido para projetar populações de pequenas áreas, desagregadas por sexo e grupos de idade. Essa metodologia é uma alternativa na elaboração de projeções por sexo e grupos de idade para áreas onde a metodologia das componentes demográficas não se aplica, devido, sobretudo, à qualidade das informações requeridas. Este método utiliza os parâmetros conhecidos de uma projeção por componentes da área maior (fecundidade e razões de sobrevivência ao nascer) e a tendência de crescimento das coortes das áreas menores entre dois censos consecutivos (fator K).

Descrição resumida da metodologia

O procedimento consiste em aplicar às estruturas populacionais de partida (a do último censo) de cada uma das pequenas áreas, coeficientes de crescimento por coortes (CR), obtidos da projeção da área maior, ajustados segundo um fator K. Este procedimento é levado a efeito para cada sexo em separado.

Segundo a metodologia original, as projeções são elaboradas por quinquênios, sexo e grupos quinquenais de idades, através do algoritmo:

Para a população entre 5 e 79 anos:

$${}_5N_{x+5}^{t+5} = {}_5N_x^t * {}_5CR_x^{t,t+5} * {}_5K_x^{t,t+5} \quad \text{para } x = 0, 5, \dots, 70$$

Onde:

${}_5N_x^t$ é a população inicial do grupo quinquenal de idades x, x+5 da área menor, no momento t ,

${}_5CR_x^{t,t+5}$ é o coeficiente de crescimento da área maior, correspondente ao grupo quinquenal de idade x, x+5, no momento t , que alcança as idades x+5, x+10 no momento $t+5$,

${}_5K_x^{t,t+5}$ é o índice de crescimento diferencial (K) da área menor em relação a maior, correspondente ao grupo quinquenal de idade x, x+5, no momento t , e que alcança as idades x+5, x+10 no momento $t+5$,

${}_5N_{x+5}^{t+5}$ é a população do grupo quinquenal de idades x+5, x+10, no momento $t+5$.

O Coeficiente de Crescimento por Coortes é dado por:

$${}_5CR_x^{t,t+5} = {}_5R_{x+5}^{t+5} / {}_5R_x^t$$

Onde :

${}_5R_x^t$ é a população da área maior projetada do grupo de idades $x, x+5$ do ano t ,

${}_5R_{x+5}^{t+5}$ é a população da área maior projetada do grupo de idades $x+5, x+10$ do ano $t+5$.

O Coeficiente de Crescimento por Coortes constitui uma relação que traz implícito o efeito combinado da mortalidade e da migração na área maior e, por sua forma de cálculo, refere-se à população com idades compreendidas entre x e $x+5$, no momento t , que alcança as idades entre $x+5$ e $x+10$, no momento $t+5$.

Índice de Crescimento Diferencial (K)

O fator K incorpora o diferencial de crescimento por coortes das áreas menores em relação ao da área maior, entre os dois censos, e são obtidos a partir da relação entre os coeficientes de crescimento da área menor e os correspondentes da área maior ou a partir das proporções de pessoas em cada faixa etária da área menor com respeito à área maior, observadas nos dois censos, que se supõe estarem distanciados por cinco anos.

$${}_5K_x^{t,t+5} = [{}_5N_{x+5}^{t+5} / {}_5N_x^t] / [{}_5R_{x+5}^{t+5} / {}_5R_x^t],$$

Onde:

${}_5N_x^t$ é a população da área menor do grupo de idades $x, x+5$ no primeiro censo,

${}_5N_{x+5}^{t+5}$ é a população da área menor do grupo de idades $x+5, x+10$ no segundo censo,

${}_5R_x^t$ e ${}_5R_{x+5}^{t+5}$ são as populações da área maior para os mesmos grupos de idade no primeiro e segundo censos, respectivamente.

População menor de cinco anos

A população menor de 5 anos é obtida segundo o algoritmo:

$${}_5N_0^{t,t+5} = B^{t,t+5} * P_b^{t,t+5} * K_b^{t,t+5}$$

Onde:

$B^{t,t+5}$ é o total de nascimentos (estimados) ocorridos da área menor entre os momentos t e $t+5$,

$P_b^{t,t+5}$ é a relação de sobrevivência ao nascimento (estimada) da área maior do período $t,t+5$,

$K_b^{t,t+5}$ é o índice de crescimento diferencial ao nascimento de uma área menor em relação a maior, durante o período $t, t+5$,

Os nascimentos são obtidos mediante a aplicação de um fator identificado como Índice Diferencial de Fecundidade (IDF) de cada uma das áreas menores em relação à área maior, calculado a partir dos dados censitários. Os IDFs são resultantes do quociente entre as relações crianças-mulheres de cada área menor (RNM_i) e a correspondente relação da área maior (RNM_m), no último censo:

Os IDF_i são mantidos constantes durante todo o período de projeção e o nível da fecundidade é expresso em termos da taxa de fecundidade total (TFT) a partir da seguinte relação:

$$TFT_i^{t,t+5} = IDF_i * TFT_m^{t,t+5}$$

Onde;

$TFT_i^{t,t+5}$ é a taxa de fecundidade total da área menor i , correspondente ao quinquênio $t, t+5$,

IDF_i é o índice diferencial de fecundidade da área menor i para o último censo,

$TFT_m^{t,t+5}$ é a taxa de fecundidade total da área maior, correspondente ao quinquênio $t, t+5$.

As taxas específicas de fecundidade das áreas menores são obtidas aplicando-se o padrão dado pela projeção da área maior na TFT estimada para a área menor.

Os nascimentos por grupos de idade das mães estimados para um quinquênio são obtidos multiplicando-se as taxas específicas de fecundidade resultantes pelas respectivas populações femininas médias dentro do período reprodutivo, projetadas previamente pelo uso do algoritmo de projeção (uma vez já calculados os CR e os fatores K).

População para o grupo 80 anos ou mais.

A população para o grupo 80 anos ou mais é obtida segundo o algoritmo:

$$N_{80+}^{t+5} = N_{75+}^t * CR_{75+}^{t,t+5} * K_{75+}^{t,t+5}$$

O procedimento de cálculo é análogo ao do grupo 5 a 79 anos de idade, sendo

$$CR_{75+}^{t,t+5} = R_{80+}^{t+5} / R_{75+}^t$$

Onde :

R_{80+}^{t+5} é a população da área maior para o grupo de idades 80 anos ou mais projetada para o ano $t+5$,

R_{75+}^t é a população da área maior para o grupo de idades 75 anos ou mais projetada para o ano t , e

K é o valor médio atribuído aos últimos grupos etários.

Uma vez estimadas as populações por sexo e idade de todas as áreas menores, deve-se efetuar um ajuste, em cada momento da projeção, mediante “prorrateio” em relação a população da área maior, a fim de assegurar que a soma das populações (também por sexo e idade) sejam iguais as da área maior.

Hipóteses do método original

Para a aplicação do método, alguns pressupostos implícitos devem ser considerados, tais como:

- as hipóteses relativas aos níveis de fecundidade, que se conservam proporcionais ao Índice Diferencial de Fecundidade (IDF) ao longo do período de projeção;
- a constância da estrutura relativa das taxas específicas de fecundidade por idade das áreas menores, estas são consideradas iguais às projetadas para a área maior, em cada período de projeção;
- a equidade no comportamento diferencial da mortalidade e da migração entre as áreas menores e a maior.

A descrição completa da metodologia encontra-se em Duchesne, 1987.

Para estas estimativas foram utilizadas as populações municipais desagregadas por sexo e grupos etários observadas nos censos demográficos de 1991 e 2000 e na contagem de população de 2007 para estabelecer a tendência de crescimento das coortes, e os parâmetros e totais populacionais da projeção de cada estado pelo método das componentes demográficas.

Método da Correlação de Razões Utilizando Variáveis Sintomáticas

O Método de Correlações de Razões origina-se a partir da suposição de que a população cresce na mesma proporção em que crescem as variáveis sintomáticas consideradas como representativas da população. A partir desse pressuposto é aplicado um modelo de Regressão Múltipla, em que a estimativa dos parâmetros é obtida a partir da relação das razões intercensitárias entre a proporção da população¹⁰ dos municípios e a da respectiva Unidade da Federação, com as razões entre as proporções das variáveis sintomáticas¹¹ dos municípios e a das variáveis sintomáticas da UF.

Neste trabalho foram utilizadas, além da projeção por componentes para cada UF, as seguintes variáveis sintomáticas:

- nascimentos;
- óbitos;
- eleitorado; e
- trabalhadores com carteira assinada (RAIS).

A grande dificuldade desse modelo diz respeito à disponibilidade das informações existentes desagregadas a nível municipal, bem como para uma periodicidade anual. Com isso, a seleção das variáveis sintomáticas depende do contexto geográfico requerido e da qualidade das informações disponíveis nesse contexto.

O modelo tem a seguinte característica:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_{n-1} X_{n-1} + a_n X_n$$

as coordenadas são:

$$Y_h = \left(\frac{P_{h,t}}{P_{t,t}} \right) / \left(\frac{P_{h,0}}{P_{t,0}} \right) \quad \text{e} \quad X_h = \left(\frac{S_{h,t}}{S_{t,t}} \right) / \left(\frac{S_{h,0}}{S_{t,0}} \right)$$

Onde:

$P_{h,t}$ = população da área menor h, no ano t;

$P_{t,t}$ = população total da área maior, no ano t;

¹⁰ Nesse caso as variáveis dependentes do modelo.

¹¹ Nesse caso as variáveis independentes do modelo.

$P_{h,0}$ = população da área menor h, no ano 0;
 $P_{t,0}$ = população total da área maior, no ano 0;
 $S_{h,t}$ = variável sintomática da área menor h, no ano t;
 $S_{t,t}$ = variável sintomática da área maior, no ano t;
 $S_{h,0}$ = variável sintomática da área menor h, no ano 0;
 $S_{t,0}$ = variável sintomática da área maior, no ano 0.

Método Aplicado para as Unidades da Federação selecionadas

Para as estimativas utilizando o método de Correlação de Razões foram selecionadas, inicialmente, as seguintes variáveis em nível municipal:

- Eleitorado, para os anos de 1991, 2000, 2007 e 2010, com informações do Tribunal Superior Eleitoral (TSE);
- Vínculos de trabalhos formais ativos em 31/12 para os anos de 1991, 2000, 2007 e 2009, com informações da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE);
- Óbitos e Nascimentos ocorridos e registrados no ano, para os anos de 1991, 2000, 2007 e 2009, com informações do Registro Civil do IBGE; e
- Óbitos e Nascimentos, para os anos de 1991, 2000 e 2008, com informações do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) e do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), ambos do DATASUS.

Uma análise preliminar das razões entre as variáveis selecionadas e a sua correlação com as razões das populações intercensitárias indicou as variáveis que poderiam ser trabalhadas em cada caso. Com exceção do Rio de Janeiro, os vínculos de trabalho apresentaram valores pouco consistentes nas datas trabalhadas para a tendência 1991/2000. Nas demais Unidades da Federação, especialmente em função das deficiências nas informações para a década de 1990 em nível municipal, esta variável apresentava descontinuidade e grandes saltos entre os anos, além de alta variância e falta de correlação – ou até mesmo correlação negativa – com as razões da população, o que limitou a sua utilização. Por este mesmo motivo, especialmente na Bahia e no Amazonas, optou-se por utilizar as informações do Registro Civil no lugar dos registros do DATASUS.

Desta forma, as variáveis utilizadas no modelo ficam com a seguinte configuração:

- Variável X_1 do modelo = Eleitorado;
- Variável X_2 do modelo = Vínculos de Trabalho formais¹²
- Variável X_3 do modelo = Nascimentos oriundos do Registro Civil
- Variável X_4 do modelo = Óbitos oriundos do Registro Civil

De maneira geral, a variável referente ao eleitorado municipal foi a que se mostrou, na análise descritiva dos dados, a mais consistente, sendo também a que melhor expressou a relação com a população tanto no período 1991/2000, como no período 2000/2007.

Pela Tabela 1 pode-se perceber que a correlação entre as razões populacionais e as variáveis para o Amazonas são muito baixas, para os dois períodos analisados, chegando inclusive a serem negativas para os vínculos de trabalho e nascimentos. Eleitorado e nascimentos apresentam correlações relativamente altas para o Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul para ambas as tendências utilizadas. Com relação à Bahia, as maiores correlações foram obtidas para a variável eleitorado.

Tabela 1 – Correlação entre as razões das variáveis selecionadas e a as razões das populações intercensitárias - Tendência 1991/2000 e Tendência 2000/2007

Unidade da Federação	Tendência 1991/2000			
	Eleitorado	Vínculos de Trabalho	Nascimentos	Óbitos
Amazonas	16,1	-4,9	-5,7	3,8
Bahia	46,2	7,4	29,4	18,3
Rio de Janeiro	62,2	31,0	65,0	43,6
Mato Grosso do Sul	58,6	15,5	68,1	34,0

Unidade da Federação	Tendência 2000/2007			
	Eleitorado	Vínculos de Trabalho	Nascimentos	Óbitos
Amazonas	12,5	-21,9	-18,6	-0,2
Bahia	34,0	-1,6	31,6	14,2
Rio de Janeiro	78,3	41,0	62,5	45,4
Mato Grosso do Sul	54,0	-5,3	54,6	39,2

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010 e Contagem da População 2007.

A partir destas constatações preliminares, para cada Unidade da Federação selecionada, foi ajustada uma regressão linear múltipla, tendo como variável dependente as

¹² Variável descartada pelas razões expostas anteriormente.

razões intercensitárias entre as populações municipais e de suas respectivas Unidades da Federação. As variáveis independentes são estas mesmas razões para cada uma das 4 variáveis sintomática.

As razões *outliers* em cada Unidade da Federação, e que não apresentavam coerência com o crescimento populacional entre os períodos intercensitários de análise (1991-2000 e 2000-2007), foram excluídas para o ajuste do modelo¹³. Contudo, estes municípios foram posteriormente estimados através do modelo de regressão selecionado para sua Unidade da Federação.

Ajuste das regressões utilizando a tendência 1991/2000

Para o ajuste do modelo no Amazonas, pela correlação entre as variáveis, foram utilizadas, a priori, somente as variáveis eleitorado e óbitos. A não consideração da variável óbitos melhorou a qualidade do modelo (maior R² ajustado), o que fez com que a razão populacional intercensitária fosse explicada apenas pela razão do eleitorado. A equação utilizada foi:

$$Y^{AM} = 0,710 + 0,325 * X_I^{AM}$$

Para a Bahia, o melhor modelo foi o que utilizava as variáveis explicativas eleitorado e nascimentos, resultando na equação:

$$Y^{BA} = 0,326 + 0,565 * X_I^{BA} + 0,089 * X_3^{BA}$$

O mesmo ocorreu em Mato Grosso do Sul, cuja equação é:

$$Y^{MS} = 0,230 + 0,453 * X_I^{MS} + 0,304 * X_3^{MS}$$

Finalmente, para o Rio de Janeiro, a inclusão da variável óbitos melhorou o modelo, sendo o melhor modelo de regressão ajustado o que incluía as variáveis eleitorado, nascimentos e óbitos, cuja equação de ajuste pode ser descrita como:

$$Y^{RJ} = 0,289 + 0,374 * X_I^{RJ} + 0,255 * X_3^{RJ} + 0,092 * X_4^{RJ}$$

Ajuste das regressões utilizando a tendência 2000/2007

¹³ Os critérios de seleção de exclusão foram as razões menores que 0,25 ou maiores que 4.

Para o ajuste dos modelos utilizando a tendência 2000/2007, as variáveis utilizadas em cada caso foram semelhantes. A diferença foi que, neste caso, a inclusão dos óbitos melhorou o ajuste para Mato Grosso do Sul, piorando o do Rio de Janeiro. Desta forma, as equações estimadas foram:

$$Y^{AM} = 0,807 + 0,208 * X_I^{AM}$$

$$Y^{BA} = 0,634 + 0,259 * X_I^{BA} + 0,096 * X_3^{BA}$$

$$Y^{MS} = 0,477 + 0,250 * X_I^{MS} + 0,165 * X_3^{MS} + 0,092 * X_4^{MS}$$

$$Y^{RJ} = 0,427 + 0,448 * X_I^{RJ} + 0,108 * X_3^{RJ}$$

De posse destes ajustes, foram estimadas as populações para cada um dos municípios para o ano de 2010, utilizando as duas tendências, de acordo com as variáveis a serem utilizadas em cada modelo.

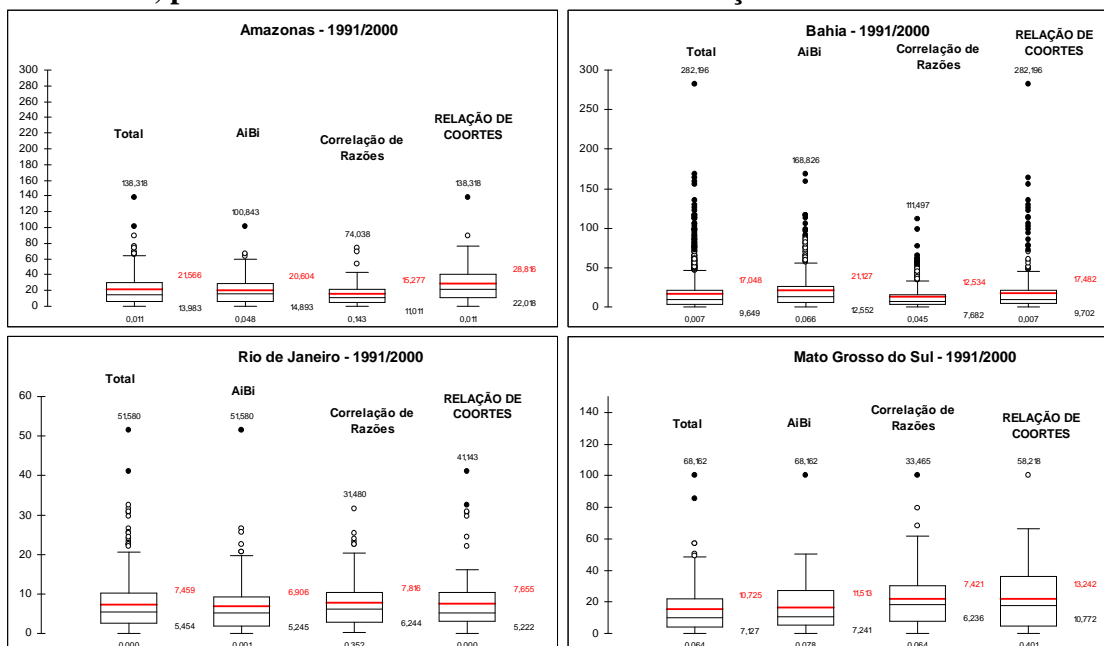
Resultados

Para a avaliação do conjunto dos municípios de cada Unidade da Federação foram utilizados como medidas de precisão das estimativas, essencialmente o Desvio Percentual Absoluto (DPA), além de algumas estatísticas desta medida, como o Desvio Percentual Absoluto Mediano (DPAMed) e o Desvio Percentual Absoluto Médio (DPAM).

O Gráfico 1 apresenta os desvios percentuais em módulo, utilizando a tendência 1991-2000, entre as diferentes estimativas e os resultados do Censo Demográfico 2010, por Unidade da Federação, enquanto o Gráfico 2 apresenta os mesmos valores, mas considerando a tendência 2000-2007.

Avaliando os resultados apresentados no Gráfico 1, observamos que em geral, independente do método utilizado, a dispersão é maior no estado do Amazonas, seguido da Bahia. No Mato Grosso do Sul e no Rio de Janeiro estes valores estão mais concentrados em torno da média, com menor dispersão para o Rio de Janeiro. Chama atenção, ainda, os inúmeros *outliers* na Bahia, para todas as metodologias utilizadas. Foi utilizada a mesma escala para o Amazonas e Bahia (0-300), e para o Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul (0-140), para uma melhor visualização dos desvios.

Gráfico 1 – Box-plot do desvio percentual absoluto das estimativas em relação ao Censo 2010, por método utilizado e Unidade da Federação – Tendência 1991/2000

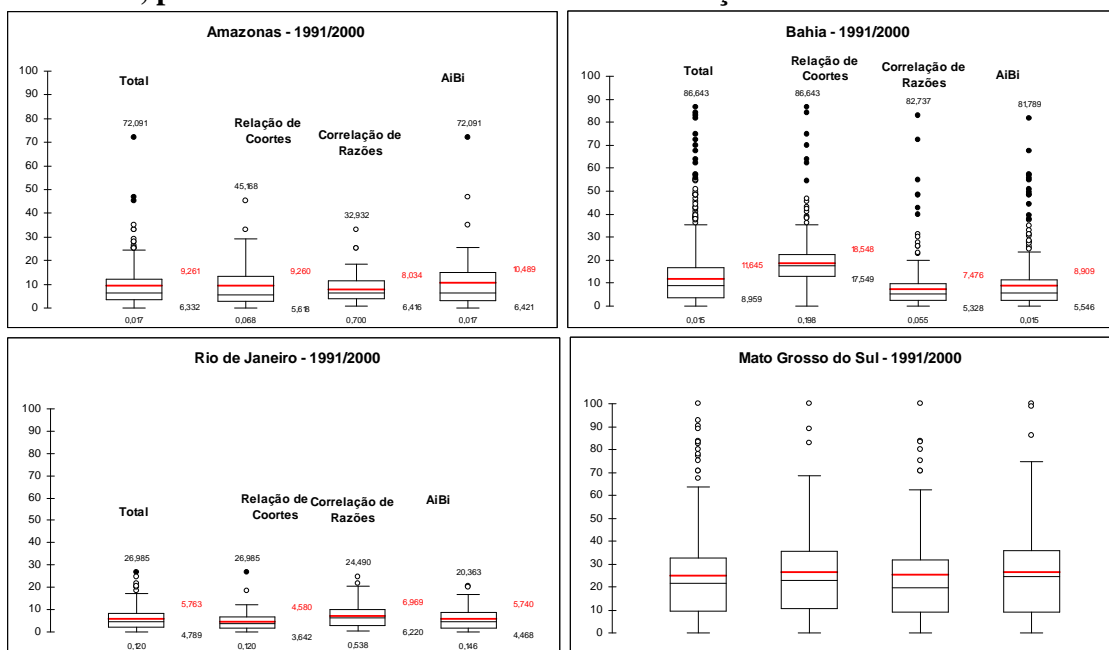


Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010.

COLOCAR RIO DE JANEIRO E MATO GROSSO DO SUL NA MESMA ESCALA

Com relação aos resultados apresentados no Gráfico 2, observa-se um desvio bem menor utilizando a tendência 2000/2007. Em relação às Unidades da Federação, pode-se observar também uma dispersão maior no estado da Bahia. O estado do Rio de Janeiro é aquele que apresenta os valores mais concentrados em torno da média. Entre os estados de Amazonas, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro, aquele que apresenta a maior distância interquartilica é o estado de Mato Grosso do Sul, para todas as metodologias. A Bahia é também o estado que apresenta o maior número de *outliers*, agora com a tendência 2000-2007.

Gráfico 2 – Box-plot do desvio percentual em módulo das estimativas em relação ao Censo 2010, por método utilizado e Unidade da Federação – Tendência 2000/2007



Fonte: IBGE – Censos Demográficos 2000 e 2010 e Contagem da População 2007.

Tendência 1991-2000

Para os estados do Amazonas, Bahia e Mato Grosso do Sul, o método que apresentou os menores DPAMed e DPAM quando da utilização da tendência 1991/2000 foi o de Correlação de Razões. Para o Rio de Janeiro – estado que apresentou as melhores estimativas, independente do método – os valores mais próximos do Censo, em média, foram os oriundos da aplicação da técnica A_iB_i (Tabela 2).

Tabela 2 – Indicadores do desvio percentual absoluto das estimativas em relação ao Censo 2010, por método utilizado e Unidade da Federação - Tendência 1991/2000

Método	Indicadores	Total	Amazonas	Bahia	Rio de Janeiro	Mato Grosso do Sul
Relação de Coortes	Número de observações	649	62	417	92	78
	Mínimo	0,000	0,011	0,007	0,000	0,401
	Mediana	9,7	22,0	9,7	5,2	10,8
	Máximo	282,2	138,3	282,2	41,1	58,2
	Média	16,7	28,8	17,5	7,7	13,2
	Desvio Padrão	23,7	25,8	26,3	7,7	11,7
AiBi	Número de observações	649	62	417	92	78
	Mínimo	0,001	0,048	0,066	0,001	0,078
	Mediana	10,4	14,9	12,6	5,2	7,2
	Máximo	168,8	100,8	168,8	51,6	68,2
	Média	17,9	20,6	21,1	6,9	11,5
	Desvio Padrão	22,1	20,1	25,0	7,4	11,2
Correlação de Razões	Número de observações	649	62	417	92	78
	Mínimo	0,045	0,143	0,045	0,352	0,064
	Mediana	7,5	11,0	7,7	6,2	6,2
	Máximo	111,5	74,0	111,5	31,5	33,5
	Média	11,5	15,3	12,5	7,8	7,4
	Desvio Padrão	13,2	15,4	14,5	6,6	6,3

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010

Tendência 2000-2007

Com exceção do método de Relação de Coortes para a Bahia, as estimativas populacionais utilizando a tendência 2000/2007 apresentaram melhores resultados que as que utilizaram a tendência 1991/2000, com melhoras significativas, especialmente no A_iB_i e Relação de Coortes. É possível observar que os desvios em relação aos resultados do

Censo 2010 utilizando a tendência 2000/2007 são bastante próximos para as 3 metodologias.

O Relação de Coortes foi o melhor método para o Rio de Janeiro; A_iB_i e Correlação de Razões apresentaram os mesmos valores de desvios em relação ao Censo para o Amazonas; Bahia e Mato Grosso do Sul tiveram suas estimativas mais próximas do Censo 2010 através da Correlação de Razões utilizando variáveis sintomáticas (Tabela 3).

Sabe-se que a robustez da metodologia utilizada depende também de fatores como tamanho da população, qualidade dos registros vitais e outros registros administrativos, taxa de crescimento dos municípios e horizonte da projeção. Outro aspecto importante e já citado anteriormente diz respeito à própria enumeração dos resultados do Censo Demográfico 2010, insumo básico para o cálculo do DPAMed e DPAM.

Tabela 3 – Indicadores do desvio percentual absoluto das estimativas em relação ao Censo 2010, por método utilizado e Unidade da Federação - Tendência 2000/2007

Método	Indicadores	Total	Amazonas	Bahia	Rio de Janeiro	Mato Grosso do Sul
Relação de Coortes	Número de observações	627	62	410	77	78
	Mínimo	0,068	0,068	0,198	0,120	0,157
	Mediana	13,7	5,6	17,5	3,6	5,2
	Máximo	86,6	45,2	86,6	27,0	22,1
	Média	14,4	9,3	18,5	4,6	6,0
	Desvio Padrão	11,1	9,3	10,7	4,3	4,7
A_iB_i	Número de observações	627	62	410	77	78
	Mínimo	0,015	0,017	0,015	0,146	0,084
	Mediana	5,5	6,4	5,5	4,5	5,4
	Máximo	81,8	72,1	81,8	20,4	21,5
	Média	8,3	10,5	8,9	5,7	5,8
	Desvio Padrão	9,8	12,1	10,7	4,8	4,8
Correlação de Razões	Número de observações	627	62	410	77	78
	Mínimo	0,055	0,700	0,055	0,538	0,057
	Mediana	5,6	6,4	5,3	6,2	4,7
	Máximo	82,7	32,9	82,7	24,5	23,8
	Média	7,3	8,0	7,5	7,0	6,1
	Desvio Padrão	7,7	6,3	8,6	5,0	5,3

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 2000 e 2010 e Contagem da População 2007

Os resultados a seguir mostram a análise do DPAM entre as estimativas e o Censo Demográfico 2010 por classes de tamanho e taxas de crescimento dos municípios.

Tendência 1991-2000 segundo classes de tamanho de municípios

Em relação ao tamanho do município observa-se que, em geral, as estimativas para os municípios com mais de 50 mil habitantes apresentam uma maior proximidade relativa com as populações do Censo 2010 do que aquela observada nos menores municípios (Tabela 4).

Entre as Unidades da Federação em estudo, observa-se que no Amazonas, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro, o método A_iB_i foi o que apresentou o menor DPAM para os municípios com mais de 150.000 habitantes. Para o estado da Bahia o método Relação de Coortes mostrou-se mais robusto nas estimativas para este grupo de municípios.

No extremo inferior (municípios com menos de 10.000 habitantes), o método Correlação de Razões apresentou estimativas mais próximas das observadas no CD 2010 para a Bahia, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro. Cabe observar que para o Amazonas, o método A_iB_i e Relação de Coortes apresentaram DPAM muito próximos e com valores menores do que a Correlação de Razões para os municípios menores.

Para os grupos intermediários, que englobam municípios que vão de 10 a 150 mil habitantes, a técnica de Correlação de Razões foi a que apresentou os menores valores para o DPAM, excetuando-se o Rio de Janeiro, cuja metodologia que melhor se aplicou foi o A_iB_i . (Tabela 4).

Tabela 4 – Desvio Percentual Médio Absoluto das estimativas em relação ao Censo 2010, por método utilizado, Unidade da Federação e grupos de tamanho do município – Tendência 1991/2000

Unidade da Federação	Grupos de Tamanho do município	Relação de Coortes	A _i B _i	Correlação de Razões	Total Geral
Amazonas	< 10.000	13,5	14,0	26,2	17,9
	10.001 - 20.000	31,9	25,9	17,7	25,2
	20.001 - 50.000	33,6	20,0	13,0	22,2
	50.001 - 150.000	15,8	12,2	9,3	12,4
	> 150.000	2,5	1,2	2,7	2,1
	Total	28,8	20,6	15,3	21,6
Bahia	< 10.000	21,4	30,4	14,4	22,1
	10.001 - 20.000	18,9	23,1	14,6	18,8
	20.001 - 50.000	16,4	17,3	10,3	14,6
	50.001 - 150.000	8,8	9,4	6,4	8,2
	> 150.000	8,9	10,0	11,4	10,1
	Total	17,5	21,1	12,5	17,0
Mato Grosso do Sul	< 10.000	14,5	13,0	8,8	12,1
	10.001 - 20.000	16,5	13,2	7,0	12,2
	20.001 - 50.000	8,7	8,8	7,1	8,2
	50.001 - 150.000	10,4	8,0	4,4	7,6
	> 150.000	2,4	1,3	4,4	2,7
	Total	13,2	11,5	7,4	10,7
Rio de Janeiro	< 10.000	9,5	8,1	5,4	7,7
	10.001 - 20.000	6,6	5,8	8,7	7,0
	20.001 - 50.000	10,7	7,6	8,4	8,9
	50.001 - 150.000	4,8	8,4	7,9	7,0
	> 150.000	6,2	5,4	6,9	6,2
	Total	7,7	6,9	7,8	7,5
Total		16,7	17,9	11,5	15,4

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010

Tendência 2000-2007 segundo classes de tamanho de municípios

Quando aplicada a tendência 2000-2007, destaca-se a diminuição expressiva da variabilidade entre os DPAMs das diferentes metodologias aplicadas, o que pode ser explicado pela proximidade temporal dos dados censitários utilizados como pontos de apoio para estabelecimento da tendência de crescimento (Tabela 5).

O estado de Mato Grosso do Sul apresentou DPAMs muito próximos em todas as faixas de tamanho de municípios para as 3 metodologias aplicadas. Para a Bahia, o método Correlação de Razões foi o melhor em todos os grupos de tamanho de municípios. No Amazonas os grupos intermediários não mostraram diferenciais significativos entre as metodologias, porém nas faixas extremas, observou-se que o método Correlação de Razões foi o melhor para estimar os municípios com menos de 10.000 habitantes e o A_iB_i para o maior município, Manaus. No Rio de Janeiro, o método da Relação de Coortes foi o melhor para todos os grupos de municípios com mais de 20 mil habitantes, enquanto os menores municípios foram melhor estimados pelo A_iB_i (Tabela 5).

Para os municípios com população acima de 150.000 mil habitantes, os DPAMs apresentaram valores muito próximos para o estado do Mato Grosso do Sul, nas 3 metodologias. Os demais estados mostraram comportamentos diferenciados para este grupo de municípios: Amazonas com o A_iB_i como o melhor método, Bahia, Correlação de Razões e Rio de Janeiro, Relação de Coortes (Tabela 5).

Tabela 5 – Desvio Percentual Médio Absoluto das estimativas em relação ao Censo 2010, por método utilizado, Unidade da Federação e grupos de tamanho do município – Tendência 2000/2007

Unidade da Federação	Grupos de Tamanho do município	Relação de Coortes	A _i B _i	Correlação de Razões	Total Geral
Amazonas	< 10.000	17,4	20,9	9,0	15,8
	10.001 - 20.000	8,9	9,6	8,4	9,0
	20.001 - 50.000	9,1	11,0	8,3	9,5
	50.001 - 150.000	6,3	5,7	5,9	6,0
	> 150.000	1,4	0,0	1,9	1,1
	Total	9,3	10,5	8,0	9,3
Bahia	< 10.000	20,1	12,1	10,5	14,2
	10.001 - 20.000	19,3	9,6	8,5	12,5
	20.001 - 50.000	17,5	7,4	5,5	10,2
	50.001 - 150.000	15,6	4,4	3,3	7,8
	> 150.000	15,1	5,0	2,5	7,5
	Total	18,5	8,9	7,5	11,6
Mato Grosso do Sul	< 10.000	7,9	7,6	8,3	7,9
	10.001 - 20.000	5,3	5,3	5,4	5,3
	20.001 - 50.000	4,6	4,3	4,4	4,5
	50.001 - 150.000	6,9	6,8	5,6	6,4
	> 150.000	4,0	4,0	4,2	4,1
	Total	6,0	5,8	6,1	6,0
Rio de Janeiro	< 10.000	6,1	3,6	5,5	5,1
	10.001 - 20.000	4,4	4,1	6,3	4,9
	20.001 - 50.000	5,2	6,6	7,5	6,4
	50.001 - 150.000	3,8	6,6	7,4	5,9
	> 150.000	2,3	7,8	7,3	5,8
	Total	4,6	5,7	7,0	5,8
Total		14,4	8,3	7,3	10,0

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 2000 e 2010 e Contagem da População 2007

Tendência 1991-2000 segundo as taxas médias geométricas de crescimento anual

Com exceção do Rio de Janeiro, nas demais Unidades da Federação, os municípios que apresentaram taxa de crescimento negativa tiveram também os maiores desvios em relação ao Censo 2010. Aqueles com crescimento anual de mais de 1,5% também tiveram altos desvios (Tabela 6).

Na Bahia, Mato Grosso do Sul e Amazonas, o método utilizando variáveis sintomáticas apresentou as melhores estimativas populacionais em média. No Rio de Janeiro, os municípios com crescimento negativo e aqueles com altas taxas de crescimento (maior que 1,5%), não apresentaram diferenciais significantes entre as metodologias aplicadas, enquanto os com taxas intermediárias (entre 0% e 1,5%), o A_iB_i apresentou valores mais próximos do Censo Demográfico 2010 (Tabela 6).

Tabela 6 – Desvio Percentual Médio Absoluto das estimativas em relação ao Censo 2010, por método utilizado, Unidade da Federação e grupos de taxa de crescimento do município – Tendência 1991/2000

Unidade da Federação	Taxa média geométrica de crescimento anual	Relação de Coortes	A _i B _i	Correlação de Razões	Total Geral
Amazonas	< 0,0	46,9	42,0	44,2	44,4
	0,0 - 0,5	21,7	25,9	16,4	21,3
	0,5 - 1,5	22,8	15,4	9,7	16,0
	> 1,5	26,8	17,3	10,4	18,2
	Total	28,8	20,6	15,3	21,6
Bahia	< 0,0	26,5	32,5	21,7	26,9
	0,0 - 0,5	9,0	12,4	8,2	9,9
	0,5 - 1,5	13,9	16,4	6,7	12,3
	> 1,5	16,5	17,1	8,7	14,1
	Total	17,5	21,1	12,5	17,0
Mato Grosso do Sul	< 0,0	16,5	15,8	5,0	12,5
	0,0 - 0,5	11,8	9,4	6,2	9,1
	0,5 - 1,5	9,2	6,5	6,5	7,4
	> 1,5	14,6	13,2	9,2	12,3
	Total	13,2	11,5	7,4	10,7
Rio de Janeiro	< 0,0	4,1	4,6	5,4	4,7
	0,0 - 0,5	6,8	5,0	7,7	6,5
	0,5 - 1,5	5,8	4,0	5,3	5,0
	> 1,5	11,1	11,9	11,3	11,4
	Total	7,7	6,9	7,8	7,5
Total		16,7	17,9	11,5	15,4

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010

Tendência 2000-2007 segundo as taxas médias geométricas de crescimento anual

Utilizando a tendência 2000-2007, os valores do DPAM reduzem-se bastante quando comparados às estimativas baseadas na tendência 1991-2000, e a variabilidade entre as diferentes metodologias também são minimizadas (Tabela 7).

Os municípios do Amazonas e da Bahia com taxas de crescimento negativas apresentaram DPAMs altos quando comparados aos outros municípios por faixa de crescimento, independente da metodologia aplicada. A metodologia Correlação de Razões foi a que apresentou estimativas mais robustas para estes estados, independente do crescimento médio anual, com exceção dos municípios que cresceram de 0 a 1,5% ao ano no Amazonas, que obteve melhores estimativas pelo Relação de Coortes (Tabela 7).

Para o Mato Grosso do Sul os valores dos DPAMs para as 3 metodologias são muito próximos, significando que as estimativas calculadas para 2010 não apresentaram diferenciais significativos segundo a metodologia utilizada (Tabela 7).

No Rio de Janeiro, os municípios com crescimento negativo e aqueles com crescimento até 1,5% ao ano obtiveram estimativas mais robustas quando aplicado o método de Relação de Coortes, e para aqueles com crescimento acima de 1,5% o $A_i B_i$ apresentou melhores resultados (Tabela 7).

Tabela 7 – Desvio Percentual Médio Absoluto das estimativas em relação ao Censo 2010, por método utilizado, Unidade da Federação e grupos de taxa de crescimento do município – Tendência 2000/2007

Unidade da Federação	Taxa média geométrica de crescimento anual	Relação de Coortes	A _i B _i	Correlação de Razões	Total Geral
Amazonas	< 0,0	22,0	15,1	12,2	16,4
	0,0 - 0,5	1,5	3,9	12,1	5,8
	0,5 - 1,5	9,2	10,0	9,6	9,6
	> 1,5	8,5	7,8	6,4	7,6
	Total	10,5	9,3	8,0	9,3
Bahia	< 0,0	13,6	19,8	11,6	15,0
	0,0 - 0,5	6,3	17,9	6,2	10,1
	0,5 - 1,5	6,2	18,2	5,0	9,8
	> 1,5	6,8	16,9	4,2	9,3
	Total	8,9	18,5	7,5	11,6
Mato Grosso do Sul	< 0,0	5,1	5,2	4,7	5,0
	0,0 - 0,5	6,5	6,3	6,7	6,5
	0,5 - 1,5	5,3	5,7	6,7	5,9
	> 1,5	6,1	6,3	6,0	6,2
	Total	5,8	6,0	6,1	6,0
Rio de Janeiro	< 0,0	2,2	4,8	5,3	4,1
	0,0 - 0,5	3,1	5,2	3,9	4,1
	0,5 - 1,5	2,9	4,6	5,3	4,2
	> 1,5	10,3	4,2	10,2	8,2
	Total	5,7	4,6	7,0	5,8
Total		8,3	14,4	7,3	10,0

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 2000 e 2010 e Contagem da População 2007

Conclusões e Considerações Finais

O presente trabalho teve como principal objetivo comparar e avaliar três metodologias distintas para estimar populações para pequenas áreas.

Foram estimadas as populações municipais de quatro Unidades da Federação sócio-economicamente e com distribuição espacial distintas para o ano de 2010. Depois de estimadas, estas populações foram confrontadas com os resultados do Censo Demográfico 2010 e avaliadas a fim de auxiliar as discussões a respeito do processo de estimativas municipais no Brasil.

A despeito de todas as dificuldades enfrentadas pelo IBGE enquanto órgão oficial responsável pela estimativa anual de população de todos os municípios brasileiros entende-se este exercício como uma tentativa de explorar algumas possibilidades metodológicas, podendo servir como subsídio a discussões relativas à robustez dos diferentes métodos, à definição de critérios para a utilização de cada um, além das aplicabilidades ao caso brasileiro, levando-se em consideração as diversidades e desigualdades regionais.

Foi visto que, quando utilizada a tendência 1991-2000, o método de Correlação de Razões utilizando variáveis sintomáticas foi o que apresentou, em média, os valores mais próximos do Censo, ainda que houvesse grandes diferenciais quando foram consideradas outras desagregações, como o tamanho dos municípios, a Unidade da Federação a que pertencem, suas taxas de crescimento populacional, e a qualidade dos registros administrativos em cada região.

Quando utilizada a tendência 2000-2007, os diferenciais entre as estimativas obtidas pelas três metodologias tende a diminuir, indicando que a proximidade dos pontos de apoio para estabelecimento de tendência de crescimento com os anos a serem estimados, é um dado fundamental na elaboração de estimativas para pequenas áreas, influenciando diretamente a qualidade das estimativas

Os métodos $A_i B_i$ e Relação de Coortes têm fortes limitações quando este horizonte é muito longo o que pôde ser constatado através da comparação entre os resultados apresentados utilizando os dois períodos. A vantagem do método de Correlação de Razões, quando o horizonte da projeção se afasta do censo, é a utilização de informações mais atualizadas de variáveis que estão diretamente relacionadas ao crescimento da população.

Por outro lado, quando o horizonte da projeção é menor e não há uma grande defasagem das informações censitárias, os dois primeiros métodos (A_iB_i e Relação de Coortes) podem aparecer como alternativas interessantes, apresentando uma boa precisão. Em estimativas municipais para o ano seguinte à realização de um censo, por exemplo o ano de 2011, o método A_iB_i pode ser utilizado com facilidade, tendo mostrado uma qualidade bastante satisfatória. O método de Relação de Coortes tem pelo menos uma limitação: a necessidade de uma projeção por componentes com desagregação por sexo e idade das populações e as componentes demográficas, que é mais difícil de ser realizada sem as informações completas do censo mais recente. Técnicas que utilizam variáveis sintomáticas são ainda mais difíceis de serem executadas nestas condições, já que é bastante restrita a disponibilidade de informações para o ano presente da estimativa, sendo que boa parte das variáveis comumente utilizadas com este propósito são mais desatualizadas que o próprio censo.

O método A_iB_i vem sendo utilizado há bastante tempo pelo IBGE, tendo sido intensamente explorado e avaliado, apresentando-se como uma boa técnica de estimativa de populações municipais para horizontes relativamente curtos. Para o método de Relação de Coortes de Duchesne existem algumas propostas metodológicas alternativas, algumas já testadas e outra ainda como possibilidades de implementação, como a apresentada por ASSUNÇÃO¹⁴, 2002.

Técnicas utilizando variáveis sintomáticas são as que permitem as mais promissoras alternativas, tanto em relação à escolha das variáveis a serem utilizadas – com a maior disponibilidade e melhoria na qualidade das informações – quanto às alternativas metodológicas, como melhores adequações e refinamento dos modelos de regressão.

Outras variáveis sintomáticas estão sendo analisadas de forma minuciosa e poderão ser incluídas futuramente nesse modelo, tais como:

- **Do IBGE:**

- Estatísticas do Registro Civil (Nascimentos e Óbitos);
- Informações da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (Ligações de Água e Esgoto);
- Informações do Perfil dos Municípios Brasileiros – MUNIC;

¹⁴ Ver em: http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/Com_PRJ_ST36_Assuncao_texto.pdf.

- Produto Interno Bruto municipal;
- **Do Ministério da Previdência Social:**
 - Quantidade de benefícios previdenciários emitidos (aposentadorias, pensões);
 - Valor dos benefícios previdenciários emitidos;
 - Quantidade de contribuintes;
 - Valor da arrecadação;
- **Do Ministério da Educação:**
 - Número de matrículas escolares do ensino fundamental;
 - Número de matrículas escolares do ensino médio;
 - Número de matrículas escolares do ensino superior;
 - Número de instituições de ensino fundamental;
 - Número de instituições de ensino médio;
 - Número de instituições de ensino superior;
- **Do Ministério do Trabalho:**
 - Número de empregados com carteira assinada;
 - Número de estabelecimentos;
- **Do Tribunal Superior Eleitoral:**
 - Eleitorado;
- **Do Ministério da Saúde:**
 - Número de Estabelecimentos de Saúde;
- **Da Receita Federal:**
 - Número de Declarações de Imposto de Renda;
- **Das Concessionárias de Energia (Light, Ampla, etc):**
 - Número de pontos de Luz;
- **Do Detran:**
 - Frota de veículos;
 - Número de linhas de transporte coletivo;
- **Outras Variáveis Sintomáticas:**
 - Número de agências bancárias;
 - Número de delegacias;

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, F.R.P.C e SENNA, J.R.X. *Tábuas de Mortalidade por sexo e grupos de idade – Grandes Regiões e Unidades da Federação – 1980, 1991 e 2000*. IBGE, Diretoria de Pesquisas. Textos para discussão nº 20, 2005.

ASSUNÇÃO, R. M. *Método Bayesiano de Relação de Coortes para Projeções de Pequenas Áreas*, 2002. Disponível em: http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/Com_PRJ_ST36_Assuncao_texto.pdf.

BAY, G. *El uso de variables sintomáticas en la estimación de la población de áreas menores*. Notas de Población. n.67-68. Santiago do Chile, Comissão Econômica para América Latina e Caribe, Centro Latino-americano e Caribenho de demografia – Divisão de População (CEPAL/CELADE), 1998.

BRASS, W, COALE, A. J. et al. *The Demography of Tropical Africa*. Princeton: Princeton University Press, 1968.

BRITO, L. P. G.; CAVENAGHI, S.; JANNUZZI. Estimativas e projeções populacionais para pequenos domínios: uma avaliação da precisão para municípios do Rio de Janeiro em 2000 e 2007. *Revista Brasileira de Estudos de População*, vol.27, no.1, p. 35-57, Rio de Janeiro, jan/jun. 2010,

COALE, A. J. e DEMENY, P. *Regional Model Life Tables and Stable Populations (second edition)*, 1983.

DUCHESNE, L. *Proyecciones de Poblacion por Sexo y Edad para Areas Intermedias y Menores - Método de Relacion de Cohortes* – Centro Latinoamericano de Demografia, Diciembre 1987.

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). *Projeções Populacionais para os Municípios do Estado de São Paulo*. Disponível em: http://www.seade.gov.br/produtos/projpop/pdfs/projpop_metodologia.pdf.

IBGE. *Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade – 1980-2050 – Revisão 2008*. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/projecao.pdf.

IBGE. *Indicadores Sociodemograficos Prospectivos para o Brasil 1991-2030*. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/publicacao_U NFPA.pdf.

JANNUZZI, P. *Cenários futuros e projeções populacionais para pequenas áreas: método e aplicação para distritos paulistanos 2000-2010*. Revista Brasileira de Estudos de População, v.24, n.1, p.109-136, jan./jun. 2007.

JARDIM, M.L.T. *El uso de variables sintomáticas para estimar la distribución espacial de población: aplicación a los municipios de Río Grande del Sur, Brasil*. Notas de Población. n.71. Santiago do Chile, Comissão Econômica para América Latina e Caribe, Centro Latino-americano e Caribenho de demografia – Divisão de População (CEPAL/CELADE). P. 21 – 49, 2001.

JARDIM, M.L.T. *Metodologias de estimativas e projeções populacionais para o Rio Grande do Sul e seus municípios*. Série Documentos FEE no 56, outubro de 2003. Disponível em: http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/download/documentos/documentos_fee_56.pdf.

JARDIM, M.L.T. *Comparação das Estimativas e Projeções Populacionais do Rio Grande do Sul Com a Contagem de 2007*. Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/download/tds/039.pdf>.

MADEIRA, J.L.; SIMÕES, C.C.S. *Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da federação, de 1960/1980 por uma nova metodologia*. Revista Brasileira de Estatística, Rio de Janeiro: IBGE, v. 33, n. 129, p. 3-11, jan./mar., 1972.

WALDVOGEL B.C. e CAPASSI, R.. *Projeção populacional como instrumento de planejamento regional: o caso do Estado de São Paulo*. In: XI Encontro Nacional de Estudos Populacionais ABEP. Caxambu, 1998. Vol. 1. p.