

**PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA MUNICÍPIOS
DA REGIÃO DE CAMPINAS:
Aplicação de método combinado demográfico - ecológico
para projeção para pequenas áreas***

**POPULATION PROJECTION FOR CAMPINAS REGION:
The application of a combined demographic - ecological
method for small area population projection**

Paulo de Martino JANNUZZI¹
Nicoláo JANNUZZI²

RESUMO

O desenvolvimento de metodologias para a elaboração de projeções populacionais em nível micro-especializado - municípios e domínios sub-municipais - vêm merecendo atenção crescente por parte de pesquisadores em Demografia Aplicada, como consequência, sobretudo, do aumento da demanda por este tipo de informação no presente contexto de resgate do processo de Planejamento Público e descentralização tributária e da ação social do Estado. Este trabalho procura oferecer, assim, uma contribuição para a temática de projeções para pequenas áreas, ao apresentar uma metodologia integrada de projeções populacionais pelo método das componentes demográficas em nível regional e um sistema de equações diferenciais para desagregação municipal dos resultados, baseado em um modelo tradicional usado em Ecologia para representar a dinâmica populacional de espécies competitivas em um Habitat fechado, com capacidade de suporte limitada. Na adaptação do modelo para representar a dinâmica demográfica, as populações das pequenas áreas representam as "espécies", e a região, o

⁽¹⁾ Uma versão anterior deste texto, denominado "Projeção populacional para pequenas áreas: uso combinado do método das componentes demográficas e de sistema dinâmico em Ecologia" foi apresentado na sessão de "Metodologias de Projeção" do XII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Caxambu MG, em outubro de 2000. Na presente versão foi introduzido um apêndice onde se compara os resultados do trabalho anterior com as estimativas populacionais preliminares do Censo Demográfico 2000. O artigo foi elaborado a partir dos resultados do projeto de pesquisa "Projeções Populacionais para Campinas e Região", financiado pela CEAP/PUC-Campinas entre 1996 e 1998.

⁽¹⁾ Professor da PUC-Campinas, Analista de Projetos da F.SEADE, Mestre em Administração Pública na EAESP/FGV, Doutor em Demografia no IFCH/UNICAMP.

⁽²⁾ Especialista da Fundação Centro Tecnológico para a Informática.

"habitat", com seus recursos limitados de espaço físico, imóveis, vias públicas, empregos, etc. Assim, taxa de crescimento populacional de cada área na região dependerá da sua respectiva taxa de crescimento vegetativo - e, portanto, em última instância, dos níveis prevaletentes da fecundidade e mortalidade em cada pequena área e do grau de atratividade ou repulsividade de cada pequena área, em função de suas economias/deseconomias de aglomeração (nível de salários, oferta de empregos, custo dos terrenos e moradias, poluição, custos de transporte, etc). Depois de apresentado o modelo e as formas de estimação dos parâmetros, mostra-se uma aplicação do mesmo para estimar a população de seis municípios região de elevada adensamento populacional no Estado de São Paulo. Esta metodologia parece útil em projeção demográfica - com horizonte de planejamento de 5 a 10 anos à frente - para pequenas áreas situadas contiguamente - como distritos de um mesmo município ou municípios em aglomerações urbanas conurbadas.

Palavras-chave: Projeção - Pequenas áreas - Sistemas Dinâmicos.

ABSTRACT

Population projections for small areas are becoming more and more requested by public and private organizations around the world, as a way to improve their planning capabilities. Most of the models proposed are data intensive, based on administrative records maintained by local agencies or governments. As the coverage and quality of this type of data are usually not very good in a large part of the underdeveloped countries, these models can not be used. So, this paper presents an alternative method to produce small area population estimates, useful when only good census data and vital statistics are available. The model presented is an integrated method of population projections using the cohort-component method at regional level and a system of differential equations to split the total to municipal bounds, using a model of competitive species in Ecology. The paper is structured in two sections. First, it presents the integrated model demographic components-dynamic system, and then it shows an application to estimate the populations- and its age structure- in the near future for some municipal districts in Sao Paulo State. Although this model can be applied - in thesis - in any situation, one wants to estimate the population of small areas inside a larger one, the use of the method resembles to justify in situations of demographic projection - with planning horizon of 5 to 10 years ahead - for neighborhoods in a same municipal district, municipal districts in gatherings urban zones or metropolitan areas - whose environmental resources, of infrastructure and economic (water, transport, houses, jobs, etc) are more and more scarce and disputed by resident populations in the areas and in the neighboring places.

Key words: Projections - Small areas - Dynamic systems.

1. APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento de metodologias para a elaboração de projeções populacionais em nível micro-especializado - municípios e domínios sub-municipais - vêm merecendo atenção crescente por parte de pesquisadores em Demografia Aplicada, como revela o espaço dedicado às sessões com esta temática nos congressos científicos na área de População e a publicação de artigos sobre a questão em diversos periódicos internacionais, desde meados da década passada e, sobretudo, nos últimos anos. De fato, na Conferência Mundial de População, na China, nos últimos congressos da Population Association of América e da Southern Demographic Association nos EUA, nas publicações do Centro Latino-Americano de Demografia (CELADE), nos diferentes eventos promovidos pela Associação Brasileira de Estudos Populacionais no Brasil têm-se presenciado um número crescente de contribuições para o tema das projeções populacionais para pequenas áreas. Mais recentemente, o Bureau de Censos dos EUA organizou a Conferência Internacional sobre Métodos de Estimativa de População em Pequenas Áreas, com afluência de pesquisadores de diversos países trazendo suas contribuições à temática.

Esta oferta crescente de trabalhos na temática decorreria sobretudo, como observou Granados (1989), da apresentação da coletânea de textos de seminário especialmente organizada pelo CELADE para tratar das projeções demográficas em pequenas áreas no final da década passada, do surgimento de demandas específicas de governos subnacionais e de agências governamentais preocupados na estimativa mais precisa dos públicos-alvo futuros das diferentes políticas públicas, a fim de garantir uma melhor efetividade social dos recursos públicos disponíveis, cada vez mais escassos. A formação mais extensiva de técnicos com capacitação em Demografia, o avanço tecnológico e barateamento relativo do hardware e software, o surgimento de pacotes com procedimentos

para tratar dados e métodos demográficos em microcomputador também se constituiriam em fatores potencializadores para o crescimento da demanda por projeções subnacionais nos países da região.

Mais especificamente no Brasil, a descentralização tributária em favor de estados e municípios, a transferência de parte das responsabilidades de políticas sociais para as prefeituras (em convênio ou não com outras instâncias de governo) e a previsão constitucional de instrumentos de gestão urbana para municípios com mais de 20 mil habitantes (Plano Diretor) têm certamente favorecido a estruturação de sistemas institucionalizados de planejamento municipal. Há um conjunto expressivo de municípios - de médio e grande portes utilizando-se de novas metodologias e tecnologias para acompanhamento da dinâmica e da gestão urbana, que têm manifestado interesse crescente por projeções populacionais mais específicas, seja em termos geográficos, seja em termos dos públicos-alvo futuros a estimar para os diversos setores da Política Social (Jannuzzi & Pasquali 1999). Enfim, a julgar pelo que colocam Valladares e Coelho (1996), a preocupação com melhor embasamento técnico nas atividades relacionadas ao Planejamento Urbano parece estar ganhando terreno no país, depois da desilusão com as distorções induzidas pela prática de planejamento tecnocrático dos anos 70.

As técnicas clássicas para projeções populacionais para pequenas áreas têm sido objeto de apresentação e aplicação por vários pesquisadores, como ilustram os trabalhos de Granados (1989), Santos (1989) e Celade (1994). De modo geral, os modelos de regressão, correlação ou repartição baseados em variáveis sintomáticas estão entre os mais usados na bibliografia internacional, como mostram os trabalhos apresentados na referida conferência organizada pelo Bureau de Censos americano (Smith & Cody 1999, Hoque & Murdock 1999, Martindale 1999, Simpson 1999, Tolson 1999).

Estatísticas de nascimentos, óbitos, registros médicos e de atendimento hospitalar, registros de construção e demolição de imóveis das prefeituras, matrículas escolares e outros dados administrativos de escolas, licenças de automóveis, informações sobre recolhimento de impostos, ligações residenciais de eletricidade e outros serviços de infraestrutura estão entre as variáveis sintomáticas mais citadas nas aplicações de projeção de pequenas áreas nos países mais desenvolvidos, graças, naturalmente, à qualidade e confiabilidade alcançadas nos registros administrativos públicos. Nestes países, o emprego dos Sistemas de Informação Geográfica e modelos geo-estatísticos têm garantido um aprimoramento ainda maior na qualidade das projeções. No Brasil e outros países do Terceiro Mundo há experiências bem sucedidas de aplicação de dados provenientes de registros administrativos em projeções municipais (Jardim 1992, Celade 1994, Waldvogel 1998), mas certamente, não é uma prática que se possa generalizar para todo contexto espacial, em função da não indisponibilidade, precariedade ou baixa confiabilidade das informações requeridas. Têm sido propostos alguns métodos alternativos que não dependem dos registros administrativos, como o de Ketkar (1990) de uso de dados censitários e modelos loglineares e o de Cunha & Torres (1994), com uso de fotografia aérea e pesquisa de campo.

Este trabalho procura também oferecer, uma contribuição para a temática de projeções para municípios e pequenas áreas, ao apresentar uma metodologia alternativa, não dependente de outros registros administrativos, além das Estatísticas Vitais. Apresenta-se aqui um método integrado de projeções populacionais pelo método das componentes demográficas em nível regional e um sistema de equações diferenciais para desagregação municipal dos resultados, baseado em um modelo tradicional usado em dinâmica populacional de espécies competitivas em Ecologia. O trabalho está estruturado em duas seções. Na primeira, apresenta-se o modelo integrado de projeção por componentes

demográficas e sistema dinâmico, para estimação dos quantitativos e da estrutura da população futura em pequenas áreas. Depois, mostra-se uma aplicação da metodologia para estimar as populações em 2000 e 2005 de alguns municípios de uma região de elevado adensamento populacional no Estado de São Paulo.

2. INTEGRAÇÃO DO MÉTODO DAS COMPONENTES COM SISTEMA DINÂMICO

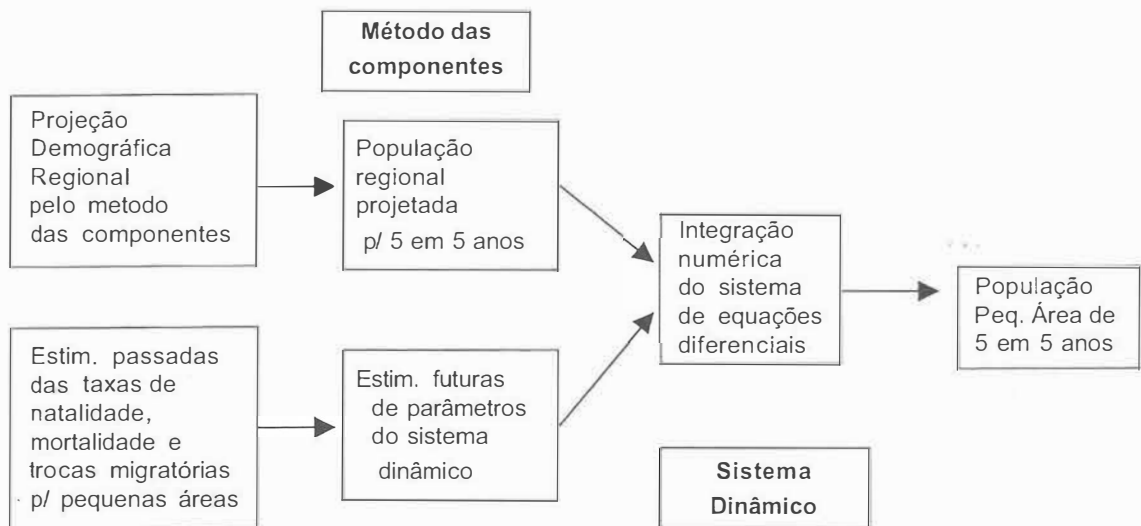
Em geral, as várias propostas metodológicas de projeção populacional para pequenas áreas pressupõe que se tenha disponível a população da região em que elas estão situadas. No modelo integrado de projeção aqui apresentado, a projeção demográfica regional também é necessária e, a fim de que os resultados finais sejam consistentes, sobretudo os relativos à estrutura etária, é importante que as projeções regionais tenham sido elaboradas através do método das componentes.

Tal método de projeção certamente dispensa maiores explicações, dada a sua extensa e antiga difusão na área. Ele consiste na aplicação da equação compensadora básica da dinâmica populacional para cada corte quinquenal, combinando distintas hipóteses sobre a evolução do nível e estrutura da fecundidade, mortalidade e migração no horizonte de projeção (Pujol 1989). A factibilidade dos cenários projetados depende, ademais, da qualidade dos dados sobre a estrutura demográfica no momento de referência inicial, da consistência das hipóteses firmadas quanto à trajetória futura dos componentes demográficos, no que é fundamental a disponibilidade de métodos e modelos que permitam especificá-los em termos de nível e estrutura adaptados à população e à região de interesse. Neste sentido, têm se produzido e desenvolvido no Brasil um conjunto de métodos, modelos matemáticos e padrões empíricos de taxas para ajuste e modelagem de taxas de fecundidade (Frias & Oliveira 1991, Campanário & Godinho 1996), de mortalidade

(Ferreira 1980, Frias & Rodrigues 1987, Paes 1995) e migração (Carvalho & Fernandes 1996, Jannuzzi 1998), que podem permitir a definição de nível e estrutura para as componentes

demográficas mais próximas à realidade e à experiência empírica brasileira do que os modelos desenvolvidos para outros países e contextos históricos.

Diagrama 1: Método das componentes e sistema dinâmico para projeção



Depois de estimados os totais populacionais e a estrutura por idade e sexo da população regional em cada quinquênio pelo método das componentes demográficas, aplica-se o modelo de estimação da população para as sub-áreas de interesse na região em estudo (Diagrama 1). Este modelo de estimação baseia-se em um sistema de equações diferenciais usado em Ecologia para representar a dinâmica populacional de espécies competitivas dentro de um *habitat* fechado, com capacidade de suporte limitada. Nele, o crescimento de cada espécie depende da sua taxa de crescimento vegetativo (nascimentos menos óbitos) e da forma de interação com as demais espécies existentes (competição, predação ou parasitismo), forma essa que pode potencializar o ritmo de crescimento ou mesmo extinção de uma dada espécie (Dajoz 1983).

A adaptação desse modelo para representar a dinâmica populacional de pequenas áreas de uma região intuitivamente simples foi implementado anteriormente por Szwarcwald & Castilho (1989) para estimativas anuais de quantitativos populacionais para municípios fluminenses entre 1980 e 1990. Na adaptação do modelo para representar a dinâmica demográfica, as populações das pequenas áreas representam as “espécies”, e a região, o *habitat*, com seus recursos limitados de espaço físico, imóveis, vias públicas, empregos, etc. Assim, a taxa de crescimento populacional de cada área na região dependerá da sua respectiva taxa de crescimento vegetativo e, portanto, em última instância, dos níveis prevalentes da fecundidade e mortalidade em cada área e de seu grau de atratividade, em função das economias/deseconomias de aglomeração de cada área (nível de salários, oferta de empregos, custo dos terrenos e moradias, poluição, custos de transporte, etc).

Quadro 1: Sistema de equações diferenciais da dinâmica populacional intra-regional

$$\frac{dP_1}{dt} = a_1 P_1(t) + b_1 P_1(t) T(t)$$

$$\frac{dP_2}{dt} = a_2 P_2(t) + b_2 P_2(t) T(t)$$

.....

$$\frac{dP_n}{dt} = a_n P_n(t) + b_n P_n(t) T(t)$$

sujeito a condição de contorno $\sum_{i=1..n} P_i(t) = T(t)$

Onde $T(t)$: total populacional da região no ano t
 $P_i(t)$: população da área i no ano t
 a_i : taxa de crescimento vegetativo da população da área i
 b_i : fator relacionado à atratividade migratória da área i

Como foi representado no sistema de equações diferenciais do Quadro 1, os parâmetros a_i dizem respeito à taxa de crescimento vegetativo específico de cada pequena área, enquanto os parâmetros b_i referem-se ao grau de atratividade de cada área relativamente às demais (isto é, a competitividade migratória de cada área em relação à população da região). Trata-se, pois, de um modelo que discrimina, para cada área, a contribuição do crescimento vegetativo e do saldo migratório no crescimento populacional.

Como foi mostrado por Szwarcwald & Castilho (1989), é possível encontrar uma solução algébrica recursiva para este sistema de equações diferenciais, tomando-se como variável exógena a população regional - definida pela projeção por componentes - e supondo comportamentos específicos para as taxas de crescimento vegetativo e do grau de atratividade das áreas no horizonte de projeção. Com isso, obtêm-se as estimativas populacionais para cada área, a cada final de quinquênio (Quadro 2).

Quadro 2: Solução recursiva do sistema de equações diferenciais

Se $P_i(t)$ é a população da área i no momento t , então:

$$P_i(t) = P_i(0) + \Delta P_i$$

$$\Delta P_i = \Delta P F_i(t) P_i(0) / \sum F_i(t) P_i(0)$$

com $F_i(t) = \exp (a_i + b_i (\ln (T(t)/T(0)) (T(t) - T(0))) - 1$

onde $T(t)$: total populacional da região, projetado externamente por componentes

a_i : $\ln (1 + tx \text{ natalidade}_i - tx \text{ mortalidade}_i)$ - taxas médias para o período estimadas a partir da análise das estatísticas vitais recentes e perspectivas futuras

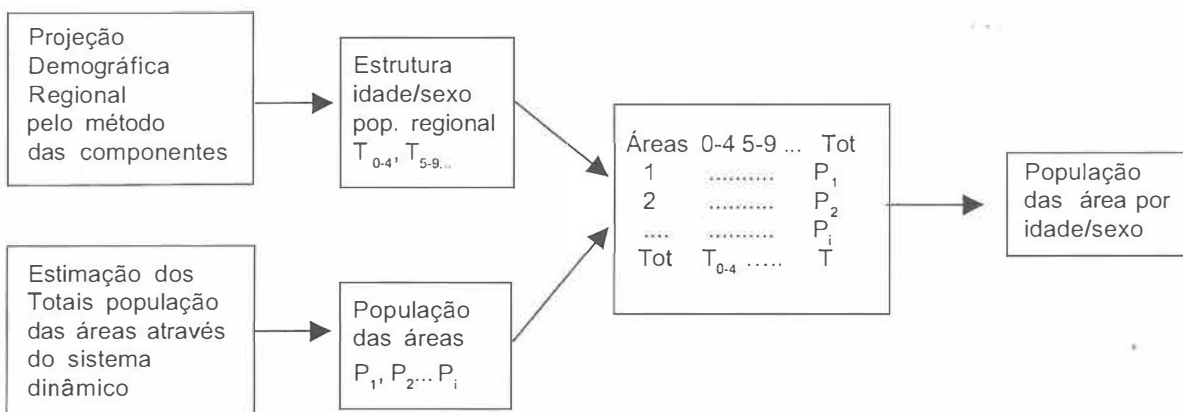
b_i : grau de atratividade migratória média da área i , estimado a partir de tendências passadas e perspectivas futuras. Para períodos anteriores este parâmetro pode ser estimado por

$$\frac{a_i + (\ln (P_i(t) / P_i(0)))}{(\ln (T(t)/T(0))) (T(t) - T(0))}$$

Depois de computar estas estimativas quinquênicas de população para cada área, resta encontrar a estrutura demográfica por sexo e idade para cada um delas. Um dos métodos disponíveis é a técnica de ajuste iterativo proporcional de tabelas de contingência (Willekens 1982). Neste método, a estrutura etária da população de cada área no futuro é obtida mediante o ajuste iterativo de uma tabela

de contingência (faixas etárias vs. área), tendo como solução inicial a estrutura demográfica obtida para cada área no momento anterior e, como marginais da tabela, os totais populacionais das áreas estimados pelo sistema dinâmico (P_i – totais linha) e a estrutura demográfica regional definida pela projeção por componentes ($T_{0-4}, T_{5-9} \dots$ – totais coluna), como ilustra o Diagrama 2.

Diagrama 2: Estimação da estrutura por idade e sexo das pequenas áreas



3. APLICAÇÃO: PROJEÇÕES POPULACIONAIS PARA MUNICÍPIOS NA REGIÃO DE CAMPINAS

Embora seja aplicável a situações mais gerais de projeção demográfica, esta metodologia parece ser particularmente útil quando se pretende obter estimativas populacionais futuras de áreas contíguas, de elevada densidade populacional. Nesta situação se enquadram projeções demográficas de distritos ou bairros dentro de um município e projeções de população de municípios em regiões metropolitanas ou em aglomerações urbanas conurbadas. É neste último tipo de caso que se enquadra a aplicação aqui apresentada do modelo integrado de projeção.

Assim, com base nas projeções demográficas elaboradas anteriormente pelo método das componentes para Região Administrativa de Campinas (Jannuzzi 1997), aplicou-se o sistema dinâmico para estimar as populações - e a estruturas etárias associadas - em 2000 e 2005 de alguns dos principais municípios da região - Americana, Bragança, Campinas, Jundiaí, Limeira, Piracicaba - além daquela correspondente à da Região de Governo de Campinas (sub-região de elevada densidade populacional em torno do município de Campinas).

Dentre os diversos cenários demográficos projetados pelo método das

Sob as hipóteses assumidas no cenário demográfico aqui adotado, a RA Campinas estaria crescendo a taxas de 2,2 % ao ano nos anos 90, contra 2,9 % na década anterior. No primeiro quinquênio do próximo século, a população da RA estaria aumentando a taxas médias de 1,6 % ao ano. Na virada do milênio, a RA estaria reunindo 5,3 milhões de pessoas e, em 2005,

pouco mais de 5,7 milhões pessoas. Em termos da estrutura etária, a população da RA passaria a envelhecer mais rapidamente que em outras décadas. Para a RA, no período de 1990 a 2005, a subpopulação de idosos teria sua parcela aumentada de 5% para quase 7% da população total. Crianças e adolescentes, em contrapartida, passariam de 31 % para 24 % do total da RA no período.

Tabela 1. Projeções demográficas pelo método dos componentes RA Campinas 1980 a 2005 (mil pessoas)

Grupos etários	1980	1990	1995	2000	2005
0-4 anos	381	417	389	435	454
5-14 anos	677	889	925	879	89
15-19 anos	347	394	471	509	473
20-44 anos	1.203	1.716	1.963	2.152	2.390
45-59 anos	370	497	608	746	950
60 + anos	220	345	417	563	568
Total	3.197	4.258	4.774	5.285	5.733
Hipótese implícitas					
Tx natalidade (p/mil)	23,3	19,5	17,9	16,8	-
Tx mortalidade(p/mil)	6,3	5,9	5,9	6,0	-
Tx migratória(p/mil)	11,0	8,3	8,3	7,5	-

Fonte: Jannuzzi (1997), projetos revisadas

A aplicação do sistema dinâmico para obtenção das estimativas populacionais para os municípios selecionados foi antecedida por uma análise das taxas de natalidade e de mortalidade e do grau de atratividade migratória quinquenal de cada um deles no período de 1980 a 1996. A partir da extrapolação das tendências passadas, estabeleceram-se os valores médios das taxas de crescimento vegetativo e o grau de atratividade migratória para os quinquênios de 1995-2000 e

2000-2005. Como se pode verificar na Tabela 2, Os parâmetros a_i , associados à taxa de crescimento vegetativo, são decrescentes para todos os municípios, convergindo para valores próximos nos próximos anos (com exceção de Bragança). Com relação aos parâmetros b_i - grau de atratividade migratória - os comportamentos são mais variados, contrapondo tendências de crescente repulsão - Jundiaí, sobretudo - de atração - Periferia de Campinas - e de relativa estabilidade.

Gráfico 1. Parâmetros a_i e b_i estimados e projetados do sistema dinâmico. Municípios da RA Campinas 1980 a 2005

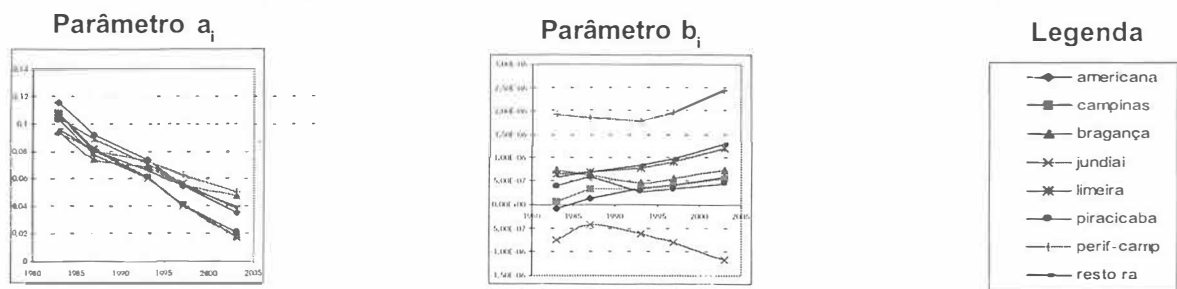


Tabela 2. Parâmetros a_i e b_i estimados e projetados sistema dinâmico Municípios da RA Campinas 1980 a 2005

Municípios	1983	1987	1993	1997	2003
a_i (relacionado à Taxa Crescimento vegetativo)					
Americana	0,115	0,092	0,073	0,055	0,035
Campinas	0,108	0,082	0,061	0,041	0,018
Bragança	0,094	0,074	0,068	0,056	0,047
Jundiaí	0,107	0,081	0,060	0,040	0,017
Limeira	0,104	0,089	0,071	0,057	0,038
Piracicaba	0,103	0,077	0,060	0,041	0,021
Perif RG Campinas	0,093	0,081	0,073	0,063	0,050
Anel ext RA Campinas	0,096	0,080	0,066	0,055	0,039
b_i (grau de atratividade migratória)					
Americana	-9,44E-08	1,35E-07	3,51E-07	6,03E-07	9,70E-07
Campinas	7,19E-08	3,23E-07	3,33E-07	5,78E-07	8,73E-07
Bragança	7,20E-07	6,15E-07	4,66E-07	1,58E-07	-4,43E-07
Jundiaí	-7,58E-07	-4,12E-07	-6,19E-07	-5,24E-07	-7,73E-07
Limeira	6,40E-07	6,74E-07	7,78E-07	7,40E-07	8,95E-07
Piracicaba	3,95E-07	5,92E-07	2,70E-07	3,31E-07	2,28E-07
Perif RG Campinas	1,92E-06	1,85E-06	1,79E-06	1,83E-06	2,26E-06
Anel ext RA Campinas	5,75E-07	6,84E-07	8,42E-07	9,72E-07	1,31E-06

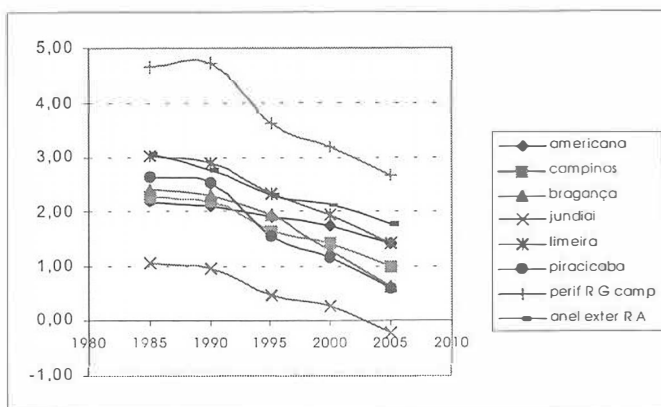
Aplicando-se a solução recursiva apresentada no Quadro 2, chegou-se aos totais populacionais para as áreas selecionadas (Tabela 3). Como se pode verificar no Gráfico 2, as taxas de crescimento demográfico são decrescentes para todos os municípios da região, chegando a

ser negativas, a partir de 2003, para Jundiaí. A área periférica de Campinas estará crescendo a taxas mais elevadas do que todas as áreas aqui analisadas (acima de 2% ao ano). Em 2005, Campinas chegaria a 1.010 mil pessoas e seu entorno próximo, 1.750 mil pessoas.

Tabela 3. População e taxas de crescimento estimadas e projetadas Municípios da RA Campinas 1980 a 2005

Municípios	Pessoas (em mil)						Taxas anuais (%)				
	1980	1985	1990	1995	2000	2005	80/85	85/90	90/95	95/2000	2000/2005
Americana	122	136	150	165	180	193	2,2	2,1	1,9	1,8	1,4
Campinas	662	742	826	896	961	1.010	2,3	2,2	1,6	1,4	1,0
Bragança	75	86	98	108	115	119	2,4	2,3	1,9	1,3	0,6
Jundiaí	258	272	286	293	296	293	1,1	1,0	0,5	0,3	-0,2
Limeira	150	174	201	226	248	266	3,0	2,9	2,4	1,9	1,4
Piracicaba	213	243	276	297	315	325	2,7	2,5	1,5	1,2	0,6
RG Campinas	1.400	1.652	1.952	2.227	2.507	2.762	3,1	2,8	2,3	2,4	23,0
RA Campinas	3.197	3.689	4.258	4.774	5.285	5.733	2,9	2,9	2,3	2,1	1,6

Gráfico 2. Taxas de crescimento demográfico anual por quinquênios Municípios da RA Campinas 1980 a 2005



Calculados os totais populacionais dos municípios, computaram-se as respectivas estruturas etárias através do método de ajuste iterativo proporcional, cujos resultados são apresentados na tabelas 4. Em todos os municípios, como era de se esperar, observam-se o

envelhecimento populacional, o aumento da taxa de dependência e a diminuição da pressão demográfica de jovens no mercado de trabalho (razão entre o total de pessoas 15-19 anos pelo de 20-24 anos), mas as tendências parecem mais adiantadas em alguns municípios, como em Jundiá.

Tabela 4. População estimada por grupos etários pelo método iterativo proporcional Municípios da RA Campinas 2000 e 2005 (em mil pessoas)

Municípios	0-4 anos	5-14 anos	15-19 anos	20-44 anos	45-59 anos	60 + anos	Total
População ajustada p/2000 a partir da estrutura da RA Campinas em 1996							
Americana	14	28	16	76	27	19	180
Campinas	73	151	90	409	139	98	961
Bragança	9	19	11	45	16	14	115
Jundiá	22	46	27	121	46	34	296
Limeira	21	42	24	103	34	24	248
Piracicaba	25	53	30	128	45	34	315
RG Campinas	165	339	199	882	307	246	2.507
RA Campinas	435	879	509	2.152	746	563	5.285
População ajustada p/2005 a partir da estrutura da RA Campinas em 2000							
Americana	14	28	15	83	34	19	193
Campinas	74	149	81	439	172	97	1.010
Bragança	9	19	10	47	20	13	119
Jundiá	21	43	23	122	53	32	293
Limeira	22	42	22	13	42	24	266
Piracicaba	25	51	26	134	54	33	325
RG Campinas	164	332	177	940	375	252	2.762
RA Campinas	454	899	473	2.390	950	568	5.733

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aqui apresentada para a projeção populacional de pequenas áreas tem uma natureza eminentemente demográfica. Baseia-se em resultados de projeções populacionais em âmbito regional elaboradas pelo método das componentes e em um sistema de equações diferenciais que discrimina, para cada pequena área, a contribuição do crescimento vegetativo e do saldo migratório no crescimento populacional.

Embora possa ser aplicado, em tese, em qualquer situação em que se queira estimar a população de áreas compreendidas em uma região, o uso do método parece se justificar em situações de projeção demográfica com horizonte de planejamento de 5 a 10 anos à frente para pequenas áreas situadas contiguamente, como os distritos de um mesmo município, municípios em aglomerações urbanas conurbadas ou regiões metropolitanas- cujos recursos ambientais, de infra-estrutura e econômicos (água, transporte, imóveis, empregos etc) mostram-se cada vez mais escassos e disputados pelas populações residentes nas áreas e nas localidades vizinhas. Também parece ser útil em situações em que a dinâmica demográfica recente das pequenas áreas desaconselhe a mera extrapolação matemática das tendências passadas.

Naturalmente, o sucesso na utilização do modelo integrado depende da factibilidade das hipóteses implícitas na projeção por componentes para a região e na especificação dos valores futuros dos parâmetros a_1 (crescimento vegetativo) e b_1 (atratividade migratória) do sistema dinâmico para as pequenas áreas. Quando se dispõe de estatísticas vitais de boa qualidade e as pequenas áreas em questão correspondem a municípios, a análise das séries históricas das taxa de natalidade, mortalidade e dos saldos migratórios podem sugerir tendências prospectivas futuras para os parâmetros do modelo. Não se pode esquecer, contudo, que a especificação do grau

de atratividade migratória das pequenas áreas deve ser respaldado em alguma análise prospectiva acerca das tendências futuras de fatores de natureza macro-regional- como o nível de oferta de empregos, nível salarial, perfil ocupacional- e outros de natureza micro-espacial- como os determinantes urbanísticos, as restrições de natureza ambiental ou geográfica (presença de áreas de proteção, áreas sujeitas a inundação, etc), a existência de vazios urbanos, a lei de uso do solo, preços do aluguel, valor dos terrenos, as características do sistema viário e do transporte público e os impactos decorrentes das intervenções públicas (CEPAM 1990). Tais fatores têm importância tanto maior quanto menor a dimensão espacial da área objeto da projeção.

Por fim, como tantos outros trabalhos na área, este estudo aplicado têm o propósito de oferecer uma contribuição para os Métodos de Gestão Urbana no país, no sentido preconizado por Valladares e Coelho (1996), de disponibilizar instrumentos para reflexão prospectiva para a ação pública. Qualquer que seja a modalidade empregada de Planejamento Urbano-Planejamento Participativo (Maricato 1997) ou Planejamento Estratégico Territorial (Borja & Castells 1997)- a sua legitimidade e o seu sucesso dependem, ademais, da prevalência do interesse público no embate entre os agentes da Política Urbana, de uma boa base técnica para diagnóstico, monitoramento e prospecção do crescimento urbano. A metodologia aqui exposta pode ser de alguma utilidade neste sentido.

APÊNDICE:

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA PROJEÇÃO COM OS DO CENSO DEMOGRÁFICO 2000

Com a publicação dos resultados preliminares do Censo Demográfico de 2000 em dezembro de 2000, foi possível fazer uma avaliação da precisão das projeções populacionais para os

municípios selecionados no trabalho. Como se pode verificar na tabela a seguir, as cifras municipais previstas pelo método são todas inferiores às levantadas no Censo, decorrência, em primeira instância, do fato de a população projetada para a RA Campinas ser 2% inferior às estimativas censitárias. Ainda assim, os resultados previstos são muito bons para Limeira, Campinas, Americana e Região de Governo de

Campinas, com erro relativo entre 0,3 e 1,1%. Para Piracicaba, Bragança e Jundiá, o erro relativo é superior a 4%, como consequência da subestimação do parâmetro relacionado à atratividade migratória (b_1) para estes municípios. À luz destes resultados, as projeções municipais para 2005 para estes municípios devem ser encaradas como estimativas conservadoras.

Tabela 1. População projetada e estimada pelo Censo Demográfico 2000
Municípios da RA Campinas 2000

Municípios	Projeção	Censo	Dif abs	Dif %
Americana	180.000	182.084	2.084	1,1
Campinas	961.000	967.921	6.921	0,7
Bragança	115.000	124.888	9.888	7,9
Jundiá	296.000	322.798	26.798	8,3
Limeira	248.000	248.632	632	0,3
Piracicaba	315.000	328.312	13.312	4,1
RG Campinas	2.507.000	2.530.190	23.190	0,9
RA Campinas	5.285.000	5.407.590	122.590	2,3

Obs: Resultados preliminares do Censo, estimados para 1/08/2000. Projeções demográficas referem-se a 1/07/2000.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, M. et al. **Forecasting population growth and housing development for small areas using GIS.** Trabalho apresentado na 23ª Conferência Mundial de População. Pequim, 1997.

BORJA, J. & CASTELLS, M. **Planes estratégicos y proyectos metropolitanos.** *Cadernos IPPUR*, XI(1/2):207-232, 1997.

CAMPANÁRIO, P. & GODINHO, R. **Fecundidade: tendências e modelo de projeção.** *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, 10(2):26-33, 1996.

CARVALHO, J.A.M. & FERNANDES, F. **Estimativas de saldos migratórios e taxas líquidas de migração das unidades da federação e grandes regiões do Brasil, por sexo, idade e setores rural e urbano 1960-1979, 1970-1980.** Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 1996.

CUNHA, J.M.P. & TORRES, H.G. **Estimativas populacionais para pequenas áreas a partir da fotografia aérea: uma aplicação para as favelas do município de Campinas.** In: *Anais do IX Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, Caxambu, 1994, v.1. p.163-174.

CEPAM (1990) **Subsídios para elaboração do plano diretor.** São Paulo: Fundação Faria Lima, 1990.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral.** Petrópolis: Vozes, 1983.

FERREIRA, C.E.C. **Tábuas abreviadas de mortalidade para o Estado de São Paulo" Informe demográfico SEADE,** São Paulo, 4:1-47, 1980.

FRIAS, L.A & RODRIGUES, P. **Brasil: tábuas-modelo de mortalidade e populações estáveis.** *Estudos e Pesquisas IBGE*, Rio de Janeiro, 10, 1981.

- FRIAS, L.A. & OLIVEIRA, J.C. **Níveis, tendências e diferenciais de fecundidade no Brasil a partir da década de 30.** *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, Campinas, 8(1/2): 72-111, 1991.
- GRANADOS, M.P. **Metodos para proyecciones subnacionales de población.** Bogotá: DANE/CELADE, 1989.
- HOQUE, N. & MURDOCK, S.H. **Evaluation of Texas population and estimates and Projections program's population estimates for 1990.** *Population Estimates Methods Conference*, Washington, 1999 (www.census.gov/population/www/estimates/popest.htm).
- KETKAR, K.W. **A log-linear approach to disaggregated micro-level population forecasts.** *International Journal of Forecasting*, 6: 241-251, 1990.
- JARDIM, M.L.T., **Utilização de variáveis sintomáticas para estimar a distribuição espacial de populações: aplicação aos municípios do Rio Grande do Sul.** *Anais do VIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, Brasília, v. 1, p. 39-47, 1992.
- JANNUZZI, P.M. **Projeções populacionais e estimação de demandas sociais em âmbito micro-regional.** In: PATARRA, Neide et alii. **Migração, Condições de vida e Dinâmica Urbana.** Campinas, IE/UNICAMP, p. 373-408, 1997.
- JANNUZZI, P.M. (1998) **Perfis etários da migração por motivos e acompanhantes da mudança: evidências empíricas para São Paulo entre 1980 e 1993.** *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, Campinas, 15(2): 19-44, 1998.
- JANNUZZI, P.M. & PASQUALI, F. **Estimação de demandas sociais futuras para fins de formulação de políticas públicas municipais: notas para discussão.** *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, 33(2): 75-94, 1999.
- MARICATO, E. **Brasil 2000: qual planejamento urbano? Cadernos IPPUR**, XI(1/2): 113-130, 1997.
- MARTINDALE, M. **Overview of California's county population estimating methods.** *Population Estimates Methods Conference*, Washington, 1999 (www.census.gov/population/www/estimates/popest.htm).
- PAES, N.A. **Geração de um modelo de tábuas de vida representativo da mortalidade do Estado de São Paulo.** *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, Campinas, 12(1/2): 113-132, 1995.
- PUJOL, J.M. **Proyecciones de población a nivel nacional: metodo de los componentes.** In: GRANADOS, M.P. **Metodos para proyecciones subnacionales de población.** Bogotá: DANE/CELADE, 1989, p. 25-48.
- SANTOS, T.F. **Projeções de população de Pernambuco, desagregada por microrregiões, até o ano de 2010: aplicação de métodos alternativos.** Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 1989 (Dissertação de mestrado em Demografia).
- SIMPSON, S.L. **Population estimates for very small areas in the UK: performance and promise.** *Population Estimates Methods Conference*, Washington, 1999 (www.census.gov/population/www/estimates/popest.htm).
- SMITH, S.K. & CODY, S. **Evaluating the housing unit method: a case study of 1990 population estimates in Florida.** *Population Estimates Methods Conference*, Washington, 1999 (www.census.gov/population/www/estimates/popest.htm).
- SWARCWALD, C.L. & CASTILHO, E.A. **Proposta de um modelo para desagregar projeções demográficas de grandes áreas em seus componentes geográficos.** *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, 23: 269-276, 1989.

- TOLSON, D.J. **Testing population estimation models in Virginia: dealing with independent cities.** **Population Estimates Methods Conference**, Washington, 1999 (www.census.gov/population/www/estimates/popest.htm).
- VALLADARES, L. & COELHO, M.P. **La investigación urbana en América Latina : tendencias actuales y recomendaciones.** **Cadernos IPPUR**, Rio de Janeiro, X(1): 103-141, 1996.
- WALDVOGEL, B.C. **Técnicas de projeção populacional para o planejamento regional.** Belo Horizonte, CEDEPLAR, 1998.
- WILLEKENS, F. **Análisis multidimensional de población com datos incompletos.** **Demografía y Economía**, 16(3): 328-376, 1982.