

Aplicação de modelagem markoviana para a avaliação da evolução da dinâmica migratória da Região Nordeste entre 1991 e 2010*

Leonardo Azevedo Pampanelli Lucas[♦]

José Irineu Rangel Rigotti[♥]

Gilvan Ramalho Guedes[♠]

Resumo

Os dados de migração dos últimos três Censos Demográficos revelaram novas tendências quanto aos padrões da migração interna na Região Nordeste do Brasil, que embora permaneça na condição de foco de repulsão de população, tem diminuído seus volumes de perdas. No nível intra-regional, os movimentos têm se tornado proporcionalmente mais volumosos, já que áreas do interior têm atraído maiores contingentes de população. O presente artigo procurou avaliar as probabilidades de transição entre as características migratórias latentes gerais e intrarregionais das Áreas Mínimas Comparáveis da Região ao longo dos últimos três períodos de data fixa (1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010) por meio de um modelo markoviano, tendo concluído que as mudanças de perfil migratório são relativamente sutis, sendo que ao longo dos períodos intercensitários, é mais provável que determinada localidade se mantenha na sua mesma condição migratória inicial. Ocorrem pequenas probabilidades de localidades repulsoras e de pequena população transitarem para uma situação de menores perdas ou de saldos migratórios positivos, além de outras localidades atrativas terem pequenas chances de se tornarem focos de perdas populacionais, principalmente no nível intrarregional.

Palavras-chave: Região Nordeste, migrações, transições, modelagem markoviana.

* Trabalho apresentado no XXI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Poços de Caldas/MG – Brasil, de 22 - 28 de setembro de 2018.

♦ Analista do CAEd/UFJF e Doutor em Demografia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG).

♥ Professor do Departamento de Demografia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG).

♠ Professor do Departamento de Demografia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG).

1. Introdução

A Região Nordeste caracterizou-se historicamente pelas perdas populacionais em relação ao resto do país. Ainda que permaneça na condição de região perdedora líquida de população, mais recentemente tem passado por transformações relevantes em seus padrões migratórios. Parte dessa mudança é explicada pelas menores evasões populacionais da maioria de suas mesorregiões, sobretudo no arrefecimento dos tradicionais fluxos de migrantes nordestinos em direção à Região Sudeste (BAENINGER, 2008; FUSCO, 2012; OJIMA; FUSCO, 2015).

Além dessas alterações nos volumes e tendências verificadas no nível migratório inter-regional, são marcantes as mudanças recentes ocorridas no nível intrarregional, haja vista que tais trocas se têm tornado mais volumosas e importantes¹. Isso tem ocorrido em função das mesorregiões e microrregiões localizadas no interior estarem absorvendo maiores contingentes de população e também se tornando destinos migratórios mais importantes, ainda que capitais e Regiões Metropolitanas continuem desempenhando um papel central na distribuição populacional nordestina (OLIVEIRA *ET AL.*, 2015).

Explicações de diferentes naturezas para essas transformações têm sido descritas pela pesquisa, como motivadores de ordem econômica, além da atuação de políticas de transferência de renda que têm contribuído para fixar a população em seus locais de origem (BRAGA; LIMA, 2014).

Efeitos da dinâmica demográfica brasileira e nordestina também têm influenciado as configurações dos padrões migratórios nacionais e regionais atuais. O avanço do processo de transição demográfica na Região tem atuado no sentido de promover impactos no contingente populacional em idades mais dispostas a migrar, tanto com destino às outras Regiões do país como no âmbito interno. A redução da fecundidade trouxe a queda na proporção de crianças e jovens em relação à população total. Estes efeitos na estrutura etária dos estados brasileiros é um dos fatores puramente demográficos que

¹ Embora estes deslocamentos também estejam se tornando menos numerosos.

podem ser parte da explicação para a diminuição recente da migração familiar (RIGOTTI; FAZITO; CAMPOS, 2014).

A Região Nordeste, contudo, é bastante heterogênea no que diz respeito a essas características socioeconômicas e demográficas que induzem efeitos nos fluxos migratórios inter-regionais e intrarregionais. Enquanto algumas mesorregiões têm apresentado maior potencial de desenvolvimento econômico social, outras têm convivido com problemas como investimentos escassos, vulnerabilidade social, concentração de terras e dependência de políticas governamentais.

Além disso, as diversas localidades do Nordeste encontram-se em diferentes estágios do processo de transição demográfica. De acordo com Dantas (2017), as disparidades regionais ainda persistem também em termos demográficos, contribuindo de forma distinta para o processo de reorganização espacial da população.

A maior complexidade dos movimentos migratórios que envolvem a Região Nordeste decorre das novas perspectivas verificadas nos níveis inter-regional e intrarregional. Pesquisas recentes já demonstraram uma maior diversidade de contextos migratórios, com arrefecimento da migração de longa distância e maior peso das trocas populacionais internas, da migração de retorno², além de outros tipos de mobilidade (MARTINE, 2015; OJIMA; FUSCO, 2015; OLIVEIRA *ET AL.*, 2015).

Em suma, a pesquisa acerca das migrações nordestinas apontam três eixos principais nas novas tendências desses movimentos: (1) o desenvolvimento regional e o surgimento de novos polos econômicos de atração populacional no Nordeste, o quais vieram a auxiliar na retenção de significativos contingentes na Região; (2) políticas de transferência de renda, que podem estar atuando no sentido de reduzir a vulnerabilidade social de indivíduos e famílias e promoverem a dinamização dos mercados locais, auxiliando na manutenção da população e; (3) o avanço de transição

² Definido como o movimento de volta daqueles emigrantes nascidos em uma determinada região que saíram do lugar de origem em período anterior e retornaram em período posterior.

demográfica no Nordeste, que tem reduzido a proporção de segmentos etários mais dispostos a migrar.

Os maiores centros urbanos do Nordeste são focos de grande rotatividade de população nos níveis intrarregional e inter-regional, ao passo que localidades de baixa densidade demográfica no interior apresentam baixo número de trocas populacionais no âmbito regional e com outras partes do país. Além disso, mais recentemente têm surgido novos locais de crescente importância migratória no interior.

De tal maneira, a dinâmica migratória nordestina atualmente é dotada de maior complexidade em relação às décadas anteriores, uma vez que não se resume à presença de localidades que transferem população em direção às principais capitais e Regiões Metropolitanas da Região ou do restante do país. Têm sido apontadas modificações relevantes nos padrões dessas trocas populacionais, e dessa maneira, torna-se enriquecedor para a pesquisa sobre o tema, construir uma metodologia capaz de englobar os tipos migratórios e as probabilidades de as localidades nordestinas modificarem os seus padrões de migração.

2. O contexto atual das migrações inter-regionais e intrarregionais brasileiras e nordestinas

Os últimos levantamentos demográficos revelam que as migrações interestaduais e inter-regionais no Brasil têm apresentado sinais de diminuição, já que estados e macrorregiões, antes grandes ganhadores de população, têm reduzido seus saldos migratórios positivos, ao passo que outras localidades que tinham por tradição repelir significativos contingentes populacionais têm diminuído suas perdas.

Uma hipótese constantemente apontada por pesquisadores é a do processo de encurtamento de distâncias e o aumento da mobilidade ou da circularidade (com migrações de mais curta distância) dentro das UF's e das Regiões (SAWYER; RIGOTTI, 2001; AMORIM FILHO; RIGOTTI; CAMPOS, 2007; BAENINGER, 2012; RIGOTTI; CAMPOS; HADAD, 2015). Outro notável fenômeno diz respeito às chamadas "cidades médias", as quais vêm ganhando

representatividade cada vez maior nas funções produtivas e na participação nos fluxos migratórios nacionais.

Alterações marcantes também têm ocorrido em relação à migração de retorno, uma vez que estes fluxos têm se tornado mais intensos nas últimas décadas e se direcionam, sobretudo, às regiões consideradas “fornecedoras de mão de obra”, como a Região Nordeste e o estado de Minas Gerais, que possuem maior participação total no universo de retornados.

Outra razão apontada pela literatura para a intensificação desses movimentos pode encontrar explicação na nova realidade do desenvolvimento socioeconômico brasileiro e na conseqüente redução dos fluxos migratórios de longa distância após o fechamento das fronteiras agrícolas, políticas públicas, atividades econômicas emergentes em regiões tradicionalmente emissoras de população, entre outros (RIGOTTI; CAMPOS; HADAD, 2015).

Dessa forma, a redistribuição espacial da população brasileira tem evoluído gradativamente para um padrão de fragmentação regional, com a ascendência de novos polos de atração migratória mais distantes das maiores Regiões Metropolitanas, que foram os maiores focos de atração populacional no passado. Trata-se de um fenômeno que ainda envolve milhões de pessoas, que agora circulam entre um maior número de localidades, resultando em uma multiplicidade de processos de reestruturação dos arranjos locais e regionais. Além disso, as trocas populacionais atuais ocorrem predominantemente entre áreas urbanas, e não mais de áreas rurais de pequenas densidades aos grandes centros urbanos (BRAGA, 2011).

Essas recentes alterações nos padrões migratórios internos brasileiros e a crescente complexidade desses fluxos fizeram com que as diversas regiões e municípios do país não sejam mais classificadas segundo a antiga dicotomia de locais de atratividade migratória ou repulsão populacional, sendo que em todas as Regiões há também localidades neutras (imigração e emigração pouco expressivas) ou de grande rotatividade populacional (BRITO, 2009).

A diminuição da intensidade dos fluxos migratórios de longa distância no Brasil tem como destaque os movimentos que envolvem a Região Nordeste, que assim como as modificações ocorridas nos padrões de outros movimentos internos no Brasil, teve como uma de suas raízes mais importantes o processo

de reestruturação produtiva que se encontra em curso atualmente no país, o que gerou certa desconcentração espacial nas atividades econômicas (RIGOTTI; FAZITO; CAMPOS, 2014).

Oliveira *et al.* (2015) também debatem o papel das atividades produtivas urbanas na redução da propensão a migrar no Nordeste. Eles sustentam que a transferência de mão de obra originada no setor primário para as atividades não agrárias no interior da Região também desencoraja a migração. O argumento é o de que a indústria extrativa, de construção, bem como comércio e serviços, aumentaram a renda do trabalho nesses lugares e podem ter agido de modo a reduzir os fluxos destinados às Regiões Metropolitanas e Capitais e também as migrações inter-regionais, além de intensificar os movimentos entre áreas não metropolitanas.

É necessário ressaltar também a situação de extrema pobreza e vulnerabilidade dos trabalhadores ocupados no setor primário nordestino, atividade que emprega cerca de 40% da mão de obra residente no interior. Para esse segmento social, é válido verificar também a hipótese de que os programas sociais de transferência de renda podem desempenhar um importante papel, de modo a reduzir a penúria e desmotivar as migrações, como defendido por Oliveira *et al.* (2015).

Dessa forma, é de se esperar que as trocas migratórias atuais no Nordeste sejam mais intensas entre localidades mais próximas, ainda que persistam relevantes disparidades regionais quanto a investimentos privados, atenção de políticas públicas e dinamismo econômico entre suas diversas localidades, que por sua vez se relacionam principalmente com a dinâmica migratória interna.

Dessa maneira, procurou-se implementar uma análise que seja capaz de descrever as modificações nas características migratórias das localidades da Região Nordeste ao longo dos últimos períodos. Optou-se por uma metodologia que descreve longitudinalmente o comportamento do perfil migratório das localidades nordestinas ao longo dos últimos três períodos de data fixa (1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010), buscou-se implementar, no presente artigo, uma modelagem markoviana que pudesse descrever as probabilidades de transição entre um perfil migratório e outro entre cada um

dos quinquênios, bem como o tempo estimado de permanência em cada um dos mesmos. Optou-se por avaliar tais dinâmicas levando-se em conta os quantitativos migratórios das localidades nordestinas no âmbito intrarregional e geral (considerando trocas migratórias intrarregionais e também com outras Regiões do Brasil).

3. Material e método

3.1 Compatibilização dos municípios em áreas mínimas comparáveis

A fim de compatibilizar as unidades geográficas consideradas neste estudo, foram utilizadas as Áreas Mínimas Comparáveis (AMC). Este processo permite que se façam comparações entre painéis de dados intercensitários por meio da união das áreas de municípios alterados ou criados durante o período de análise (que no caso é entre 1991 e 2010).

As AMC não se referem a uma divisão política ou administrativa, mas é uma área agregada com o menor número de municípios necessários para que os estudos longitudinais desse tipo sejam geograficamente consistentes (REIS *ET AL.*, 2008). No Censo Demográfico de 2010, havia um total de 1.794 municípios em toda a Região Nordeste. Após as agregações municipais, passou-se a trabalhar com um total de 1.452 AMC.

3.2 Manipulação das Bases de Dados e cálculo dos indicadores

Para mensurar os quantitativos e taxas migratórias gerais e intrarregionais masculinas e femininas, foram utilizados os microdados dos Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010 (IBGE) por meio do *software* SPSS versão 15.0, de modo a aferir os movimentos migratórios nos períodos 1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010. Cada código de município de residência na data de referência do recenseamento recebeu um código de AMC correspondente, da mesma maneira que os de residência cinco anos antes da referida data. Assim, tratou-se como migrante aquele que tinha como locais de residência diferentes AMC, na data do censo e 5 anos antes, sendo que na análise da migração intrarregional, o migrante era aquele indivíduo que, no período de

data fixa, morava em AMC diferentes, mas ambas localizadas no Nordeste. Posteriormente, puderam agregar-se os casos e apurar os quantitativos de imigrantes e emigrantes inter-regionais e intrarregionais por AMC da Região Nordeste a cada período de data fixa.

Em seguida, de maneira semelhante à metodologia proposta por Lima e Braga (2013), porém de forma longitudinal, foram calculados indicadores migratórios nos quais as modelagens posteriores se basearam, permitindo a criação dos estados migratórios latentes, os quais foram modelados longitudinalmente através de cadeias de Markov de ordem 1. As variáveis utilizadas para definir os estados migratórios latentes foram: 1) Saldo migratório, 2) Percentual de imigrantes, 3) Percentual de emigrantes, 4) População total, 5) Índice de eficácia migratória³ e 6) Grau de centralidade médio⁴.

O saldo migratório é estimado pela diferença entre os quantitativos de imigrantes e emigrantes de cada AMC, fornecendo uma fácil interpretação do padrão migratório, já que permite distinguir locais atrativos (saldo migratório positivo) de repulsivos (saldo migratório negativo). Essas mesmas diferenciações também são trazidas pelos cálculos dos percentuais de imigrantes e de emigrantes em relação à população total (que por sua vez também interfere na configuração dos fluxos migratórios).

Já o Índice de eficácia migratória é resultado da razão entre o saldo migratório e o total de imigrantes e emigrantes de cada AMC. Este indicador, assim como o saldo migratório, fornece uma noção da capacidade de absorver ou repelir população em relação ao total de pessoas que entraram ou saíram daquela AMC. Informações sobre a centralidade das AMC na rede migratória são fornecidas pelo Grau de centralidade médio, dado pela quantidade de AMC para as quais determinada localidade enviou migrantes e a quantidade de AMC para as quais aquela localidade recebeu migrantes, a partir do pressuposto de que a centralidade é tão maior quanto maior for a quantidade de vínculos que a localidade estabelece (LIMA; BRAGA, 2013).

³ Dado pela razão entre o saldo migratório e o total de migrantes da AMC.

⁴ Média do número de AMC para as quais determinada AMC enviou e das quais recebeu migrantes.

3.3 Análise Fatorial Múltipla

A Análise Fatorial Múltipla (AFM) é uma extensão da Análise de Componentes Principais⁵ (ACP) adaptada para lidar com vários conjuntos de dados obtidos por meio das mesmas observações (longitudinais ou agrupadas), procurando estruturas comuns presentes em todos ou alguns desses conjuntos (PAGÈS; 2002; ABDI; WILLIAMS; VALENTIM, 2013).

Por meio da utilização das bibliotecas "*FactoMineR*" e "*Factoextra*" na linguagem de programação *R*, implementou-se a AFM nos dados de migração de data fixa por AMC da Região Nordeste com o objetivo de se encontrar, para essas áreas, um número apropriado de estados latentes para a modelagem markoviana, sendo considerada a dinâmica temporal entre os períodos de data fixa 1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010. Dessa forma, a AFM buscou integrar os diferentes grupos de variáveis que descrevem as mesmas AMC, obtendo-se uma tipologia entre essas localidades.

Na AFM, de maneira semelhante à ACP, essas categorias (ou dimensões) são representadas por "centros de gravidade". Para cada categoria, pode ser calculada a inércia do "centro de gravidade" correspondente em proporção à inércia total. Essa proporção é denominada Contribuição, tendo sido aqui calculada em relação aos três períodos pesquisados e os indicadores de migração previamente descritos segundo o número de categorias implementadas (PAGÈS; 2002).

3.4 Aplicação das cadeias de Markov de ordem unitária

As cadeias de Markov são um caso particular de processo estocástico⁶ com tempo discreto, também classificado como um modelo de transição latente no qual um dado fenômeno pode ser classificado em estados finitos e

⁵ Método que tem por finalidade básica, a análise dos dados visando a sua redução, eliminação de sobreposições e a escolha das formas mais representativas de dados a partir de combinações lineares das variáveis originais (HOLLAND, 2016).

⁶ Conjunto de variáveis aleatórias que representa a evolução de um sistema de valores com o tempo. Nesse processo ocorre certo grau de indeterminação, sendo que dada a condição inicial, há várias direções para as quais o processo pode evoluir.

discretos, cuja probabilidade de transição entre tais estados, num intervalo de tempo também discreto, dependa apenas do estado corrente e do estado seguinte, sendo que os estados anteriores são irrelevantes para a predição dos estados seguintes (COLLINS; LANZA, 2010).

Foi implementado o modelo latente markoviano simples de variável resposta categórica y_{it} , no qual o vetor de respostas da observação i em todos os pontos no tempo é dado por y_i , é definido por:

$$P(y_i) = \sum_{x_0^d=1}^{K^d} \sum_{x_1^d=1}^{K^d} \dots \sum_{x_T^d=1}^{K^d} P(x_0^d) \prod_{t=1}^{T_i} P(x_t^d | x_{t-1}^d) \prod_{t=0}^{T_i} P(y_{it} | x_t^d)$$

Os três conjuntos de probabilidades que definem este modelo são a probabilidade inicial $P(x_0^d)$, a probabilidade de transição $P(x_t^d | x_{t-1}^d)$ e a probabilidade de resposta $P(y_{it} | x_t^d)$. Dessa forma, os dois principais pressupostos do modelo markoviano são derivados da equação apresentada acima, pois a probabilidade $P(x_t^d | x_{t-1}^d)$ corresponde ao pressuposto de primeira-ordem de Markov, que indica que o estado latente no ponto t depende do estado no ponto $t - 1$, mas não do estado em períodos anteriores. Já o

produto $\prod_{t=0}^{T_i} P(y_{it} | x_t^d)$ indica que a resposta no ponto t depende do estado latente naquele ponto no tempo e não de respostas ou estados em outros períodos. Por fim, o modelo markoviano leva também em conta o pressuposto da classificação independente dos erros.

No presente artigo, optou-se pela construção de um modelo markoviano com três estados latentes e tempo homogêneo⁷. Trata-se de um modelo de 44 parâmetros, com 1.452 observações (AMC) e 4.356 observações longitudinais (por se tratar de 3 períodos), que foi capaz de explicar cerca de 94,5% da variância longitudinal e demonstrou erro de classificação de apenas 2,08%.

⁷ A hipótese de tempo homogêneo é uma restrição linear nos parâmetros, em que as probabilidades de transição entre estados são as mesmas, independente do período analisado. Foi realizado um teste de sensibilidade, em que um modelo de 3 estados latentes com tempo heterogêneo seria testado. O valor do Critério de Informação Bayesiana (BIC) do modelo com tempo heterogêneo foi superior ao de tempo homogêneo, justificando o uso do último.

A fim de validar o modelo markoviano com três estados latentes, foi utilizada a técnica de reamostragem por *Bootstrap*, que cria uma distribuição simulada dos parâmetros do modelo para matrizes de dados esparsas (como neste caso, em que os indicadores são contínuos). Assim, foram realizadas 5 mil amostras das 4.356 observações longitudinais para a posterior montagem de uma distribuição dos valores dos parâmetros, que dessa maneira, convergem em direção aos seus valores corretos. A utilização do Bootstrap foi a alternativa correta para testar se os parâmetros adicionais a serem estimados por um modelo de 3 estados latentes (44) em relação a um modelo com apenas 2 estados latentes (32) são estatisticamente iguais a zero. O teste rejeitou fortemente (p-valor <0.001) a hipótese de parâmetros adicionais aleatórios, validando o modelo de 3 estados.

A análise markoviana foi utilizada para obter um melhor ajuste em dados com autocorrelação serial e para estimar a probabilidade de transição de cada AMC da Região Nordeste entre os estados migratórios latentes definidos segundo as variáveis consideradas (LIMA; BRAGA, 2013). Assim, conforme a implementação prévia da AFM, foram definidas três classes latentes para o Modelo de Transição Markoviano com tempo homogêneo para a migração global e intrarregional das AMC da Região Nordeste.

Pretende-se, dessa forma, conhecer a evolução dos padrões migratórios nordestinos durante os últimos períodos de data fixa (1986-1991, 1995-2000, 2005-2010), segundo a probabilidade de transição das AMC da Região entre os estados latentes nos referidos quinquênios.

4. Resultados

4.1 Análise Fatorial Múltipla

Conforme mencionado anteriormente, a AFM pôde fornecer um número apropriado de estados latentes para a posterior implementação da modelagem markoviana, que por sua vez, procurou mensurar as probabilidades de transição entre tais estados, de modo a fornecer parâmetros acerca das mudanças de estados migratórios das AMC da Região Nordeste ao longo dos três períodos considerados.

TABELA 1 – Auto-valores e percentuais de variância explicada por números de dimensões – Migração Geral, Região Nordeste, 1986-1991, 1995-2000, 2005-2010.

Painel I - Análise Global			
Dimensão	Auto-valor	Percentual de variância	Percentual de variância acumulada
1	2,12904	28,73308	28,73308
2	1,29269	17,44593	46,17901
3	0,92551	12,49050	58,66950
4	0,83935	11,32776	69,99726
5	0,48851	6,59283	76,59009
Painel II - Análise Parcial - 1991			
Dimensão	Auto-valor	Percentual de variância	Percentual de variância acumulada
1	2,38861	39,81022	39,81022
2	1,23755	20,62581	60,43603
3	0,94388	15,73141	76,16744
4	0,85499	14,24982	90,41725
5	0,49357	8,22622	98,64340
Painel III - Análise Parcial - 2000			
Dimensão	Auto-valor	Percentual de variância	Percentual de variância acumulada
1	2,44843	40,80723	40,80723
2	1,22142	20,35710	61,16433
3	0,94644	15,77406	76,93839
4	0,86007	14,33447	91,27286
5	0,46733	7,78887	99,06173
Painel IV - Análise Parcial - 2010			
Dimensão	Auto-valor	Percentual de variância	Percentual de variância acumulada
1	2,45174	40,86231	40,86231
2	1,16545	19,42414	60,28645
3	0,94022	15,67025	75,95671
4	0,87492	14,58198	90,53869
5	0,52781	8,79681	99,33350

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

A TAB. 1 demonstra, além dos auto-valores, os percentuais e percentuais acumulados das variâncias dos dados para cada número de

dimensões para a migração geral. O Painel I leva em conta simultaneamente os três períodos estudados (1986-1991, 1995-2000, 2005-2010), ao passo que os demais analisam separadamente cada um desses períodos.

TABELA 2 – Auto-valores e percentuais de variância explicada por números de dimensões – Migração Intrarregional, Região Nordeste, 1986-1991, 1995-2000, 2005-2010.

Painel I - Análise Global			
Dimensão	Auto-valor	Percentual de variância	Percentual de variância acumulada
1	2,07181	27,74919	27,74919
2	1,20722	16,16916	43,91835
3	0,97169	13,01446	56,93281
4	0,88851	11,90040	68,83321
5	0,55813	7,47543	76,30864
Painel II - Análise Parcial - 1991			
Dimensão	Auto-valor	Percentual de variância	Percentual de variância acumulada
1	2,37870	39,64507	39,64507
2	1,22398	20,39973	60,04480
3	0,96619	16,10313	76,14794
4	0,88297	14,71616	90,86410
5	0,44184	7,36400	98,22809
Painel III - Análise Parcial - 2000			
Dimensão	Auto-valor	Percentual de variância	Percentual de variância acumulada
1	2,38264	39,71074	39,71074
2	1,24373	20,72886	60,43960
3	0,97954	16,32560	76,76520
4	0,88128	14,68801	91,45320
5	0,43810	7,30166	98,75486
Painel IV - Análise Parcial - 2010			
Dimensão	Auto-valor	Percentual de variância	Percentual de variância acumulada
1	2,47360	41,22674	41,22674
2	1,14407	19,06779	60,29453
3	0,91338	15,22303	75,51756
4	0,86629	14,43812	89,95568
5	0,55969	9,32816	99,28384

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

Foram retidas as três primeiras componentes, sendo que ao se considerar três dimensões, cerca de 58% da variância total dos dados é explicada, e entre 75% e 76% das variâncias nas análises parciais por período é explicada. Na TAB. 2 são descritas as mesmas análises de percentuais de variância, considerando a migração intrarregional, que por sua vez demonstrou proporções similares de variância explicada na divisão em três dimensões.

TABELA 3 – Contribuição percentual anual por números de dimensões – Migração geral, Região Nordeste, 1986-1991, 1995-2000, 2005-2010.

Painel I - Migração Geral					
Ano	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3	Dimensão 4	Dimensão 5
1986-1991	32,81%	32,64%	33,67%	31,43%	66,29%
1995-2000	33,67%	35,97%	35,46%	37,20%	4,46%
2005-2010	33,52%	31,39%	30,87%	31,37%	29,25%
Painel II - Migração Intrarregional					
Ano	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3	Dimensão 4	Dimensão 5
1986-1991	33,13%	31,68%	34,99%	32,62%	46,37%
1995-2000	33,80%	38,84%	37,95%	41,19%	0,80%
2005-2010	33,06%	29,48%	27,06%	26,19%	52,83%

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

Prosseguindo as análises, procurou-se avaliar as contribuições percentuais por período em cada uma das três dimensões consideradas nos dados de migração geral e migração intrarregional, conforme demonstrado na TAB. 3. Observa-se que, ao se considerar três dimensões na categorização dos dados migratórios das AMC nordestinas, tem-se os percentuais de contribuição mais igualitários entre os períodos, tanto no nível geral quanto intrarregional, ainda que as contribuições sejam um pouco maiores no quinquênio 1995-2000. Ressalta-se uma leve preponderância do Censo de 2000 (1995-2000) para explicar a solução de três dimensões.

TABELA 4 – Contribuição percentual por indicadores – Migração geral, Região Nordeste, 1986-1991, 1995-2000, 2005-2010.

Painel I - 1986-1991			
	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
População Total	0,35	17,94	80,98
Saldo Migratório	26,08	1,27	0,56
Percentual de Imigrantes	24,20	14,35	3,73
Percentual de Emigrantes	9,76	37,13	4,77
Eficácia Migratória	37,72	0,37	0,13
Grau de Centralidade Médio	1,87	28,94	9,84
Painel II - 1995-2000			
	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
População Total	0,07	21,85	70,95
Saldo Migratório	26,29	1,02	0,26
Percentual de Imigrantes	21,07	16,55	11,14
Percentual de Emigrantes	14,71	21,34	16,08
Eficácia Migratória	37,64	0,00	0,02
Grau de Centralidade Médio	0,23	39,25	1,55
Painel III - 2005-2010			
	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
População Total	0,10	33,46	52,27
Saldo Migratório	23,28	3,06	0,82
Percentual de Imigrantes	23,12	10,18	15,27
Percentual de Emigrantes	14,79	15,51	29,07
Eficácia Migratória	37,57	0,00	0,09
Grau de Centralidade Médio	1,15	37,79	2,49

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

A TAB. 4 e a TAB. 5 demonstram, respectivamente, para a migração geral e para a intrarregional, as contribuições percentuais dos indicadores para cada número de dimensões. Nota-se que, para a dimensão 1, ocorre maior contribuição da Eficácia Migratória e do Saldo Migratório, ao passo que a dimensão 2 é caracterizada em maior medida pelo Percentual de Emigrantes, Percentual de Imigrantes e pelo Grau de Centralidade Médio. Já a dimensão 3 se notabiliza principalmente pela População total, sendo que no quinquênio 2005-2010, passou a se notabilizar também pelo Percentual de Emigrantes.

TABELA 5 – Contribuição percentual por indicadores – Migração intrarregional, Região Nordeste, 1986-1991, 1995-2000, 2005-2010.

Painel I – 1986-1991			
	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
População Total	0,17	15,03	77,27
Saldo Migratório	27,90	1,83	0,28
Percentual de Imigrantes	22,02	20,01	7,69
Percentual de Emigrantes	8,51	44,06	14,35
Eficácia Migratória	37,56	0,55	0,00
Grau de Centralidade Médio	3,83	18,54	0,41

Painel II – 1995-2000			
	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
População Total	0,05	15,95	63,24
Saldo Migratório	28,43	1,13	0,31
Percentual de Imigrantes	18,46	24,49	14,46
Percentual de Emigrantes	13,37	32,82	17,66
Eficácia Migratória	38,16	0,08	0,00
Grau de Centralidade Médio	1,53	25,53	4,34

Painel III – 2005-2010			
	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
População Total	0,12	46,60	30,44
Saldo Migratório	20,39	7,28	0,83
Percentual de Imigrantes	25,82	4,43	18,23
Percentual de Emigrantes	13,37	9,74	47,51
Eficácia Migratória	36,98	0,00	0,09
Grau de Centralidade Médio	3,32	31,95	2,91

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

4.2 Modelos Markovianos

Nesta seção são apresentados os resultados da aplicação da modelagem markoviana aos dados de migração geral e intrarregional para as 1.452 AMC da Região Nordeste. A realização prévia da AFM permitiu a opção por implementar a modelagem markoviana com a utilização de três estados latentes, conforme demonstrado na seção anterior. Em seguida, buscou-se avaliar, por meio das matrizes, as probabilidades de transição entre cada um dos três estados latentes.

Os dados demonstrados na TAB. 6 e na TAB. 7 permitem diferenciar de maneira clara o perfil de cada um desses três estados latentes considerados na modelagem da migração geral e intrarregional. Nas tabelas, estão contidas as médias de cada indicador nos três períodos. Os valores apresentados são idênticos ao longo dos anos por se tratar de uma modelagem markoviana de tempo homogêneo.

TABELA 6 - Valores Médios dos Indicadores Migratórios para as AMC da Região Nordeste segundo Estado Latente – Migração Geral – 1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010

<i>Indicador</i>	<i>Período</i>	<i>Estado Latente</i>			<i>Predito</i>	<i>Observado</i>
		1	2	3		
População total	1991	10612	32264	194452	33423	29268
	2000	10612	32264	194452	33065	32880
	2010	10612	32264	194452	32761	36558
Saldo migratório	1991	-226	-1157	575	-479	-521
	2000	-226	-1157	575	-486	-477
	2010	-226	-1157	575	-492	-461
Percentual de imigrantes	1991	6,0%	5,4%	10,4%	6,2%	6,7%
	2000	6,0%	5,4%	10,4%	6,2%	6,4%
	2010	6,0%	5,4%	10,4%	6,2%	5,4%
Percentual de emigrantes	1991	8,4%	9,5%	8,2%	8,7%	10,0%
	2000	8,4%	9,5%	8,2%	8,7%	8,7%
	2010	8,4%	9,5%	8,2%	8,7%	7,5%
Eficácia migratória	1991	-0,164	-0,268	0,1122	-0,1764	-0,2133
	2000	-0,164	-0,268	0,1122	-0,1776	-0,1532
	2010	-0,164	-0,268	0,1122	-0,1787	-0,1672
Grau de centralidade média	1991	22,82	48,23	154,13	42,53	37,26
	2000	22,82	48,23	154,13	42,32	43,56
	2010	22,82	48,23	154,13	42,15	45,81

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

Quanto à população total, observa-se que o estado 1 é caracterizado pelo menor tamanho populacional, uma vez que a média é de apenas pouco mais de 10 mil habitantes, nele contendo AMC de saldo migratório nulo, baixas

eficácia migratória e centralidade e percentual de emigrantes superior ao percentual de imigrantes. Nesse grupo, portanto, estão contidas áreas pequenas e predominantemente rurais, de baixa densidade demográfica e com baixa atratividade migratória, tanto em nível geral quanto intrarregional.

TABELA 7 - Valores Médios dos Indicadores Migratórios para as AMC da Região Nordeste segundo Estado Latente – Migração Intrarregional - 1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010

<i>Indicador</i>	<i>Período</i>	<i>Estado Latente</i>			<i>Predito</i>	<i>Observado</i>
		1	2	3		
População total	1991	11102	35702	151205	28936	25784
	2000	11102	35702	151205	29035	28818
	2010	11102	35702	151205	29124	31368
Saldo migratório	1991	-169	-147	2	-150	-123
	2000	-169	-147	2	-149	-103
	2010	-169	-147	2	-149	-223
Percentual de imigrantes	1991	4,9%	4,7%	9,5%	5,1%	5,9%
	2000	4,9%	4,7%	9,5%	5,1%	5,2%
	2010	4,9%	4,7%	9,5%	5,1%	4,4%
Percentual de emigrantes	1991	7,1%	7,1%	5,3%	7,0%	7,4%
	2000	7,1%	7,1%	5,3%	7,0%	6,0%
	2010	7,1%	7,1%	5,3%	7,0%	7,5%
Eficácia migratória	1991	-0,181	-0,208	0,2143	-0,1606	-0,1346
	2000	-0,181	-0,208	0,2143	-0,1605	-0,077
	2010	-0,181	-0,208	0,2143	-0,1603	-0,2708
Grau de centralidade média	1991	16,18	33,45	99,57	27,62	26,04
	2000	16,18	33,45	99,57	27,68	27,82
	2010	16,18	33,45	99,57	27,73	29,00

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

No segundo estado latente estão as AMC de maiores quantitativos populacionais (média de mais de 30 mil habitantes) e grau de centralidade superior aos das localidades que compõem o estado 1, ainda que também apresentem relevantes perdas populacionais. Já o terceiro estado latente compreende as AMC de maiores quantitativos populacionais, ganhos

populacionais e altas eficácias migratórias e graus de centralidade. Dessa forma, os maiores centros urbanos nordestinos, focos regionais de atratividade migratória; como capitais Regiões Metropolitanas e outros pólos regionais do interior; estão inseridos nesse grupo.

TABELA 8 - Tabela de Coeficientes e Significância do Modelo Markoviano de Estados Migratórios para a Região Nordeste - Áreas Mínimas Comparáveis - 1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010

Parâmetro	Wald	Graus de liberdade	P-valor
<i>Modelo de Transição Markoviana</i>			
Estado Inicial			
Diferença entre estados latentes	368,4	2	0,000
Estado Corrente (condicional ao estado latente anterior)			
Diferença entre estados	498,4	6	0,000
<i>Modelo Estrutural (efeito do estado latente corrente sobre indicadores)</i>			
População total			
Coeficiente linear	160,3	1	0,000
Indicador	2185,8	2	0,000
Saldo migratório			
Coeficiente linear	1,3	1	0,260
Indicador	816,4	2	0,000
Percentual de imigrantes			
Coeficiente linear	4188,4	1	0,000
Indicador	237,9	2	0,000
Percentual de emigrantes			
Coeficiente linear	5312,0	1	0,000
Indicador	85,3	2	0,000
Eficácia migratória			
Coeficiente linear	193,8	1	0,000
Indicador	357,6	2	0,000
Grau de centralidade média			
Coeficiente linear	871,9	1	0,000
Indicador	2021,1	2	0,000
<i>Diferença da variância dos indicadores entre estados latentes correntes</i>			
População total	1067,8	3	0,000
Saldo migratório	1102,2	3	0,000
Percentual de imigrantes	1839,5	3	0,000
Percentual de emigrantes	2040,3	3	0,000
Eficácia migratória	2024,5	3	0,000
Grau de centralidade média	1438,7	3	0,000

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

Após a definição dos estados latentes, foram elaborados os modelos markovianos para a migração geral e intrarregional, cujos coeficientes e significâncias estão resumidos na TAB. 8. O teste de *Wald* para os estados iniciais demonstrou a diferença entre os estados iniciais (não são aleatórios).

O mesmo teste para os estados correntes também indicou a não condicionalidade das transições em relação ao estado latente anterior, o que significa que a modelagem markoviana não é capaz de explicar completamente a autocorrelação serial dos dados.

O modelo estrutural demonstrou que os estados latentes explicam de maneira estatisticamente significativa os indicadores migratórios abordados. Além disso, demonstrou-se que a variância desses indicadores também são estatisticamente explicadas pelos estados latentes, não havendo necessidade de assumir dependência temporal local.

TABELA 9 - Estimativas das matrizes de transição markoviana entre estados latentes migratórios gerais - Áreas Mínimas Comparáveis da Região Nordeste - 1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010

<i>Medida</i>	Estado Latente Migratório		
Proporção de AMC por Estado Inicial	1	2	3
	57,3%	34,3%	8,4%
Proporção de AMC por Estado Final	1	2	3
	57,1%	34,9%	8,0%
<i>Matriz de probabilidade de transição entre estados</i>			
Estado latente migratório corrente	Estado Latente Migratório Anterior		
		1	2
1	0,9897	0,0070	0,0033
2	0,0003	0,9871	0,0126
3	0,0381	0,0670	0,8949

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

Por fim, são demonstradas as matrizes de transição markoviana entre os estados latentes. A maioria das AMC são classificadas inicialmente no estado latente 1 em ambos os níveis migratórios (cerca de 57% na migração geral e 61% na migração intrarregional). Das demais, pouco mais de 30% das

localidades nordestinas partem do estado latente 2 e apenas uma parte bem menor (7% e 8%) das áreas começam no terceiro estado latente.

Ao longo de dois períodos consecutivos, as AMC apresentaram probabilidades de transitar entre os estados latentes, conforme demonstrado. Nota-se que as maiores probabilidades são de que as AMC permaneçam no estado latente no qual foram classificadas inicialmente, conforme os valores da diagonal principal da matriz de transição. Além disso, as proporções de estados latentes finais são semelhantes às iniciais, o que indica as mudanças de características migratórias são lentas e a grande maioria das AMC permanecem em seus estados iniciais de um quinquênio ao outro.

No caso da migração geral, entre as localidades do primeiro estado latente, há uma probabilidade de quase 99% de que continuem no mesmo estado, ao passo que é 98,7% provável que as áreas classificadas no segundo estado, continuem assim definidas. No terceiro grupo, a probabilidade de permanência ainda é alta (89,5%), embora não tanto quanto nos estados latentes anteriores.

Ao serem considerados os movimentos migratórios gerais, é possível notar que ocorre maior tendência de transição das localidades ao estado latente 3, sendo que ocorre probabilidade de cerca de 6,7% de que uma dessas AMC tenha o estado 2 como anterior e 3,8% de que tenha iniciado no estado 1.

Quanto à migração intrarregional, os mesmos percentuais são, respectivamente, de 99,5%, 96,3% e 80,6%. Entre as mudanças de estados latentes ocorre, portanto, uma probabilidade de transição ainda maior das AMC em direção ao estado 3. Isto porque cerca de 17,1% das AMC, cujo estado corrente é o terceiro, têm como origem o estado latente 2 e por volta de 2,3% dessas localidades iniciaram no estado 1. Entre as demais áreas que iniciam no segundo estado latente e mudam posteriormente de estado, ocorre probabilidade quase nula de transição ao estado 1.

Nos dois tipos de movimentos, é observado que apenas uma parcela ínfima das áreas com estado latente corrente 1 ou 2, iniciaram em outros estados latentes.

TABELA 10 - Estimativas das matrizes de transição markoviana entre estados latentes migratórios intrarregionais - Áreas Mínimas Comparáveis da Região Nordeste - 1986-1991, 1995-2000 e 2005-2010

<i>Medida</i>	Estado Latente Migratório		
Proporção de AMC por Estado Inicial	1	2	3
	61,5%	31,2%	7,2%
Proporção de AMC por Estado Final	1	2	3
	61,4%	31,4%	7,2%
<i>Matriz de probabilidade de transição entre estados</i>			
Estado latente migratório corrente	Estado Latente Migratório Anterior		
	1	2	3
1	0,9947	0,0002	0,0051
2	0,0001	0,9632	0,0367
3	0,0227	0,1713	0,8059

Fonte: Dados brutos do IBGE, Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

5. Considerações finais

A aplicação da modelagem markoviana permitiu observar que as alterações dos processos migratórios identificadas na literatura ocorrem de maneira lenta. Os resultados mostraram que a probabilidade das AMC permanecerem no mesmo estado migratório são muito elevadas, com exceção do estado 3. Viu-se que, tanto no nível migratório geral quanto intrarregional, as AMC classificadas no primeiro estado latente, que reúne localidades de populações menores e de tendência à repulsão populacional, tendem a permanecer em tal condição.

Todavia, as transições do estado latente 2 (que reúne áreas de populações maiores que as do estrato 1 e com tendência a evasão de população) em direção ao estado latente 3 (AMC de maiores populações e com tendência à atração populacional) são relativamente mais frequentes, sobretudo quanto aos deslocamentos intrarregionais. As áreas inicialmente alocadas no segundo estado têm cerca de 17% de probabilidade de transitarem ao estado 3, passando a atrair população ao invés de repelirem.

Tais achados indicam que tem havido a ascensão de outros pólos de atração migratória na Região Nordeste, antes perdedores líquidos de

população, passando à condição de focos de receptividade migratória. Por outro lado várias capitais, centros regionais e regiões metropolitanas continuam exercendo poder de atração junto aos migrantes intrarregionais, ainda que tais resultados sinalizem que muitos desses indivíduos tenham passado a deslocar distâncias menores, destinando-se a outros locais do interior.

Por outro lado, as AMC com as características do estado 3 têm somente pouco mais de 3,6% de probabilidade de passarem ao estado 2, o que se constitui em um indício de que antigas áreas atrativas mudaram suas características e passaram a perder migrantes.

Ainda que esses resultados possam refletir a recente tendência de desmetropolização e interiorização, caracterizada pela menor atratividade migratória dos maiores centros urbanos em paralelo à ascensão de novos destinos relevantes em áreas interioranas, é importante ressaltar que tal conceito é apenas relativo e carece de análises mais aprofundadas inclusive para o caso nordestino. Embora, atualmente tal conceito faça sentido em diversos contextos em nível nacional e regional, o país tem assistido ao crescimento de áreas urbanas localizadas próximas (e não distantes) dos centros metropolitanos, o que de certa maneira indica que os grandes centros urbanos não estão perdendo influência no processo de distribuição populacional, e sim estendendo suas áreas de influência ao longo do espaço.

Na migração geral, as alterações de padrões são mais sutis, uma vez que as transições das AMC entre os estados latentes são menos prováveis. Mesmo assim, as transições são mais frequentes também do estado latente 2 para o estado 1 ou para o estado 3 (probabilidades de, respectivamente, de 6,7% e 3,8%). Tais achados refletem algumas das novas tendências apontadas pela literatura, uma vez que áreas anteriormente perdedoras de população passaram a apresentar ganhos líquidos, contribuindo inclusive para a maior retenção populacional da Região Nordeste nas trocas com o resto do país.

No caso da migração geral, as AMC têm tendência ainda maior de permanecerem em seus estados iniciais, uma vez que ao englobar também as trocas inter-regionais, passam a considerar um tipo de movimento cujos padrões se alteraram menos com o tempo, possibilitando menos mudanças de estados latentes.

As análises empreendidas, assim como discutido em trabalhos anteriores, captou parte das alterações mais relevantes nas características dos movimentos populacionais nordestinos, que se relacionam com a redução do volume das evasões populacionais inter-regionais e a intensificação da migração intrarregional, principalmente no aumento das trocas entre áreas não-metropolitanas.

Referências bibliográficas

ABDI, H.; WILLIAMS, L. J.; VALENTIN, D. **Multiple factor analysis: principal component analysis for multitable and multiblock data sets**. Wiley Periodicals. 2013 Mar;5(2):149–79.

BRITO, F. **As migrações internas no Brasil: um ensaio sobre os desafios teóricos recentes**. Texto para discussão 366. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2009.

COLLINS, L. M.; LANZA, S. T. **Latent class and latent transition analysis: With applications in the social, behavioral, and health sciences**. New York: Wiley, 2010.

DANTAS, M. S.; **Migrações no Nordeste metropolitano nas décadas de 1990 e 2000**. 2017. 264f. Tese (Doutorado em Demografia). FACE/Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

FUSCO, W. **Regiões metropolitanas do Nordeste: origens, destinos e retornos de migrantes**. REMHU (Brasília), v. XX, p. 101-116, 2012.

LIMA, E. C. L.; BRAGA, F. G.; **Migrações internas e dinâmicas territorial: uma tipologia dos municípios brasileiros segundo o padrão migratório**. CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte, 2013.

MARTINE, G. PREFÁCIO, p.5-8. In Ricardo Ojima, Wilson Fusco. **Migrações Nordestinas no Século 21 - Um Panorama Recente**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2015.

OJIMA, R.; FUSCO, W. Migrações e nordestinos pelo Brasil: uma breve contextualização, p.11-26. In: Ricardo Ojima, Wilson Fusco. **Migrações Nordestinas no Século 21 - Um Panorama Recente**, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2015.

OLIVEIRA, K. F.; FUSCO, W.; LYRA, M. R.; CUNHA, J. M. P. "As metrópoles nordestinas no processo migratório nacional: tendências e articulações espaciais", p.83-112. In: Ricardo Ojima, Wilson Fusco. **Migrações Nordestinas no Século 21 - Um Panorama Recente**, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2015.

PAGÈS, J. **Multiple Factor Analysis: main features and application to sensory data**. Agrocampus Rennes, 2002.

RIGOTTI, J. I. R.; FAZITO, D.; CAMPOS, J. A distribuição espacial de mão de obra qualificada no Brasil é um entrave ao crescimento econômico de maior valor agregado no interior do País?. **Rede de Pesquisa Formação e Mercado de Trabalho - Volume I. Capítulo 3**. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Brasília, 2014.

RIGOTTI, J. I. R.; CAMPOS, J.; HADAD, R.; **Internal migration in Brazil from 2010 Census: (dis)continuities**. 8th International Conference on Population Geographies, 30 June – 03 July 2015, The University of Queensland – Brisbane, Australia.

SAWYER, D., RIGOTTI, J. I. R. **Migration and spatial distribution of rural population in Brazil, 1950-2050**. Special Session on Brazilian Demography at the 24th General Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Salvador, Bahia, September 18-24, 2001).