



Diretoria de Engenharia - DE
Departamento de Estudos Energético - DEN
Divisão de Estudos de Mercado - DEND

Premissas para Previsão do Consumo de Energia
Elétrica para os sistemas Elétricos Isolados da
Região Norte

Projeção da População e do N° de
Domicílios
Metodologia e estudo de caso para os
municípios do Estado do Amazonas

Ciclo 2007- 2017

Maio de 2007



Diretoria de Engenharia - DE

Departamento de Estudos Energéticos – DEN

Divisão de Estudos de Demanda de Energia – DEND

**Premissas para Previsão do Consumo de Energia Elétrica para os
sistemas Elétricos Isolados da Região Norte**

**Projeção da População e do Nº de Domicílios
Metodologia e estudo de caso para os municípios do
Estado do Amazonas**

José Francisco Moreira Pessanha (Cepel)

Paulo de Martino Jannuzzi (IBGE)

Nelson Leon (Eletrobrás)

Diego Bosignoli Oneto (Cepel)

Juliana R. Mol de Oliveira (UFRJ)

Luiz Felipe Frias (UFF)

Nota sobre os resultados obtidos

Este trabalho resulta de um esforço conjunto entre especialistas em energia elétrica da Eletrobrás e do Cepel e especialista em demografia do IBGE. As metodologias utilizadas foram desenvolvidas com base nos censos demográficos e outras informações disponibilizadas pelo IBGE.

A projeção da população do Estado considerada é a última publicada pelo IBGE (outubro de 2004) e o trabalho desenvolvido é a repartição desta pelos municípios. Quanto aos domicílios foi considerada a projeção para o Estado constante em Eletrobrás (2005) e desenvolveu-se um método de repartição por mesoregião.

Como verificado pelo confronto dos censos de 1991 e 2000 existem 13 municípios (assinalados no apêndice A em vermelho) os quais apresentam dinâmicas de evolução populacionais que exigem uma verificação no local, com base em questionários e entrevistas, no sentido de validar as projeções obtidas.

Desta forma, assinalamos que os resultados deste trabalho são preliminares, não só naqueles assinalados, mas em todos os outros, visto que os métodos utilizados fornecem os resultados para o conjunto dos municípios.

Sumário

1. Introdução.....	7
2. Projeção populacional para os municípios	12
2.1 Método ai+bi	13
2.2 Modelo Projpeq.....	14
2.3 Projeções populacionais para os municípios do Amazonas.....	17
3. Modelo para projeção do nº de domicílios ocupados nos municípios	21
4. Conclusões	25
5. Referência bibliográficas	26
Apêndices.....	29
Apêndice A: censos de 1991 e 2000 população urbana e rural para os municípios do Estado do Amazonas	31
Apêndice B: projeção da população para os municípios do Estado do Amazonas em 31/12.....	33
Apêndice C: projeção do nº de domicílios ocupados para os municípios do Estado do Amazonas em 31/12.....	35

1. Introdução

Este trabalho resulta de uma colaboração entre a Eletrobrás e o Cepel iniciada em 2004, quando o departamento de Mercado da Eletrobrás passou a aprofundar os estudos demográficos para fins de estudos de mercado futuro de energia elétrica. Inicialmente as projeções do número de domicílios foram feitas para as Unidades da Federação e passaram a ser informadas no site da Eletrobrás, disponibilizando as informações para todos os interessados (Eletrobrás, 2005), já com a metodologia atualizada em LEON & PESSANHA (2005) e correspondendo a previsão populacional do IBGE de outubro de 2004.

Estas projeções constituem as premissas demográficas consideradas nas projeções de longo-prazo do mercado de energia elétrica, realizadas pelo grupo Eletrobrás, para o Brasil, Grandes Regiões, subsistemas elétricos e Unidades da Federação (UFs).

Em 2005, foi solicitado o aprofundamento dos estudos demográficos para permitir construir as premissas para as previsões de mercado das localidades atendidas por Sistemas Isolados.

A demanda social das projeções demográficas para pequenas áreas como municípios, distritos e até mesmo bairros vêm sendo cada vez mais generalizada pelos setores públicos (prefeituras e órgãos governamentais de planejamento urbano e regional) e privados (principalmente concessionárias de serviço público de transporte urbano, telefonia, energia, água e saneamento). O objetivo final é subsidiar o planejamento e o monitoramento de suas atividades (JANNUZZI, 2006).

O projeto POPISOL criado no âmbito da “carteira de Projetos Institucionais (PI)” entre a Eletrobrás e o Cepel enquadra-se neste esforço técnico-científico de produzir estimativas e projeções demográficas para pequenas áreas.

Em meados de 2005, foram iniciados os estudos para formar uma base conceitual que pudesse embasar um projeto com estas dimensões, isto é, para trabalhar em mais de 400 municípios e obter os resultados para mais de 200, onde estão localizados os Sistemas Isolados.

Em fins de 2006, o departamento de Estudos Energéticos da Eletrobrás organizou um curso para todas as empresas do Sistema Eletrobrás sobre tema “Introdução aos Indicadores Demográficos e Projeções Populacionais” permitindo absorver o conhecimento sobre projeções de população para pequenas áreas e neste primeiro trabalho ao nível municipal, apresenta a metodologia de previsão populacional utilizada desenvolvida por Jannuzzi (2006) e a de previsão do N° de domicílios ao nível de município desenvolvida dentro do projeto (Pessanha *et al.*

2007), gerando o primeiro resultado do Projeto Conjunto Eletrobrás Cepel chamado de “Projeto Popisol”.

Este projeto é desenvolvido por uma equipe mista formada de Engenheiros da Eletrobrás e do Cepel e tem por objetivo estabelecer projeções de longo-prazo da população e do número de domicílios para os sistemas isolados na região Norte fornecendo subsídios às empresas e ao GTON.

Os Sistemas Isolados estão localizados nas cidades e localidades da Região Norte, ainda não atendidas pelo Sistema Interligado Nacional (SIN). Estes sistemas em geral são restritos a uma localidade e em cada município pode existir mais de uma localidade atendida separadamente.

A população e o nº de domicílios formam as premissas demográficas tradicionalmente consideradas nas projeções de longo-prazo do mercado de energia elétrica para estes sistemas isolados, pois o peso das classes de consumo residencial e comercial é dominante.

Este trabalho apresenta um estudo da espacialização destas premissas ao nível municipal, pois se parte do conhecimento da projeção populacional do IBGE e as previsões da equipe Eletrobrás/Cepel que desenvolve as projeções do nº de domicílios para as unidades da Federação.

No entanto, estas projeções não são suficientes para os estudos de planejamento dos sistemas isolados.

A área atendida por um sistema isolado não corresponde exatamente aos limites geográficos dos municípios. Estas diferenças nos recortes geográficos prejudicam sobremaneira a estimação e projeção das variáveis demográficas ao nível de sistema isolado, uma vez que as estatísticas demográficas e importantes variáveis sintomáticas são, em geral, disponibilizadas ao nível municipal.

A solução ideal para este problema consiste em agrupar as estatísticas demográficas dos setores censitários atendidos pelos sistemas isolados. No entanto, a implementação desta solução é complexa e bastante onerosa, pois necessitaria de um mapeamento preciso dos setores censitários, cruzado com o mapeamento mostrando cada sistema isolado.

O atual objetivo do projeto é a obtenção de projeções demográficas para os municípios. Este recorte geográfico já permite um planejamento integrado ao nível municipal e planificar a universalização, pois as metas estipuladas na Resolução ANEEL¹ nº 223/2003 são fixadas para cada município, de acordo com a respectiva taxa de atendimento verificada no censo 2000.

As projeções de população e de nº de domicílios para os municípios, em conjunto com as metas de universalização, permitem estabelecer projeções do total de

¹ Agência Nacional de Energia Elétrica

unidades consumidoras da classe residencial em cada município e por concessionária de distribuição de energia elétrica, além de utilizar as informações para a previsão de mercado no horizonte de 10 anos.

Dado que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE²) disponibiliza projeções populacionais para o Brasil e UFs e que já se tem uma projeção do nº de domicílios ocupados (ELETROBRÁS, 2005) para as UFs, a abordagem utilizada no projeto é do tipo *top-down* e conforme indicado na Figura 1, consiste na repartição das projeções demográficas (população e nº de domicílios) da UF de interesse nos seus respectivos municípios.

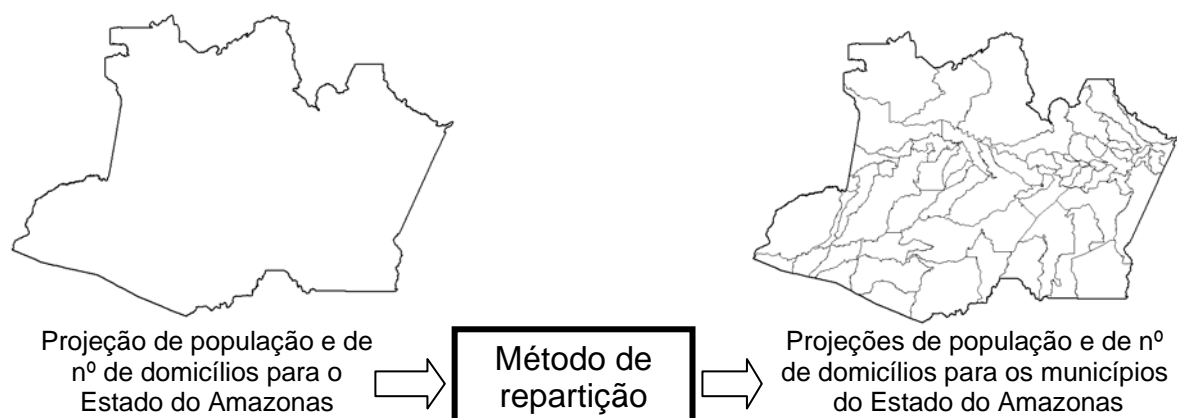


Figura 1 Abordagem adotada no projeto POPISOL (Estado do Amazonas)

A mesma abordagem é utilizada em modelos demográficos integrados, os quais partem de uma projeção populacional para o Brasil, obtida pelo método das componentes demográficas, que é sucessivamente repartida entre as UFs e as respectivas pequenas áreas: microrregiões e municípios.

Um item fundamental na abordagem *top down* é o modelo responsável pela repartição das projeções demográficas da área maior nas suas áreas menores. No caso deste projeto, a área maior é uma UF e as áreas menores são os seus municípios.

BORGES et al. (2006) fazem uma interessante discussão acerca de seis técnicas que podem ser utilizados na construção de projeções populacionais para pequenas áreas: extrapolação de função matemática, modelo de repartição e correlação baseado em variáveis sintomáticas (JARDIM, 2000), método ai bi (MADEIRA & SIMÕES, 1972), método de parâmetros demográficos proporcionais para pequenas áreas, relação de coortes de Dushesne (JARDIM, 2000 e IPARDES, 2000) e, por fim, o modelo dinâmico ProjPeq (JANNUZZI, 2006).

² www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/default.shtm

Segundo BORGES et al. (2006), cada um destes métodos tem vantagens e limitações e um modelo mais sofisticado não produz necessariamente as melhores projeções populacionais, uma vez que demanda informações cuja confiabilidade é baixa e requer um conjunto de hipóteses do comportamento futuro difícil de antever.

A escolha da técnica mais adequada depende da disponibilidade de dados confiáveis e das hipóteses acerca da dinâmica populacional das pequenas áreas. Quando as únicas estatísticas municipais confiáveis são os registros censitários, situação muito comum nos municípios da região Norte, BORGES et al. (2006) recomendam o método ai bi ou o modelo ProjPeq.

O ai + bi (MADEIRA & SIMÕES, 1972) é a técnica utilizada pelo IBGE no cálculo das estimativas populacionais para os municípios em 1 de julho do ano corrente, mas somente para uma ano.. A data de referência das últimas estimativas efetuadas é 01/07/2006³. A técnica requer apenas os registros populacionais de dois censos, pois se admite que tendência futura esteja fortemente condicionada pela tendência passada. Por esta razão, recomendam que o ai + bi não seja utilizado na formulação de projeções populacionais de longo-prazo para os municípios. Este método deve ter seu horizonte temporal limitado a até cinco anos à frente segundo BORGES et al. (2006).

O ProjPeq (JANNUZZI, 2006) é um modelo integrado para projeção populacional de pequenas áreas. O modelo integra varias técnicas específicas, cada uma associada a uma extensão geográfica. O método das componentes demográficas para o Brasil, a repartição das coortes para os Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento⁴ (Brasil, 2002), o sistema dinâmico para as microrregiões e, por fim, o método da repartição proporcional para os municípios.

Destaca-se que este modelo foi o mesmo utilizado na formulação das projeções populacionais consideradas pelo Ministério do Planejamento no estudo de atualização do portfólio dos eixos nacionais de integração de desenvolvimento de 2000-2007 para 2004-2011 (BRASIL, 2002) e, cujas projeções populacionais para os municípios foram tomadas como referência para o referente trabalho.

Dentro de um horizonte de médio-prazo em relação à data do último censo (cinco anos), BORGES et al. (2006) mostram que o ai bi e o ProjPeq produzem projeções populacionais semelhantes para a maioria dos municípios brasileiros. Tomando como referência a estimativa populacional do IBGE para 2004, obtida pelo ai bi, os autores mostram que em apenas 310 municípios brasileiros (cerca de 5,6% do total de municípios) a diferença com o ProjPeq, em valor absoluto, foi superior a 10% .

³ www.ibge.gov.br/estatistica/populacao/estimativa2005/default.shtm

⁴ Os nove eixos são: Arco Norte, Madeira Amazonas, Oeste, Araguaia Tocantins, Sudoeste, Transnordestino, São Francisco, Rede Sudeste e Sul.

Com relação aos métodos para projeção do número de domicílios ocupados destacam-se os métodos baseados na projeção da densidade domiciliar e os métodos baseados na taxa de chefes de família.

FRIAS (1987) propõe um modelo baseado na projeção da densidade domiciliar e apresenta projeções anuais do nº de domicílios ocupados até 2020 para o Brasil e UFs. RIOS NETO *et al.* (2005) e GIVISIEZ *et al.* (2005) desenvolvem modelos de Idade-Período-Coorte (IPC) para a taxa de chefia das famílias e apresentam resultados até 2010 para o Brasil, Distrito Federal e algumas regiões metropolitanas: Belo Horizonte, Curitiba e Recife.

No âmbito do setor elétrico brasileiro, destaca-se a metodologia apresentada em LEON *et al.* (2004), cujas projeções foram utilizadas pelo CCPE⁵/CTEM⁶ em 2004 e no Plano de Decenal de Expansão de Energia Elétrica da EPE⁷ em 2005. Com a divulgação, pelo IBGE, da revisão da projeção da população brasileira em 2004, LEON & PESSANHA (2005) revisaram a projeção dos domicílios potencialmente⁸ consumidores de energia elétrica, para o Brasil e UFs, adotada no planejamento decenal do Grupo Eletrobrás.

Ainda no setor elétrico, destaca-se o modelo, baseado na taxa de chefes de domicílios, empregado pela ANEEL para projetar o número de domicílios ocupados, urbanos e rurais, para os municípios brasileiros na data de 31/12/2004 (ANEEL, 2004). Esta projeção⁹ subsidia a atuação da ANEEL na fiscalização do cumprimento das metas de universalização estipuladas na Resolução ANEEL nº 223/2003. No entanto, apesar destas projeções, a Nota Técnica nº 130/2005-SRC¹⁰/ANEEL de setembro de 2005 informa que a revisão das metas de universalização da Escelsa (Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.) baseou-se no trabalho de LEON *et al.* (2004), realizado pela Eletrobrás para o CCPE/CTEM/GTQC¹¹.

O método da densidade domiciliar visa exclusivamente obter uma projeção do total de domicílios ocupados, enquanto, o método da taxa de chefes de família vai além e permite, inclusive, avaliar o efeito da estrutura etária da população sobre a demanda por domicílio. Naturalmente, para permitir uma melhor compreensão dos principais fatores responsáveis pela evolução do nº de domicílios ocupados, o método da taxa de chefes de família requer informações censitárias bem mais detalhadas¹², procedimentos mais sofisticados para análise de dados e uma hipótese para o futuro

⁵ Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos

⁶ Comitê Técnico para Estudos de Mercado

⁷ Empresa de Pesquisa Energética

⁸ Domicílios ocupados, fechados e de uso ocasional.

⁹ http://universalizacao.aneel.gov.br/UNI_Projecao_Brasil_universal.asp

¹⁰ Superintendência de Comercialização

¹¹ Grupo de trabalho de Quantificação de Cenários

¹² Registros censitários desagregados por sexo e coorte de idade do chefe de família.

da estrutura etária populacional (pirâmide etária). No entanto, apesar das significativas diferenças metodológicas, as duas abordagens apresentaram projeções semelhantes para o total de domicílios ocupados no Brasil (LEON *et al.* 2006).

A aplicação do método da taxa de chefia ao nível municipal é um desafio, pois demanda um grande esforço de coleta e análise de dados censitários e, também, impõe a necessidade de formular hipóteses futuras acerca da estrutura etária em cada município.

Em face do grande número¹³ de municípios a serem analisados e, também, pelo fato de já se ter projeções para os totais de domicílios ocupados para as UFs (LEON & PESSANHA, 2005), preferiu-se utilizar a mesma abordagem *top-down* adotada nas projeções populacionais (Figura 1). Neste caso, a única técnica de repartição disponível é o ai bi. No entanto, BORGES *et al.* (2006) não recomendam a utilização deste método na formulação de projeções populacionais de longo-prazo para os municípios.

Portanto, foi necessário desenvolver um método de repartição alternativo para obter a projeção do nº de domicílios ocupados para os municípios. O método inicialmente proposto baseia-se na relação entre a taxa de crescimento populacional e a taxa de crescimento do número de domicílios ocupados.

Este relatório está organizado em quatro seções, sendo a primeira esta introdução. A seguir, na seção 2, tem-se uma breve descrição das técnicas de repartição ai bi e do sistema dinâmico utilizado no ProjPeq, bem como uma comparação entre as respectivas projeções populacionais para os municípios do Amazonas. A escolha do Amazonas deve-se ao fato de que neste Estado não houve desmembramento municipal durante a década de noventa, o que facilita a compatibilização dos registros censitários dos anos de 1991 e de 2000. Na seção 3, apresenta-se o modelo de repartição adotado na projeção do nº de domicílios ocupados para os municípios e os principais resultados obtidos para os municípios do Amazonas. Por fim, na seção 4 são apresentadas as principais conclusões do estudo.

2. Projeção populacional para os municípios

Nesta seção são apresentados dois métodos de repartição para estimação e projeção populacional para pequenas áreas: o método ai + bi (MADEIRA & SIMÕES, 1972) e o modelo ecológico da dinâmica populacional, utilizado no Projpeq (JANNUZZI, 2005).

Basicamente, as duas abordagens repartem as estimativas e projeções populacionais para uma determinada área maior, por exemplo, uma UF, nas suas *n*

¹³ Mais de 200 municípios da Região Norte são atendidos por sistemas isolados.

sub-áreas menores, de tal forma que a soma das parcelas em cada uma das n sub-áreas resulte no total “conhecido” da área maior.

Conforme observa JANNUZZI (2006), estes métodos oferecem uma alternativa que prescinde de investimentos ou esforços técnicos vultosos na produção de projeções populacionais para os municípios do país.

2.1 Método $a_i + b_i$

Seja $P(t)$ a população da área maior (UF) em um ano t e $p(i,t)$ a população da i -ésima área menor (um município da UF) contida na área maior, ambas em um mesmo instante t . O método $a_i + b_i$ estabelece a seguinte relação entre os totais da área maior e da i -ésima área menor:

$$p(i,t) = a_i \cdot P(t) + b_i \quad (1)$$

onde a_i e b_i são parâmetros a serem determinados.

Como a soma das populações das n áreas menores é igual a população da área maior, tem-se que os parâmetros a_i e b_i devem satisfazer as seguintes igualdades:

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1 \quad \sum_{i=1}^n b_i = 0 \quad (2)$$

Os coeficientes a_i e b_i da i -ésima área menor são determinados pela solução do seguinte sistema de equações lineares, onde $p(i,t_1)$, $p(i,t_2)$, $P(t_1)$ e $P(t_2)$ são as populações registradas nos censos realizados nos anos t_1 e t_2 :

$$\begin{cases} p(i,t_1) = a_i \cdot P(t_1) + b_i \\ p(i,t_2) = a_i \cdot P(t_2) + b_i \end{cases} \quad (3)$$

A seguir, tem-se a solução do sistema em (3):

$$a_i = \frac{p(i,t_2) - p(i,t_1)}{P(t_2) - P(t_1)} \quad (4)$$

$$b_i = \frac{p(i,t_1) \cdot P(t_2) - p(i,t_2) \cdot P(t_1)}{P(t_2) - P(t_1)} \quad (5)$$

Com os parâmetros a_i e b_i determinados, a equação (1) é utilizada para obter estimativas intercensitárias da população da i -ésima área menor, em qualquer ano do período entre t_1 e t_2 , em função da estimativa populacional para a área maior referente ao mesmo período.

Dada uma projeção da população da área maior, a equação (1) também funciona como uma equação de previsão para a população da área menor, considerando como tendência de crescimento a tendência observada no período entre os censos em t_1 e t_2 . Por exemplo, a projeção da população dos municípios após o ano 2000, considera a tendência definida pelos censos de 1991 e 2000.

2.2 Modelo Projpeq

O modelo ProjPeq (JANNUZZI, 2006) integra toda a metodologia de projeção populacional, desde a projeção para uma área maior (Brasil, Regiões e UFs) até a sua repartição entre as pequenas áreas (microrregiões e municípios), conforme ilustrado na Figura 2.

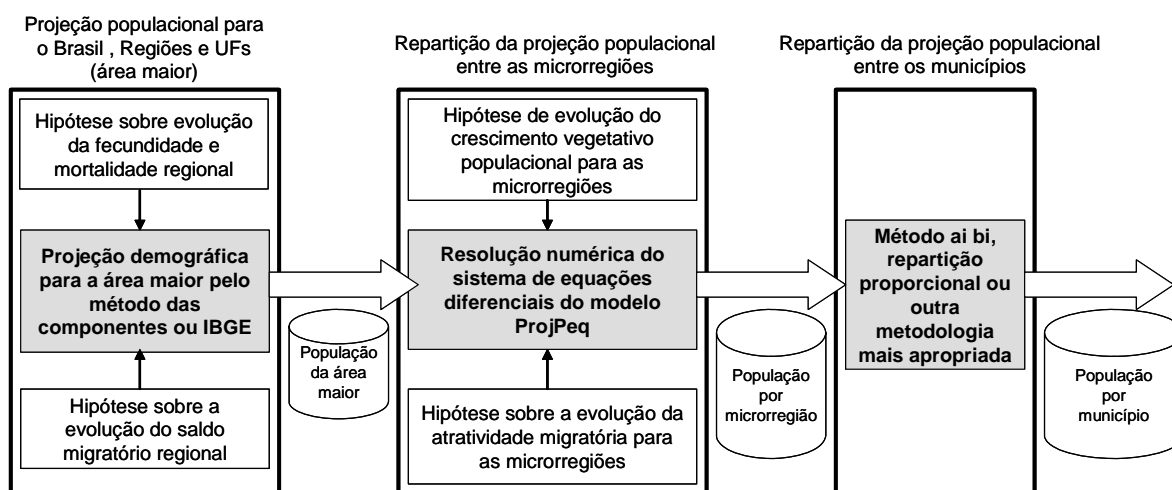


Figura 2 Modelo ProjPeq (JANNUZZI, 2006)

O modelo formula uma projeção populacional para a área maior que em seguida é repartida sucessivamente entre as pequenas, com base em diferentes métodos de repartição. O modelo ProjPeq é uma proposta de aprimoramento da metodologia de projeções demográficas municipais usada pelo IBGE (JANNUZZI, 2006).

Na metodologia atualmente em uso pelo IBGE, o método ai + bi é utilizado duas vezes: primeiro para repartir a estimativa ou projeção populacional para o Brasil entre as UFs e, em seguida, para repartir o resultado obtido para UF entre os seus respectivos municípios.

Conforme ilustrado na Figura 2, o ProjPeq propõe uma etapa intermediária na qual a projeção populacional para a UF é repartida entre as suas microrregiões, antes da repartição entre os municípios. A etapa intermediária aumenta o nível de informação no processo de repartição da projeção populacional por município, pois

para as microrregiões é possível dispor de estimativas ajustadas e comparáveis das taxas de natalidade, mortalidade e atratividade migratória. A partir destas estimativas é possível traçar hipóteses acerca do crescimento vegetativo da população e da atratividade migratória em cada microrregião e, portanto, pode-se obter uma boa espacialização da dinâmica demográfica no interior de uma UF.

“Dessa forma pode-se incorporar nas projeções as avaliações e perspectivas de técnicos e pesquisadores quanto ao desenvolvimento econômico nas microrregiões brasileiras, chegando possivelmente a projeções populacionais mais consistentes.” (JANNUZZI, 2006)

A seguir, apresenta-se o método de repartição utilizado na etapa intermediária do ProjPeq e que corresponde a um modelo ecológico da dinâmica populacional de espécies competitivas. A modelagem é efetuada por meio de um sistema de equações diferenciais, no qual o crescimento populacional de cada espécie depende da sua taxa de crescimento vegetativo (nascimentos menos óbitos) e da interação com as demais espécies existentes (competição, predação ou parasitismo).

Na aplicação do modelo ecológico como método de repartição populacional, as populações das n áreas menores ($p_i(t), i=1, n$) são as espécies que competem pelo tamanho limitado do estoque de recursos, neste caso, o tamanho da população da área maior ($P(t)$). A seguir, tem-se o sistema de equações diferenciais do modelo ecológico:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_1}{dt} &= [c_1 - d_1 P(t)] p_1(t) \\ \frac{dp_2}{dt} &= [c_2 - d_2 P(t)] p_2(t) \\ &\dots \\ \frac{dp_n}{dt} &= [c_n - d_n P(t)] p_n(t) \\ \sum_{i=1}^n p_i(t) &= P(t) = \text{condição de contorno} \end{aligned} \right\} (6)$$

No sistema em (6), os coeficientes c_i e d_i denotam, respectivamente, os coeficientes relacionados ao crescimento vegetativo populacional e à atratividade migratória da i -ésima área menor.

Dada uma projeção populacional para a área maior (UF), juntamente com os valores iniciais para os coeficientes de atratividade e as projeções das taxas de natalidade e mortalidade em cada pequena área (microrregião), a solução do sistema

pode ser obtida, recursivamente, pelo algoritmo proposto por SZWARCOWALD & CASTILHO (1989) e apresentado a seguir.

Cada equação diferencial em (6) pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\frac{1}{p_i(t)} \cdot \frac{dp_i}{dt} = c_i - d_i P(t) \quad \forall i = 1, n \quad (7)$$

Admitindo que a população da área maior cresça geometricamente, a integração da equação (7), sujeita à condição de contorno em $t=t_0$, produz o seguinte resultado para cada município:

$$p_i(t) = p_i(0) \exp \left(c_i(t-t_0) - d_i \text{Ln} \left(\frac{P(t)}{P(0)} \right) \cdot (P(t) - P(0)) \right) \quad \forall i = 1, n \quad (8)$$

onde $P(0)$ e $p_i(0)$ são, respectivamente, as populações da área maior e das áreas menores em $t = t_0$.

Os coeficientes c_i são determinados pelas diferenças entre as projeções das taxas de natalidade e mortalidade e, portanto, expressa o crescimento vegetativo da população na i -ésima área menor:

$$c_i = \text{Ln}(1 + \text{Taxa_natalidade}_i - \text{Taxa_mortalidade}_i) \quad \forall i = 1, n \quad (9)$$

Por sua vez, os coeficientes d_i são calculados pela seguinte equação:

$$d_i = \frac{c_i + \text{Ln} \left(\frac{p_i(t^*)}{p_i(t_0)} \right)}{\left(\frac{P(t^*) - P(t_0)}{t^* - t_0} \right) \cdot \text{Ln} \left(\frac{P(t^*)}{P(t_0)} \right)} \quad (10)$$

onde t_0 e t^* denotam os anos de realização de dois censos consecutivos.

Substituindo os coeficientes c_i e d_i na equação (8), obtêm-se as estimativas populacionais $\tilde{p}_i(t)$ e $\tilde{p}_i(t+1)$, a partir das quais se calcula o valor relativo do incremento populacional na i -ésima microrregião:

$$F_i(t) = \frac{\tilde{p}_i(t+1) - \tilde{p}_i(t)}{\tilde{p}_i(t)} = \exp \left(c_i + d_i \cdot \ln \left(\frac{P(t)}{P(0)} \right) \cdot (P(t) - P(0)) \right) - 1 \quad (11)$$

As estimativas populacionais $\tilde{p}_i(t)$ e $\tilde{p}_i(t+1)$ não totalizam as populações da área maior em t e $t+1$, respectivamente. Este ajuste é realizado ao final, quando as estimativas populacionais das áreas menores, para o ano $t+1$, são obtidas pela seguinte equação recursiva:

$$p_i(t+1) = p_i(t) + [P(t+1) - P(t)] \cdot \frac{F_i(t) \cdot p_i(t)}{\sum_{i=1}^n F_i(t) \cdot p_i(t)} \quad (12)$$

onde $P(t+1)-P(t)$ é o incremento populacional na área maior entre os anos t e $t+1$.

Por fim, destaca-se que além da projeção populacional para a área maior, obtida idealmente pelo método das componentes demográficas, a resolução recursiva do sistema dinâmico requer hipóteses acerca das trajetórias futuras dos níveis de natalidade e mortalidade, a partir das quais se deriva uma trajetória de evolução do crescimento vegetativo da população para cada microrregião (coeficientes c_i). É necessário também formular as estimativas iniciais para os coeficientes de atratividade migratória das microrregiões (coeficientes d_i), posteriormente ajustado pelo método de solução recursiva. Tais requisitos permitem que os parâmetros do modelo sejam calibrados de acordo com premissas adotadas em cenários futuros mais abrangentes para as microrregiões.

2.3 Projeções populacionais para os municípios do Amazonas

O estudo de caso para o estado do Amazonas é apresentado utilizando o modelo Projpeq. Como não houve mudança na divisão territorial do Estado, as estatísticas censitárias (população e domicílios) já se encontram organizadas sob a mesma divisão administrativa nos dois últimos censos, um requisito básico para aplicação ambos os métodos de repartição.

O mesmo não acontece em outros da região Norte, cujas respectivas divisões administrativas foram modificadas ao longo da década de noventa. Para estes Estados é necessário compatibilizar as estatísticas censitárias do censo de 1991 com a divisão administrativa de 2000, antes de aplicar qualquer método de repartição.

Parte do esforço para compatibilizar as estatísticas censitárias foi empreendida pelo IPEA e os resultados obtidos encontram-se disponíveis no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, um banco de dados com uma variedade de estatísticas censitárias importantes para o cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M). No entanto, este mesmo esforço não foi realizado para as estatísticas censitárias referentes ao total de domicílios e aos domicílios por situação, o que implica na necessidade de agrupar os registros municipais do censo 2000, segundo a divisão administrativa de 1991.

A seguir, no anexo 1, são apresentados os registros censitários de 1991 e 2000 para a população total e população por situação de cada um dos 62 municípios do Estado do Amazonas.

Estes dados permitem a aplicação direta do método ai+bi conforme desaconselhado anteriormente (BORGES *et al* 2006). A aplicação do método ai+bi para repartir a população no Estado mostrou-se não convergente e ainda apresentou resultados específicos bastante duvidosos, como o caso do município de Santa Isabel do Rio Negro. No Quadro 1 encontram-se os coeficientes ai e bi para os municípios de Manaus e Santa Isabel do Rio Negro.

Observa-se neste quadro que o coeficiente a_i para o município de Santa Isabel do Rio Negro é negativo. Este resultado deve-se a perda de população verificada, no município, durante a década de noventa. O método ai bi projeta esta tendência para o futuro, implicando em um cenário de esvaziamento populacional para o município conforme mostrado na Figura 3.

Quadro 1 Aplicação do ai+bi

Amazonas: população em 1991 = 2.103.243 , população em 2000 = 2.812.557	
Manaus: população em 1991 = 1.011.501 , população em 2000 = 1.405.835	
$a_i = \frac{1.405.835 - 1.011.501}{2.812.557 - 2.103.243} = 0,5557$	$b_i = 1.405.835 - a_i \cdot 2.812.557 = -159.086$
Santa Isabel do Rio Negro: população em 1991 = 15.421 , população em 2000 = 10.561	
$a_i = \frac{10.561 - 15.421}{2.812.557 - 2.103.243} = -0,0068$	$b_i = 10.561 - a_i \cdot 2.812.557 = 30.080,7$

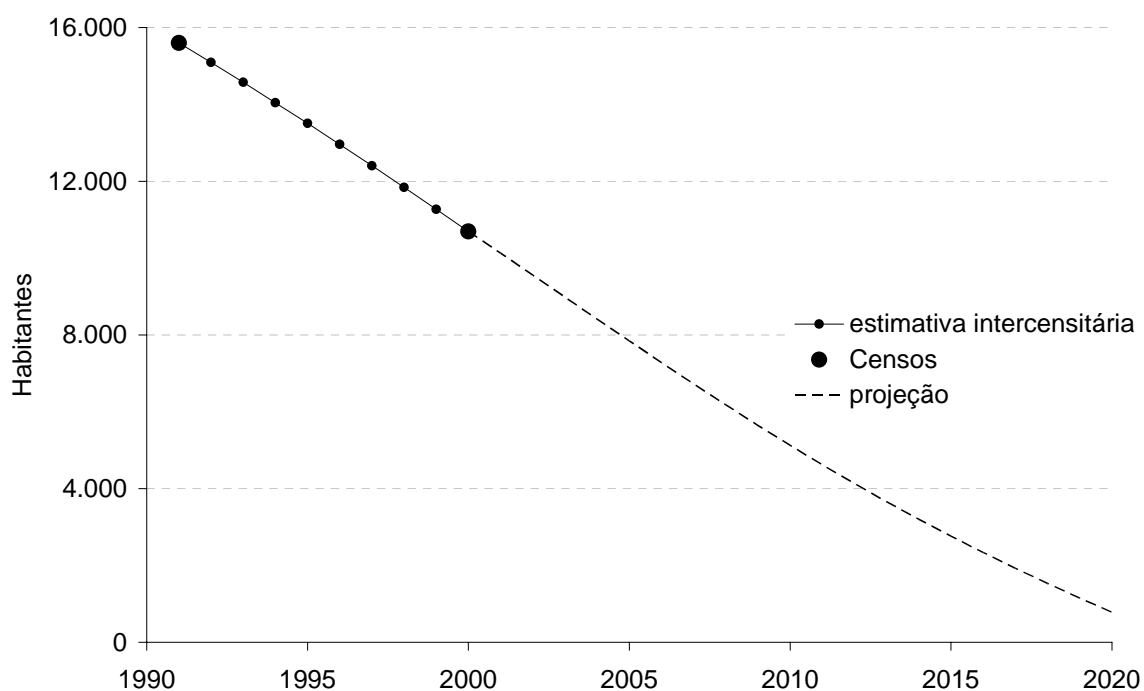


Figura 3 Projeção populacional para o município de Santa Isabel do Rio Negro pelo método ai+bi

Os registros censitários revelam que ao longo da década de noventa alguns municípios do Amazonas passaram por um processo de esvaziamento populacional. Tal fato compromete a utilização do método ai bi na projeção populacional destes municípios, pois o método ao admitir que a dinâmica tendencial futura é condicionada pela dinâmica tendencial passada, extrapola o esvaziamento dos municípios para o futuro, descartando a possibilidade de reversão da tendência no longo-prazo.

A seguir, na Figura 4, são comparadas as projeções populacionais obtidas pelo método ai bi com as projeções geradas pelo modelo ProjPeq para o estudo de atualização do portfólio dos eixos nacionais de integração de desenvolvimento de 2000-2007 para 2004-2011 (BRASIL, 2002). Para comparar os resultados, as projeções do ProjPeq foram ajustadas com base na última revisão da projeção para a população brasileira efetuada pelo IBGE (OLIVEIRA *et. al*, 2004). Os valores das projeções ajustadas encontram-se no Apêndice B.

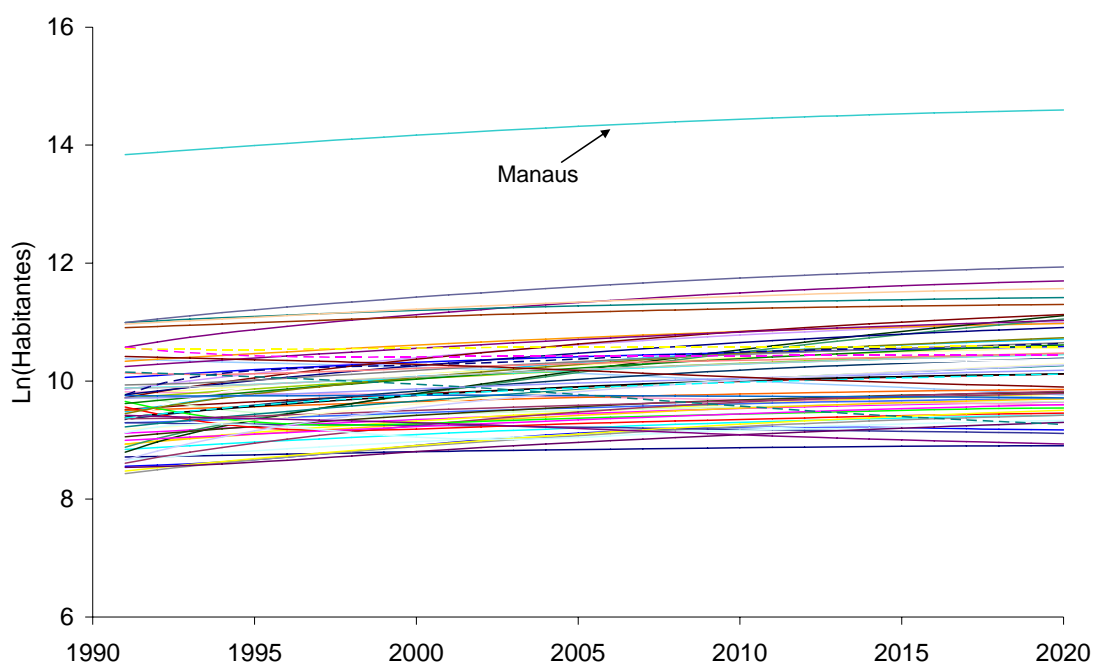


Figura 4 Logaritmo das projeções populacionais para os municípios do Amazonas (modelo Proj Peq)

A menos dos municípios de Santa Isabel do Rio Negro, Novo Airão e Uricurituba, a Figura 4 revela que os dois métodos produziram projeções bastante aproximadas, mas considerando o esvaziamento de alguns municípios, o método ai +bi sobre dimensiona outros municípios, pois sendo um modelo de repartição a soma da população do Estado permanece igual.

Neste método ai+bi, as taxas de crescimento das projeções populacionais mostradas na Figura 5 convergem para a taxa de crescimento média da população do Estado do Amazonas, com exceção dos municípios de Santa Isabel do Rio Negro, Novo Airão e Uricurituba que mais uma vez divergem do conjunto de municípios. A

projeção populacional obtida com base no método ai+bi para estes três municípios carece de uma hipótese plausível que justifique a forte divergência das respectivas trajetórias em relação aos demais municípios do Estado.

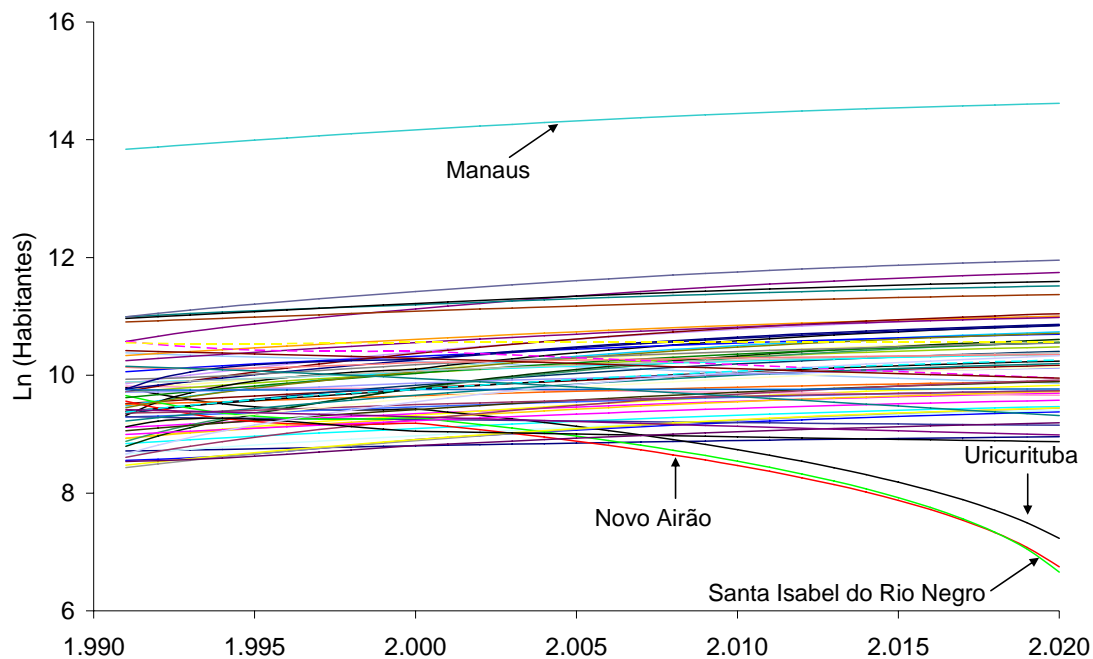


Figura 4 Logaritmo das projeções populacionais para os municípios do Amazonas (método ai bi)

Neste sentido, as projeções obtidas pelo ProjPeq tem taxas de crescimento convergentes e tendem para a taxa calculada para o Estado. Portanto, a projeção pelo modelo Projpeq parece ser mais consistente para o planejamento de longo prazo e é adotado neste trabalho.

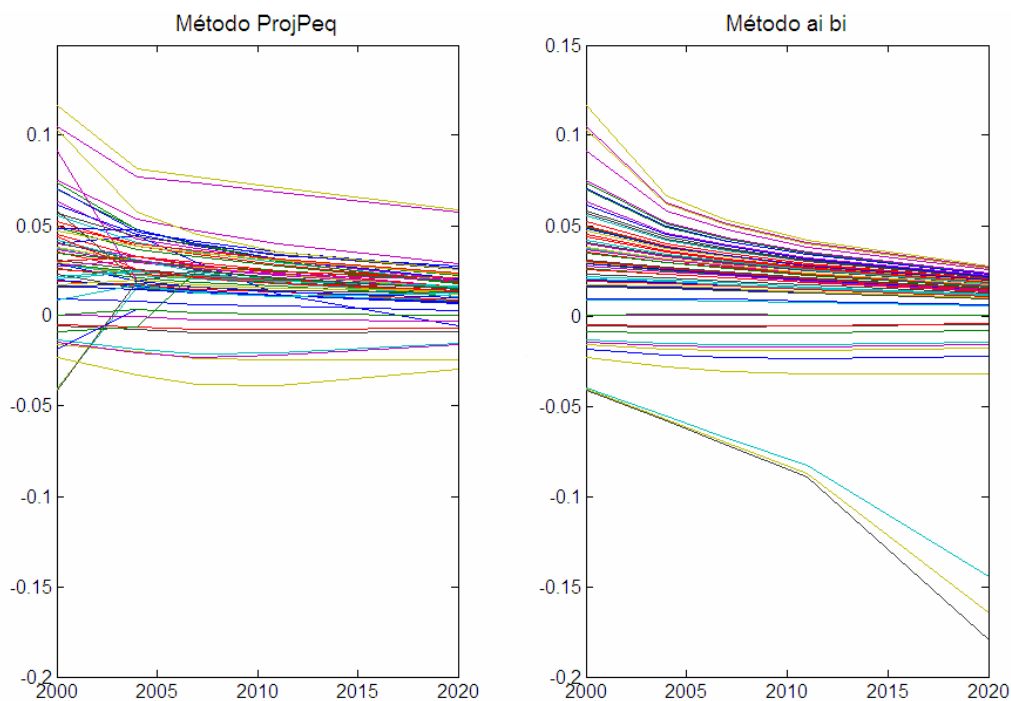


Figura 5 Taxas de crescimento das projeções populacionais para os municípios do Amazonas

3. Modelo para projeção do nº de domicílios ocupados nos municípios

Seguindo a mesma abordagem *top-down*, propõe-se um modelo para repartir a projeção do nº de domicílios para uma área maior (UF) entre as suas respectivas áreas menores (municípios).

A projeção do nº de domicílios ocupados deve estar de alguma forma vinculada à projeção do contingente populacional. Esta característica está presente em qualquer modelo para projeção do nº de domicílios. Conforme se observa na Figura 6, as taxas geométricas de crescimento da população e do nº de domicílios, no período intercensitário 1991/2000, são aderentes às retas ajustadas para cada mesorregião do Estado do Amazonas. Todas as quatro regressões são significativas e os respectivos coeficientes estimados são apresentados na Tabela 1. O ajuste para cada mesorregião visa incorporar a diferenciação regional. Com base nestes resultados admite-se a hipótese de relação linear entre a taxa de crescimento populacional e a taxa de crescimento do nº de domicílios ocupados.

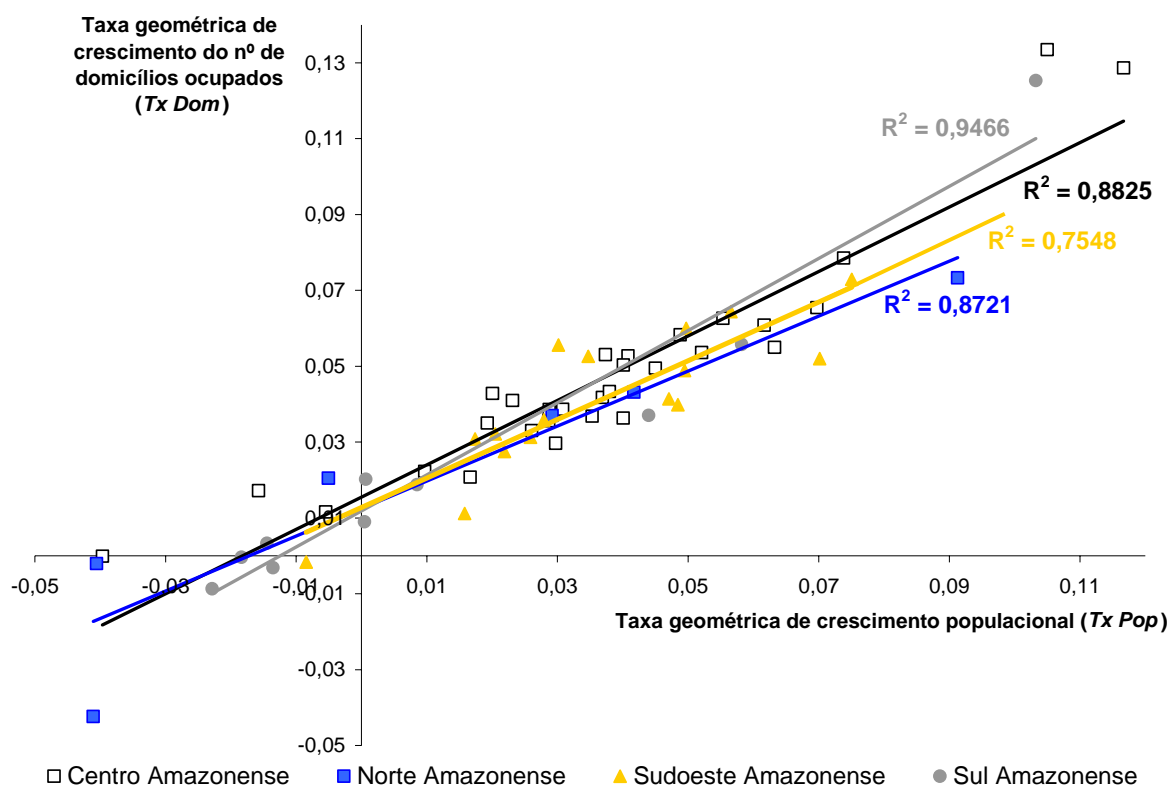


Figura 6 Regressões entre as taxas geométricas de crescimento da população e do nº de domicílios.

As equações da Tabela 1 permitem projetar a evolução da taxa de crescimento do nº de domicílios ocupados ($TxDom$) em cada município. Para isto basta substituir a taxa de crescimento populacional ($TxPop$), prevista para o município de interesse, na equação da mesoregião onde está localizado o município.

Tabela 1 Estimativas dos coeficientes de regressão	
Mesorregiões	Equação estimada
Centro Amazonense	$Tx\ Dom = 0,8496\ Tx\ Pop + 0,01550$
Norte Amazonense	$Tx\ Dom = 0,7245\ Tx\ Pop + 0,01249$
Sudoeste Amazonense	$Tx\ Dom = 0,7732\ Tx\ Pop + 0,01280$
Sul Amazonense	$Tx\ Dom = 0,9509\ Tx\ Pop + 0,01185$

Aplicando as projeções das taxas de crescimento dos domicílios ($TxDom$) nos respectivos totais de domicílios ocupados registrados no censo 2000, obtém-se as projeções do nº de domicílios ocupados para os municípios, com base na seguinte equação:

$$Domicílio_{i,t+1} = Domicílio_{i,t} \cdot (1 + TxDom_{i,t}) \quad (13)$$

onde $Domicílio_{i,t}$ é o total de domicílios ocupados no i-ésimo município no ano t .

A seguir, na Figura 7, tem-se as trajetórias das projeções do nº de domicílios para os municípios e as respectivas taxas de crescimento, também convergentes. Os valores das projeções encontram-se no Apêndice C.

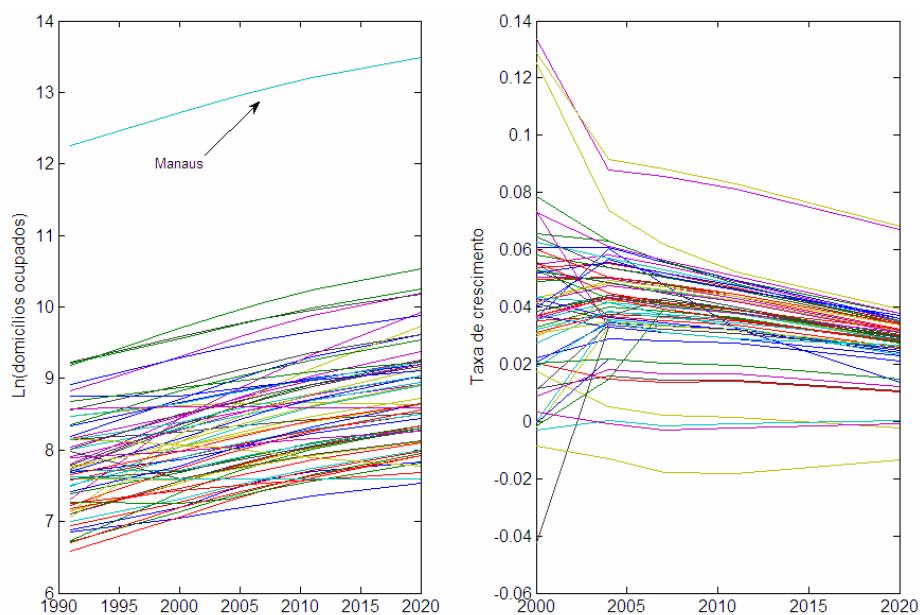


Figura 7 Logaritmo das projeções do nº de domicílios ocupados e taxas de crescimento

Por fim, nas Figuras 8, 9 10 e 11 as trajetórias decrescentes e convergentes para as densidades domiciliares mostram que as projeções são consistentes.

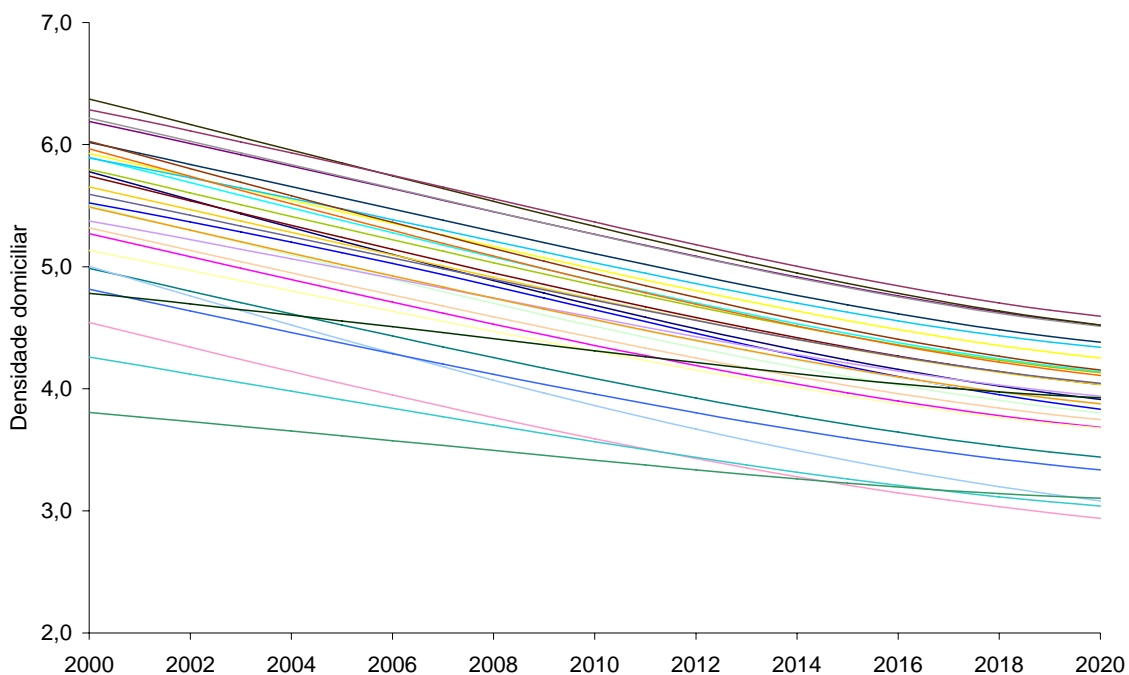


Figura 8 Projeções da densidade domiciliar para os municípios Centro Amazonense

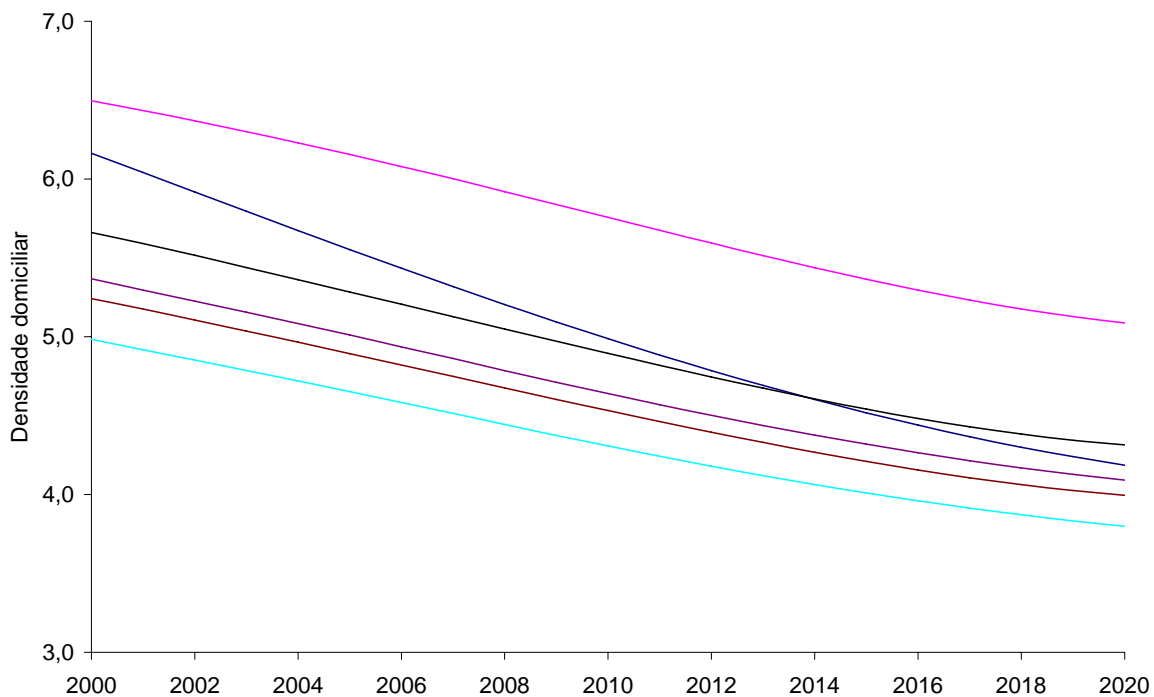


Figura 9 Projeções da densidade domiciliar para os municípios Norte Amazonense

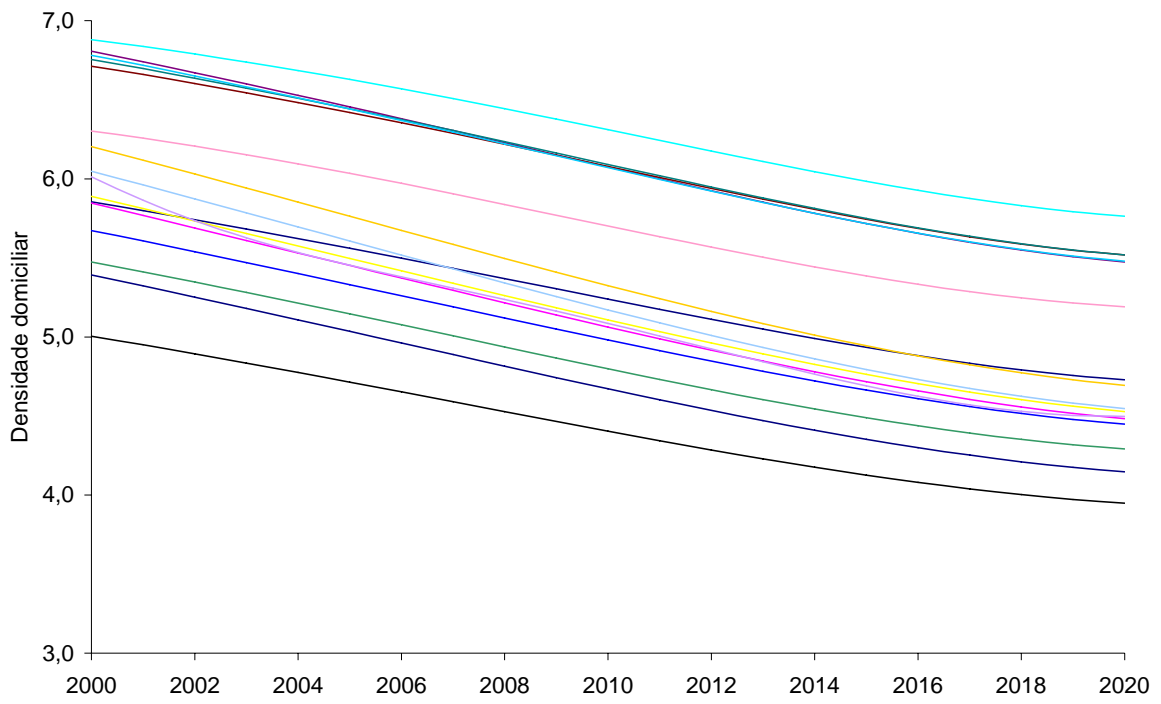


Figura 10 Projeções da densidade domiciliar para os municípios Sudoeste Amazonense

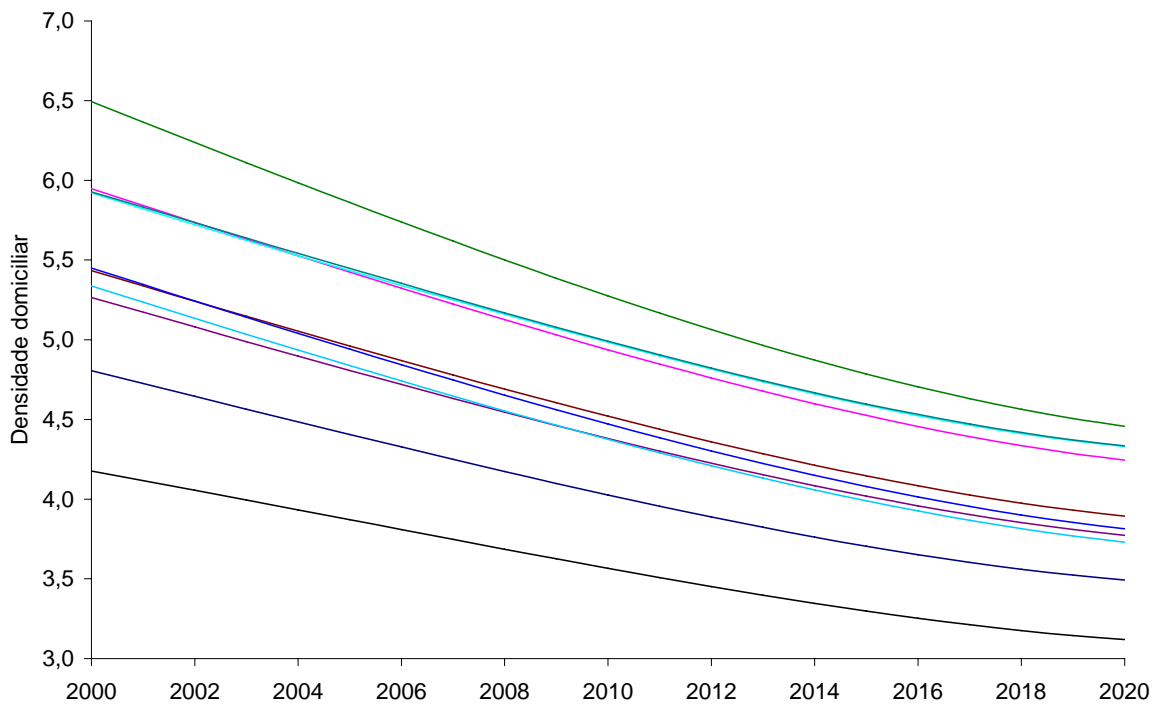


Figura 11 Projeções da densidade domiciliar para os municípios Sul Amazonense

4. Conclusões

Em 2004, a Eletrobrás e o Cepel iniciaram o desenvolvimento de uma metodologia para a projeção de população e do nº de domicílios com o objetivo de subsidiar os estudos de previsão de mercado da classe residencial. Inicialmente, com base nos dados dos censos demográficos, realizados no período entre os anos de 1940 e 2000, e na projeção de longo prazo da população brasileira, ambos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), formulam-se projeções de população e do total de domicílios, ao nível de Brasil e por Unidade da Federação (UF) para o horizonte decenal. Em seguida, a partir destas projeções e a luz da Resolução ANEEL nº 223/2003 que trata da universalização do atendimento foi formulada uma projeção do nº de unidades consumidoras residenciais em cada UF.

Dando prosseguimento a este trabalho, o projeto POPISOL, tratado no presente relatório, visa estabelecer projeções de longo-prazo da população e do nº de domicílios para os sistemas isolados. O tema do projeto se enquadra no escopo das técnicas de projeções populacionais para pequenas áreas, uma das linhas de pesquisa da demografia.

Dado que o IBGE disponibiliza projeções populacionais para o Brasil e UFs e que já se tem uma projeção do nº de domicílios ocupados proveniente da Eletrobrás, a abordagem utilizada no POPISOL é do tipo *top-down*, a qual consiste na repartição das projeções demográficas (população e nº de domicílios) da UF de interesse nos seus respectivos municípios.

No relatório são comparadas as projeções populacionais para os municípios do Amazonas, obtidas por dois distintos métodos de repartição: ProjPeq e ai+bi, usualmente empregados para repartir a estimativa ou a projeção populacional de uma área maior, neste caso uma UF, nas suas respectivas áreas menores, tais como os municípios. As projeções obtidas pelo ProjPeq se mostraram muito mais consistentes as obtidas pelo ai bi, pois neste último as respectivas projeções indicavam o esvaziamento populacional em três municípios, um resultado que carece de justificativa.

Em função disto descartou-se a utilização do ai+bi na repartição da projeção do nº de domicílios. Da mesma forma, o modelo ProjPeq também não foi utilizado com este fim, pois foi desenhado especificamente para projeções populacionais. Assim, foi necessário formular um novo modelo para repartir as projeções do nº de domicílios, o qual se baseia na relação entre as taxas de crescimento populacional e de crescimento do nº de domicílios ocupados.

O modelo proposto foi aplicado na repartição da projeção do nº de domicílios para o Estado do Amazonas e as projeções resultantes para os municípios se

mostraram satisfatórias, pois as taxas de crescimento e a projeção da densidade domiciliar decrescente convergem para os respectivos valores previstos para o Estado do Amazonas.

Por fim, destaca-se que a próxima etapa do projeto consiste em obter projeções do nº de domicílios para os municípios atendidos por sistemas isolados da região Norte e do Mato Grosso.

Neste caso, o modelo proposto no presente relatório deverá agregar uma série de município para voltar para a configuração territorial administrativa que existia na época do censo demográfico de 1991. Nestes Estados muitos municípios foram desmembrados após o penúltimo censo demográfico (1991).

O limite traçado pela atual equipe é desenvolver a população com base na divisão territorial existente em 2000 e o nº de domicílios para a de 1991.

O aprofundamento deste trabalho encontra em dois aspectos distintos os limites da abrangência dos resultados:

1 - a atual equipe necessita da incorporação de um demógrafo que trabalhe na linha quantitativa e na demografia das famílias e dos domicílios. O tratamento dos censos demográficos necessita de software especializado para trabalhar com arquivos superiores a 1Gb. Não se tem notícia da existência de microdados para o censo de 1991, o que exigiria uma contratação especializada para gerar os dados por setor censitário em 1991.

2 - os resultados podem ter maior confiabilidade se forem incorporadas pesquisas nos Estados e municípios, a fim de incorporar a atratividade migratória destes Estados e municípios.

Por fim qualificam-se os resultados encontrados como uma boa previsão executada em escritório, sem ter havido nenhum acesso à região para pesquisar os órgãos e as condições locais.

5. Referência bibliográficas

ANEEL, 2004, Projeção de domicílios para os municípios brasileiros em 31/12/2004. http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/ASPECTOS_METODOLOGICOS_DA_PROJECAO_DE_DOMICILIOS_ANEEL.pdf

BORGES, A.S.; MARQUES, C.S.; BRITO, L.P.G.; SILVA, V.R.L.; JANNUZZI, P.M. Projeções populacionais no Brasil: subsídios para o seu aprimoramento, Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, 2006.

BRASIL; MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO; ORÇAMENTO e GESTÃO. Estudo de atualização do portfólio dos eixos nacionais de desenvolvimento, cenário de desenvolvimento referencial, relatório final – volume 2, modalidade demográfica, Brasília, 2002.

ELETROBRÁS. Projeção do potencial de consumidores de eletricidade da classe residencial – ciclo 2005 (nº de domicílios).

http://www.eletrobras.com/mostra_arquivo.asp?id=http://www.eletrobras.com/downloads/IN_Informe_Mercado/projecao_ciclo2005.pdf&tipo=mercado, acessado em 10/01/2007.

FRIAS, L.A.M. Projeções da população residente e do número de domicílios particulares ocupados por situação urbana e rural, segundo as unidades da federação no período 1985-2020, Futuro da População Brasileira: Projeções, Previsões e Técnicas, organizadores: Wong, Laura Rodriguez, Hakkert, Raplh, Lima, Ricardo Araújo, Associação Brasileira de Estudos Populacionais, Embu, novembro, 1987.

GARCIA, R.A.; SOARES FILHO, B.S. Um Sistema de Dinâmica Demográfica para os Municípios Amazônicos, Belo Horizonte, UFMG/Cedeplar, 2005.

GIVISIEZ, G.H.N.; RIOS NETO, E.L.G.; SAWYER, D.O. Projeção da demanda demográfica por domicílios: aplicação da metodologia das taxas de chefia baseado em modelos de Idade-Período-Coorte. In: Workshop Demografia dos Negócios, 2005, Salvador. Workshop Demografia dos Negócios ABEP, 2005.

IPARDES. Paraná – projeção das populações municipais 2000-2010, Curitiba, 2000.

JANNUZZI, P.M. Projeções populacionais para pequenas áreas: método e aplicações, Textos para discussão, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, n. 22, Rio de Janeiro, 2006.

JARDIM, M.L. Metodologias de estimativas e projeções populacionais para áreas menores: a experiência do Rio Grande do Sul, Anais do XIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais.

LEON, N.; PESSANHA, J.F.M.; RIBEIRO, P.M.; de SALLES, A.C.N.; MIRANDA, V.H.; SILVA, R.M. Estimativas da População e Domicílios para os Estudos de Previsão do Mercado Energia Elétrica da Classe residencial 2004/2014, MME/CCPE/CTEM/GTQC – Série de Estudos para o ciclo de Planejamento de 2004/2014, 2004

LEON, N.; PESSANHA, J.F.M. Projeções da população: uma incerteza mercado de energia elétrica? a projeção do nº de domicílios para um horizonte de dez anos, Workshop Demografia dos Negócios, Salvador, 2005.

LEON, N.; PESSANHA, J.F.M.; RIBEIRO, P.M. Estimativas intercensitárias e projeções do número de domicílios para os estudos de previsão do mercado de energia elétrica da classe residencial, X SEPOPE, Florianópolis, 2006.

MADEIRA, J.L.; SIMÕES, C.C.S. Estimativas preliminares da População Urbana e Rural segundo Unidades da Federação de 1960 a 1980, por uma nova metodologia, Revista Brasileira de Estatística, v.33, nº 129, pp 3 -11 jan./mar. de 1972.

OLIVEIRA, J.C.; ALBUQUERQUE, F.R.P.C.; LINS, I.B. Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050 – Revisão 2004, Metodologia e Resultados Estimativas Anuais e Mensais da População do Brasil e das unidades da Federação: 1980-2020, Metodologia Estimativas das Populações Municipais, IBGE, outubro, 2004.

Pessanha J. F.M., Leon, N. e Jannuzzi, P. de M. Premissas demográficas para projeção do consumo de energia elétrica dos sistemas isolados da Amazônia, GPL 132 SNTPEE- Rio de Janeiro, RJ, 2007.

RIOS NETO, E.L.G.; GIVISIEZ, G.H.N.; OLIVEIRA, E.L.. Demanda Demográfica por moradias: um modelo para estimar o estoque e projetar a demanda por habitação . In: IX Encontro Nacional da ANPUR, 2005, Salvador. IX Encontro Nacional da ANPUR, 2005.

SZWARCWALD, C.L.; CASTILHO, E.A. Proposta de um modelo para desagregar projeções demográficas de grandes áreas em seus componentes geográficos, Revista Saúde Pública, São Paulo, 23(4), pp. 269-276, 1989.

apêndices

Apêndice A
Censos de 1991 e 2000 População Urbana e Rural para os Municípios do Estado do Amazonas

Município	População Total		População Urbana		População Rural	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000
Alvarães	8.487	12.150	3.356	5.314	5.131	6.836
Amaturá	4.738	7.308	1.913	3.930	2.825	3.378
Anamã	6.024	6.563	1.331	2.064	4.693	4.499
Anori	8.990	11.320	5.101	7.229	3.889	4.091
Apuí	5.732	13.864	2.319	6.126	3.413	7.738
Atalaia do Norte	7.993	10.049	2.161	4.175	5.832	5.874
Autazes	17.107	24.345	6.363	10.150	10.744	14.195
Barcelos	11.035	24.197	4.018	7.954	7.017	16.243
Barreirinha	16.316	22.579	5.623	9.248	10.693	13.331
Benjamin Constant	19.365	23.219	11.539	14.171	7.826	9.048
Beruri	7.436	11.038	2.852	4.959	4.584	6.079
Boa Vista do Ramos	7.504	10.482	2.563	5.017	4.941	5.465
Boca do Acre	25.005	26.959	11.296	14.614	13.709	12.345
Borba	17.217	28.619	7.913	11.246	9.304	17.373
Caapiranga	6.833	8.803	1.707	3.115	5.126	5.688
Canutama	12.152	10.737	4.190	5.439	7.962	5.298
Carauari	19.298	23.421	11.498	16.876	7.800	6.545
Careiro	31.816	27.554	4.328	5.877	27.488	21.677
Careiro da Várzea	18.161	17.267	707	806	17.454	16.461
Coari	38.678	67.096	21.081	39.504	17.597	27.592
Codajás	13.462	17.507	8.388	11.289	5.074	6.218
Eirunepé	20.372	26.074	13.442	16.781	6.930	9.293
Envira	16.339	19.060	4.646	6.745	11.693	12.315
Fonte Boa	16.445	31.509	5.773	11.633	10.672	19.876
Guajará	11.495	13.220	2.835	6.220	8.660	7.000
Humaitá	38.792	32.796	18.700	23.991	20.092	8.805
Ipixuna	9.653	14.759	3.554	5.765	6.099	8.994
Itanduba	18.876	32.303	6.403	9.940	12.473	22.363
Itacoatiara	58.757	72.105	37.380	46.465	21.377	25.640
Itamarati	9.085	8.406	1.538	3.103	7.547	5.303
Itapiranga	5.137	7.309	3.468	5.295	1.669	2.014

Município	População Total		População Urbana		População Rural	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000
Japurá	10.777	10.285	1.417	2.283	9.360	8.002
Juruá	5.045	6.584	1.676	3.052	3.369	3.532
Jutaí	14.890	22.500	9.087	7.725	5.803	14.775
Lábrea	33.052	28.956	15.444	19.276	17.608	9.680
Manacapuru	57.173	73.695	36.019	47.662	21.154	26.033
Manaquiri	10.718	12.711	2.391	4.165	8.327	8.546
Manaus	1.011.501	1.405.835	1.006.585	1.396.768	4.916	9.067
Manicoré	37.857	38.038	14.373	15.339	23.484	22.699
Maraã	11.838	17.079	2.199	4.521	9.639	12.558
Maués	30.499	40.036	16.658	21.179	13.841	18.857
Nhamundá	13.250	15.355	4.847	6.308	8.403	9.047
Nova Olinda do Norte	12.949	23.725	6.298	10.262	6.651	13.463
Novo Airão	14.024	9.651	5.980	6.984	8.044	2.667
Novo Aripuanã	11.634	17.119	5.432	9.054	6.202	8.065
Parintins	58.783	90.150	41.591	58.125	17.192	32.025
Pauini	17.037	17.092	2.724	6.970	14.313	10.122
Presidente Figueiredo	7.089	17.394	3.232	8.407	3.857	8.987
Rio Preto da Eva	6.519	17.582	2.343	6.232	4.176	11.350
Santa Isabel do Rio Negro	15.421	10.561	2.104	4.220	13.317	6.341
Santo Antônio do Içá	17.214	28.213	4.472	7.906	12.742	20.307
São Gabriel da Cachoeira	23.140	29.947	6.835	12.373	16.305	17.574
São Paulo de Olivença	12.570	23.113	5.105	8.770	7.465	14.343
São Sebastião do Uatumã	4.539	7.160	3.410	4.717	1.129	2.443
Silves	5.703	7.785	2.241	3.363	3.462	4.422
Tabatinga	27.923	37.919	19.822	26.637	8.101	11.282
Tapauá	25.386	20.595	7.516	9.414	17.870	11.181
Tefé	53.970	64.457	39.057	47.698	14.913	16.759
Tonantins	10.034	15.512	2.491	4.362	7.543	11.150
Uarini	5.407	10.254	1.305	3.552	4.102	6.702
Urucará	11.328	18.372	6.143	8.098	5.185	10.274
Urucurituba	17.673	12.264	5.971	6.759	11.702	5.505

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil

Apêndice B
Projeção da população para os municípios do Estado do Amazonas em 31/12

Município	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Centro Amazonense														
Alvarães	14.652	15.010	15.355	15.683	15.995	16.290	16.569	16.829	17.073	17.301	17.515	17.713	17.897	18.068	18.229
Anamá	6.946	6.988	7.030	7.070	7.110	7.149	7.187	7.222	7.255	7.285	7.311	7.332	7.348	7.358	7.360
Anori	12.923	13.157	13.386	13.610	13.827	14.038	14.240	14.433	14.616	14.787	14.948	15.096	15.231	15.353	15.462
Autazes	29.675	30.484	31.277	32.044	32.787	33.502	34.191	34.847	35.474	36.072	36.642	37.183	37.698	38.188	38.658
Barreirinha	27.104	27.794	28.473	29.132	29.772	30.390	30.986	31.564	32.095	32.610	33.099	33.559	33.994	34.403	34.790
Beruri	13.494	13.876	14.252	14.618	14.972	15.314	15.641	15.952	16.248	16.527	16.791	17.039	17.273	17.492	17.700
Boa Vista do Ramos	12.634	12.964	13.287	13.601	13.905	14.197	14.479	14.748	15.004	15.247	15.479	15.699	15.907	16.105	16.294
Caapiranga	10.156	10.356	10.553	10.745	10.932	11.112	11.286	11.450	11.607	11.754	11.891	12.018	12.135	12.242	12.338
Careiro	24.548	23.947	23.354	22.779	22.225	21.694	21.183	20.695	20.223	19.763	19.308	18.852	18.390	17.913	17.412
Careiro da Várzea	16.673	16.512	16.353	16.199	16.051	15.909	15.773	15.643	15.516	15.389	15.261	15.128	14.988	14.836	14.670
Coari	86.410	89.483	92.507	95.447	98.295	101.03	103.66	106.16	108.548	110.80	112.947	114.97	116.89	118.72	120.47
Codajás	20.283	20.698	21.105	21.501	21.884	22.253	22.607	22.943	23.261	23.560	23.842	24.104	24.348	24.574	24.783
Itanduba	42.150	43.688	45.196	46.658	48.071	49.432	50.742	51.993	53.188	54.331	55.427	56.472	57.476	58.442	59.379
Itacoatiara	79.714	80.701	81.660	82.585	83.483	84.352	85.196	86.011	86.797	87.557	88.290	88.993	89.668	90.316	90.938
Itapiranga	9.384	9.612	9.796	9.934	10.028	10.081	10.098	10.083	10.042	9.982	9.908	9.828	9.747	9.669	9.600
Manacapuru	85.921	87.714	89.467	91.165	92.809	94.394	95.919	97.375	98.762	100.07	101.330	102.50	103.61	104.65	105.62
Manaquiri	14.196	14.400	14.599	14.793	14.982	15.165	15.342	15.511	15.671	15.823	15.964	16.093	16.210	16.314	16.404
Manaus	1.696.486	1.740.309	1.783.210	1.824.783	1.865.0	1.903.7	1.941.	1.976.	2.010.69	2.043.0	2.073.9	2.103.1	2.130.	2.157.	2.182.
Maués	46.944	47.978	48.995	49.983	50.943	51.871	52.765	53.618	54.430	55.199	55.927	56.610	57.248	57.843	58.396
Nhamundá	16.898	17.107	17.312	17.511	17.706	17.894	18.077	18.250	18.414	18.568	18.710	18.840	18.955	19.056	19.141
Nova Olinda do Norte	31.331	32.485	33.610	34.698	35.752	36.773	37.764	38.724	39.659	40.572	41.470	42.352	43.227	44.098	44.973
Parintins	112.737	116.265	119.735	123.108	126.37	129.53	132.57	135.47	138.240	140.87	143.383	145.76	148.02	150.17	152.22
Presidente Figueiredo	27.351	29.337	31.427	33.609	35.882	38.244	40.697	43.226	45.833	48.518	51.285	54.121	57.035	60.029	63.117
Rio Preto da Eva	28.270	30.404	32.651	34.995	37.439	39.978	42.615	45.333	48.136	51.022	53.997	57.047	60.179	63.399	66.720
São Sebastião do Uatumã	9.046	9.342	9.634	9.917	10.192	10.456	10.711	10.954	11.186	11.407	11.617	11.817	12.007	12.188	12.362
Silves	9.118	9.308	9.493	9.671	9.844	10.012	10.175	10.332	10.484	10.633	10.778	10.919	11.057	11.193	11.328
Tefé	71.720	72.661	73.561	74.414	75.222	75.985	76.703	77.372	77.993	78.564	79.087	79.557	79.976	80.344	80.661
Uarini	13.546	14.039	14.514	14.965	15.394	15.798	16.179	16.536	16.870	17.185	17.482	17.762	18.028	18.284	18.532
Uruará	23.438	24.236	25.021	25.785	26.525	27.239	27.926	28.582	29.208	29.804	30.373	30.912	31.427	31.917	32.388
Urucurituba	13.576	13.740	13.898	14.053	14.210	14.369	14.533	14.699	14.863	15.022	15.169	15.298	15.402	15.473	15.505

Município	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020
Norte Amazonense															
Barcelos	27.288	27.700	28.098	28.478	28.839	29.180	29.504	29.810	30.105	30.395	30.686	30.986	31.303	31.64	32.023
Japurá	10.003	9.924	9.847	9.774	9.704	9.638	9.576	9.517	9.460	9.404	9.346	9.286	9.222	9.152	9.073
Maraã	20.520	20.990	21.434	21.850	22.239	22.600	22.937	23.248	23.536	23.804	24.054	24.287	24.507	24.71	24.915
Novo Airão	10.890	11.047	11.197	11.343	11.489	11.637	11.789	11.943	12.097	12.248	12.391	12.520	12.630	12.71	12.771
Santa Isabel do Rio Negro	11.917	12.088	12.252	12.412	12.573	12.735	12.902	13.071	13.240	13.405	13.562	13.703	13.823	13.91	13.975
São Gabriel da Cachoeira	33.780	34.282	34.767	35.232	35.681	36.116	36.538	36.949	37.349	37.742	38.128	38.508	38.885	39.25	39.633
Sudoeste Amazonense															
Amaturá	9.300	9.625	9.949	10.271	10.588	10.901	11.209	11.510	11.806	12.095	12.379	12.656	12.928	13.19	13.459
Atalaia do Norte	11.654	11.902	12.149	12.393	12.636	12.875	13.111	13.342	13.567	13.788	14.003	14.211	14.412	14.60	14.795
Benjamin Constant	27.051	27.642	28.231	28.817	29.398	29.975	30.546	31.106	31.655	32.189	32.709	33.209	33.688	34.14	34.578
Carauari	27.299	27.859	28.411	28.954	29.494	30.031	30.569	31.106	31.644	32.184	32.727	33.269	33.811	34.35	34.898
Eirunepé	31.418	32.210	32.993	33.764	34.529	35.291	36.054	36.815	37.578	38.344	39.115	39.887	40.661	41.43	42.221
Envira	21.627	21.985	22.338	22.687	23.034	23.381	23.730	24.079	24.429	24.778	25.126	25.472	25.813	26.15	26.481
Fonte Boa	43.145	45.083	47.021	48.938	50.833	52.701	54.541	56.341	58.106	59.834	61.532	63.194	64.828	66.43	68.034
Gujará	14.852	15.076	15.297	15.514	15.729	15.944	16.159	16.374	16.589	16.804	17.020	17.236	17.450	17.66	17.877
Ipixuna	19.519	20.254	20.981	21.699	22.410	23.117	23.825	24.530	25.238	25.948	26.664	27.383	28.107	28.83	29.579
Itamarati	8.700	8.941	9.179	9.392	9.570	9.707	9.806	9.877	9.934	9.995	10.082	10.218	10.425	10.72	11.149
Juruá	8.023	8.238	8.450	8.660	8.869	9.077	9.287	9.496	9.706	9.916	10.126	10.336	10.545	10.75	10.961
Jutai	28.398	29.356	30.315	31.264	32.204	33.132	34.047	34.943	35.820	36.678	37.518	38.335	39.133	39.91	40.676
Santo Antônio do Itá	36.726	38.126	39.524	40.909	42.278	43.628	44.959	46.262	47.538	48.787	50.012	51.208	52.381	53.53	54.667
São Paulo de Olivença	30.452	31.664	32.875	34.074	35.259	36.426	37.575	38.699	39.799	40.876	41.934	42.969	43.987	44.99	45.987
Tabatinga	45.692	46.928	48.163	49.385	50.594	51.788	52.965	54.117	55.245	56.346	57.423	58.469	59.488	60.48	61.449
Tonantins	19.757	20.450	21.142	21.827	22.504	23.171	23.828	24.470	25.100	25.716	26.321	26.912	27.491	28.06	28.624
Sul Amazonense															
Apuí	19.237	20.040	20.820	21.572	22.299	23.003	23.689	24.358	25.015	25.663	26.310	26.957	27.609	28.27	28.949
Boca do Acre	30.022	30.369	30.700	31.021	31.342	31.669	32.011	32.369	32.746	33.144	33.563	33.999	34.454	34.92	35.406
Borba	32.830	33.664	34.484	35.260	35.978	36.629	37.214	37.741	38.225	38.689	39.159	39.661	40.226	40.88	41.663
Canutama	9.653	9.445	9.242	9.049	8.867	8.696	8.536	8.388	8.252	8.125	8.006	7.895	7.790	7.688	7.588
Humaitá	33.764	33.797	33.824	33.852	33.886	33.929	33.980	34.038	34.096	34.148	34.185	34.196	34.173	34.10	33.978
Lábrea	25.811	25.215	24.636	24.083	23.560	23.070	22.612	22.189	21.798	21.436	21.099	20.785	20.488	20.20	19.927
Manicoré	39.156	39.200	39.238	39.274	39.312	39.353	39.396	39.439	39.481	39.515	39.538	39.544	39.529	39.48	39.409
Novo Aripuanã	20.038	20.442	20.833	21.209	21.573	21.925	22.267	22.600	22.925	23.245	23.562	23.877	24.192	24.51	24.834
Pauni	17.205	17.163	17.120	17.079	17.040	17.003	16.968	16.935	16.902	16.866	16.826	16.780	16.724	16.65	16.576
Tapauá	16.875	16.218	15.581	14.973	14.399	13.861	13.360	12.898	12.474	12.085	11.729	11.404	11.106	10.83	10.576

Apêndice C
Projeção do nº de domicílios ocupados para os municípios do Estado do Amazonas em 31/12

Município	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Centro Amazonense														
Alvarães	2.551	2.662	2.774	2.887	3.001	3.114	3.228	3.340	3.450	3.558	3.663	3.764	3.859	3.948	4.030
Anamã	1.362	1.400	1.439	1.478	1.518	1.559	1.600	1.641	1.681	1.720	1.758	1.794	1.827	1.856	1.881
Anori	2.744	2.849	2.956	3.064	3.175	3.286	3.398	3.510	3.620	3.729	3.834	3.935	4.030	4.118	4.197
Autazes	6.402	6.696	6.997	7.301	7.609	7.919	8.231	8.541	8.848	9.151	9.449	9.736	10.011	10.272	10.515
Barreirinha	5.191	5.422	5.658	5.897	6.140	6.384	6.631	6.875	7.118	7.357	7.591	7.816	8.031	8.234	8.421
Beruri	2.520	2.638	2.759	2.882	3.006	3.131	3.256	3.381	3.504	3.625	3.743	3.857	3.966	4.068	4.163
Boa Vista do Ramos	2.480	2.591	2.705	2.820	2.937	3.055	3.173	3.291	3.408	3.523	3.635	3.744	3.848	3.947	4.038
Caapiranga	1.924	2.000	2.078	2.157	2.238	2.319	2.400	2.481	2.561	2.640	2.716	2.789	2.859	2.923	2.981
Careiro	5.719	5.728	5.737	5.745	5.754	5.764	5.773	5.782	5.789	5.792	5.788	5.775	5.750	5.709	5.650
Careiro da Várzea	4.222	4.282	4.344	4.407	4.471	4.536	4.602	4.667	4.731	4.792	4.849	4.900	4.942	4.973	4.992
Coari	15.327	16.139	16.972	17.815	18.668	19.525	20.386	21.240	22.084	22.915	23.728	24.514	25.267	25.982	26.651
Codajás	3.944	4.103	4.265	4.429	4.595	4.763	4.932	5.099	5.265	5.427	5.586	5.738	5.882	6.016	6.139
Iranubá	8.593	9.056	9.528	10.006	10.489	10.975	11.463	11.948	12.429	12.904	13.371	13.824	14.262	14.679	15.073
Itacoatiara	17.986	18.583	19.192	19.810	20.437	21.071	21.710	22.349	22.985	23.614	24.231	24.827	25.398	25.934	26.429
Itapiranga	1.867	1.948	2.024	2.094	2.158	2.215	2.267	2.312	2.352	2.386	2.417	2.443	2.466	2.487	2.505
Manacapuru	18.021	18.749	19.494	20.250	21.014	21.786	22.562	23.334	24.099	24.852	25.589	26.299	26.975	27.608	28.192
Manaquiri	3.311	3.427	3.545	3.665	3.787	3.910	4.034	4.158	4.281	4.401	4.518	4.630	4.735	4.832	4.918
Manaus	441.759	461.497	481.677	502.124	522.813	543.658	564.619	585.474	606.157	626.534	646.505	665.793	684.264	701.703	717.913
Maués	9.532	9.927	10.331	10.742	11.159	11.579	12.002	12.423	12.840	13.250	13.651	14.036	14.403	14.746	15.061
Nhamundá	3.190	3.295	3.404	3.514	3.626	3.739	3.853	3.967	4.079	4.189	4.296	4.398	4.493	4.581	4.659
Nova Olinda do Norte	5.817	6.132	6.452	6.776	7.104	7.434	7.768	8.102	8.436	8.769	9.101	9.428	9.750	10.063	10.365
Parintins	22.234	23.331	24.455	25.595	26.748	27.911	29.079	30.241	31.392	32.526	33.638	34.713	35.744	36.721	37.634
Presidente Figueiredo	7.650	8.298	8.992	9.728	10.509	11.332	12.201	13.108	14.054	15.035	16.052	17.094	18.159	19.241	20.335
Rio Preto da Eva	6.271	6.817	7.403	8.024	8.683	9.378	10.111	10.877	11.676	12.506	13.365	14.246	15.147	16.062	16.988
São Sebastião do Uatumã	1.603	1.684	1.767	1.851	1.936	2.022	2.108	2.194	2.279	2.363	2.445	2.524	2.600	2.672	2.740
Silves	1.853	1.928	2.004	2.082	2.160	2.239	2.319	2.399	2.479	2.558	2.636	2.713	2.787	2.858	2.925
Tefé	13.374	13.826	14.285	14.749	15.215	15.683	16.152	16.616	17.072	17.519	17.951	18.362	18.747	19.102	19.418
Uarini	2.357	2.484	2.612	2.740	2.869	2.996	3.123	3.249	3.372	3.493	3.610	3.724	3.833	3.937	4.034
Uruará	4.283	4.505	4.731	4.961	5.194	5.428	5.664	5.898	6.130	6.358	6.583	6.800	7.008	7.206	7.392
Urucurituba	2.773	2.865	2.958	3.052	3.150	3.249	3.352	3.456	3.560	3.663	3.764	3.858	3.944	4.019	4.079

Município	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Norte Amazonense															
Barcelos	5.242	5.402	5.555	5.728	5.892	6.055	6.217	6.378	6.536	6.692	6.846	6.996	7.142	7.284	7.422
Japurá	1.841	1.866	1.892	1.919	1.946	1.973	2.001	2.029	2.055	2.081	2.105	2.127	2.145	2.158	2.167
Maraã	3.375	3.498	3.620	3.742	3.863	3.982	4.100	4.216	4.328	4.437	4.542	4.641	4.734	4.820	4.897
Novo Airão	2.376	2.447	2.519	2.592	2.667	2.743	2.821	2.899	2.977	3.054	3.129	3.199	3.263	3.318	3.362
Santa Isabel do Rio Negro	2.414	2.487	2.560	2.634	2.710	2.787	2.866	2.946	3.025	3.104	3.180	3.251	3.316	3.371	3.416
São Gabriel da Cachoeira	7.007	7.220	7.436	7.654	7.873	8.093	8.314	8.533	8.751	8.965	9.175	9.378	9.571	9.752	9.919
Sudoeste Amazonense															
Amaturá	1.692	1.771	1.853	1.936	2.021	2.107	2.193	2.280	2.366	2.452	2.536	2.619	2.698	2.775	2.847
Atalata do Norte	2.169	2.248	2.329	2.412	2.496	2.581	2.667	2.753	2.839	2.923	3.006	3.086	3.163	3.234	3.301
Benjamin Constant	4.993	5.177	5.366	5.559	5.755	5.955	6.157	6.358	6.560	6.758	6.953	7.140	7.319	7.485	7.638
Carauari	5.502	5.699	5.900	6.105	6.313	6.525	6.741	6.958	7.176	7.394	7.611	7.824	8.031	8.229	8.417
Eitunapé	6.189	6.434	6.683	6.937	7.196	7.459	7.727	7.997	8.269	8.542	8.814	9.082	9.344	9.597	9.838
Envira	3.812	3.937	4.064	4.194	4.326	4.461	4.598	4.736	4.874	5.012	5.148	5.281	5.409	5.530	5.642
Fonte Boa	6.567	6.927	7.297	7.673	8.055	8.442	8.832	9.223	9.612	9.999	10.382	10.757	11.120	11.471	11.804
Guajará	2.692	2.777	2.864	2.952	3.042	3.133	3.226	3.319	3.412	3.505	3.597	3.687	3.773	3.856	3.932
Ipixuna	3.269	3.430	3.594	3.761	3.931	4.103	4.279	4.457	4.637	4.818	4.999	5.180	5.357	5.531	5.699
Itamarati	1.617	1.684	1.753	1.819	1.882	1.939	1.992	2.040	2.085	2.131	2.180	2.236	2.302	2.382	2.479
Juruá	1.725	1.795	1.866	1.939	2.014	2.090	2.167	2.245	2.324	2.403	2.482	2.559	2.635	2.707	2.776
Jutai	4.451	4.656	4.868	5.083	5.301	5.523	5.747	5.971	6.195	6.416	6.635	6.847	7.052	7.247	7.430
Santo Antônio do Itá	5.761	6.046	6.340	6.638	6.941	7.248	7.558	7.869	8.179	8.486	8.789	9.085	9.372	9.646	9.906
São Paulo de Olivença	4.793	5.036	5.287	5.541	5.800	6.062	6.326	6.591	6.855	7.116	7.375	7.628	7.873	8.109	8.333
Tabatinga	8.686	9.041	9.407	9.779	10.157	10.540	10.928	11.315	11.701	12.083	12.459	12.824	13.174	13.505	13.815
Tonantins	3.102	3.248	3.399	3.551	3.707	3.864	4.023	4.182	4.341	4.498	4.653	4.805	4.951	5.091	5.224
Sul Amazonense															
Apuí	5.050	5.347	5.648	5.950	6.253	6.557	6.863	7.169	7.475	7.782	8.088	8.392	8.694	8.990	9.281
Boca do Acre	6.938	7.146	7.356	7.568	7.785	8.006	8.234	8.467	8.705	8.947	9.192	9.436	9.678	9.913	10.138
Borba	6.147	6.413	6.684	6.954	7.219	7.477	7.727	7.967	8.200	8.428	8.655	8.884	9.119	9.363	9.623
Canutama	1.993	1.990	1.987	1.984	1.983	1.983	1.984	1.986	1.989	1.992	1.995	1.997	1.997	1.995	1.989
Humaitá	7.155	7.297	7.441	7.587	7.736	7.888	8.042	8.197	8.349	8.497	8.636	8.761	8.868	8.952	9.006
Lábrea	5.444	5.427	5.410	5.396	5.385	5.377	5.372	5.370	5.371	5.373	5.375	5.375	5.371	5.361	5.343
Manicoré	8.041	8.202	8.365	8.530	8.697	8.866	9.036	9.205	9.370	9.530	9.682	9.820	9.943	10.045	10.123
Novo Aripuanã	3.743	3.886	4.031	4.177	4.323	4.470	4.618	4.765	4.912	5.057	5.200	5.340	5.476	5.607	5.731
Pauini	3.232	3.286	3.340	3.395	3.451	3.508	3.565	3.621	3.675	3.728	3.776	3.820	3.857	3.886	3.905
Tapauá	2.941	2.886	2.833	2.780	2.730	2.683	2.639	2.598	2.560	2.526	2.493	2.463	2.433	2.404	2.373



DE - Diretoria de Engenharia
DEN - Departamento de Estudos Energéticos
Av. Pres. Vargas, 409 - Rio de Janeiro
Cep. 20.071-003
Tel.: (21) 2514-6320 / 2514-5893 / 2514-6353
den@eletrobras.com
www.eletrobras.com

impresso na gráfica da Eletrobras