

Proxeccións de poboación a curto prazo

METODOLOXÍA

1. Introducción

O Instituto Nacional de Estadística (INE) elabora proxeccións de poboación con nivel de desagregación provincial, cun horizonte proxectivo de quince anos e actualización bienal. As características da comunidade autónoma de Galicia, con diferenzas moi acusadas entre as distintas zonas xeográficas dentro dunha mesma provincia, inducen a que sexa necesaria unha maior desagregación a nivel territorial da información dispoñible sobre a poboación futura.

Dentro do marco das proxeccións de poboación elaboradas polo INE, o IGE acordou traballar na desagregación territorial das mesmas, chegando ata o nivel comarcal.

O efecto da COVID-19 modificou as hipóteses de evolución da mortalidade e dos movementos migratorios para os primeiros anos da proxección con respecto ás que se viñan usando en proxeccións anteriores, detalladas nos apartados correspondentes.

2. Obxectivo

Estimar a distribución futura da poboación de Galicia, formulando o escenario máis probable con base na última información demográfica dispoñible.

3. Ámbito de investigación

Ámbito poboacional: A poboación obxecto de investigación é a poboación residente en cada ámbito xeográfico na data do 1 de xaneiro de cada ano do horizonte proxectivo.

Ámbito xeográfico: O ámbito xeográfico abarca todo o territorio galego.

Ámbito temporal: O horizonte proxectivo correspóndese co período 2020-2035.

4. Procedemento de cálculo

A elaboración das proxeccións de poboación a curto prazo está baseada no método clásico de compoñentes, que consiste en partir dunha poboación residente nun certo ámbito xeográfico e dos

datos observados para cada unha das compoñentes demográficas básicas (mortalidade, fecundidade e migración), e obter a poboación correspondente a datas posteriores baixo certas hipóteses sobre a evolución deses tres fenómenos, que son os que determinan o seu crecemento e a súa estrutura por idades.

A proxección da poboación de cada sexo e idade en cada un dos niveis xeográficos inferiores, no 1 de xaneiro de cada ano do período proxectivo, utiliza un modelo de proxección multirrexional¹, que proporciona as cifras de poboación por sexo e idade residente en cada un dos niveis territoriais considerados e as cifras proxectadas de nacementos, defuncións e movementos migratorios que terán lugar en cada un dos anos do período proxectivo, gardando coherencia entre fluxos e stocks demográficos e consistencia interterritorial.

Desta forma, partindo da poboación residente en cada nivel territorial considerado de sexo s e idade x no 1 de xaneiro do ano t , $P_{s,x}^t$, obtense a proxección de poboación residente de idade $x+1$ e sexo s nesa área xeográfica no 1 de xaneiro do ano $t+1$, $P_{s,x+1}^{t+1}$, así como dos correspondentes eventos demográficos acontecidos ao longo do ano t a partir das expresións:

- para as idades $x = 0, 1, 2, \dots, 98$:

$$P_{s,x+1}^{t+1} = \frac{[1 - 0,5 \cdot (m_{s,x}^t + e_{s,x}^t)] \cdot P_{s,x}^t + IM_{s,x}^t}{[1 + 0,5 \cdot (m_{s,x}^t + e_{s,x}^t)]}$$

onde:

$m_{s,x}^t$: taxa de mortalidade no ano t de individuos de sexo s e idade x no 1 de xaneiro do ano t

$e_{s,x}^t$: taxa de emigración exterior no ano t de individuos de sexo s e idade x no 1 de xaneiro do ano t

$IM_{s,x}^t$: fluxo de inmigración procedente de fóra do ámbito xeográfico no ano t de individuos de sexo s e idade x no 1 de xaneiro do ano t .

- para os nacidos durante o ano en curso t :

$$P_{s,0}^{t+1} = \frac{[1 - 0,5 \cdot (m_{s,-1}^t + e_{s,-1}^t)] \cdot N_s^t + IM_{s,-1}^t}{[1 + 0,5 \cdot (m_{s,-1}^t + e_{s,-1}^t)]}$$

onde:

$m_{s,-1}^t$: taxa de mortalidade de individuos de sexo s , nacidos durante o ano t

¹ Willekens, F.J. e Drewe, P. (1984) "A multiregional model for regional demographic projection", en Heide, H. e Willekens, F.J. (ed) *Demographic Research and Spatial Policy*, Academic Press, Londres

$e_{s,-1}^t$: taxa de emigración ao exterior dos individuos de sexo s nacidos durante o ano t

$IM_{s,-1}^t$: fluxo de inmigración procedente do estranxeiro de nacidos de sexo s durante o ano t

N_s^t : nacidos de sexo s durante o ano t, que se obteñen da forma:

$$N_s^t = r \cdot \sum_{x=14}^{49} \left(\frac{P_{M,x}^t + P_{M,x+1}^{t+1}}{2} \right) \cdot f_x^t$$

onde:

$r = 0,515639997$ para o sexo varón e $r = 0,484360003$ para o sexo muller

$P_{M,x}^t$: poboación de mulleres de idade x no 1 de xaneiro do ano t

f_x^t : taxa de fecundidade de mulleres de idade x no 1 de xaneiro do ano t durante o mencionado ano.

- para o grupo de idade aberto de 100 ou máis anos:

$$P_{s,100+}^{t+1} = \frac{[1 - 0,5 \cdot (m_{s,99+}^t + e_{s,99+}^t)] \cdot (P_{s,99}^t + P_{s,100+}^t) + IM_{s,99+}^t}{[1 + 0,5 \cdot (m_{s,99+}^t + e_{s,99+}^t)]}$$

onde:

$P_{s,99}^t$: poboación de sexo s e idade 99 no 1 de xaneiro do ano t

$P_{s,100+}^t$: poboación de sexo s e idade de 100 ou máis anos no 1 de xaneiro do ano t

$m_{s,99+}^t$: taxa de mortalidade de individuos de sexo s de 99 ou máis anos no 1 de xaneiro do ano t durante o mencionado ano

$e_{s,99+}^t$: taxa de emigración ao exterior de individuos de sexo s de 99 ou máis anos no 1 de xaneiro do ano t durante o mencionado ano

$IM_{s,99+}^t$: fluxo de inmigración procedente do estranxeiro de individuos de sexo s e idade 99 anos ou máis no 1 de xaneiro do ano t durante o mencionado ano.

Por outra parte, obtéñense as proxeccións de defuncións de individuos de sexo s e idade x no 1 de xaneiro do ano t ao longo do mencionado ano, $D_{s,x}^t$, a partir de:

- Para os individuos con idade $x = 0, 1, \dots, 98$ no 1 de xaneiro do ano t:

$$D_{s,x}^t = m_{s,x}^t \cdot \left(\frac{P_{s,x}^t + P_{s,x+1}^{t+1}}{2} \right)$$

- Para os nados ao longo do ano t:

$$D_{s,-1}^t = m_{s,-1}^t \cdot \left(\frac{N_s^t + P_{s,0}^{t+1}}{2} \right)$$

onde:

$D_{s,-1}^t$: defuncións no ano t de sexo s nados ao longo do ano

$m_{s,-1}^t$: taxa de mortalidade de sexo s de nados ao longo do ano t no mencionado ano

- Para os individuos que teñen 99 ou máis anos de idade no 1 de xaneiro do ano t:

$$D_{s,99+}^t = m_{s,99+}^t \cdot \left(\frac{P_{s,99}^t + P_{s,100+}^t + P_{s,100+}^{t+1}}{2} \right)$$

onde:

$P_{s,100+}^t$: poboación de sexo s de 100 ou máis anos no 1 de xaneiro do ano t

$D_{s,99+}^t$: defuncións de individuos de sexo s e de 99 ou máis anos de idade ao longo do ano t

Tamén se obteñen as emigracións de individuos de sexo s e idade x no 1 de xaneiro do ano t ao longo do mencionado ano, $E_{s,x}^t$, a partir de:

- Para os individuos con idade $x = 0, 1, \dots, 98$ no 1 de xaneiro do ano t:

$$E_{s,x}^t = e_{s,x}^t \cdot \left(\frac{P_{s,x}^t + P_{s,x+1}^{t+1}}{2} \right)$$

- Para os nados ao longo do ano t:

$$E_{s,-1}^t = e_{s,-1}^t \cdot \left(\frac{N_s^t + P_{s,0}^{t+1}}{2} \right)$$

onde:

$E_{s,-1}^t$: emigracións no ano t de nados de sexo s

$e_{s,-1}^t$: taxa de emigración de nados ao longo do ano t de sexo s no mencionado ano

- Para os individuos que teñen 99 ou máis anos de idade no 1 de xaneiro do ano t:

$$E_{s,99+}^t = e_{s,99+}^t \cdot \left(\frac{P_{s,99}^t + P_{s,100+}^t + P_{s,100+}^{t+1}}{2} \right)$$

onde:

$P_{s,100+}^t$: poboación de sexo s de 100 ou máis anos no 1 de xaneiro do ano t

$e_{s,99+}^t$: taxa de emigración de individuos de sexo s e de 99 ou máis anos de idade ao longo do ano t.

A partir dos datos proxectados² polo INE para cada provincia, sexo e idade simple, o IGE elabora unha proxección da poboación residente en cada comarca c da provincia por sexo e grupos quinquenais de idade, no 1 de xaneiro de cada ano do período proxeectivo; o cálculo precisa dun método iterativo, implementado na ferramenta *demogal*³, segundo os seguintes pasos en cada ano:

1. Obtéñense cifras de poboación comarcais no 1 de xaneiro do ano seguinte con migracións intercomarcais nulas.
2. Cos resultados do punto 1 e as taxas de migración interior (é dicir, movementos migratorios entre comarcas galegas) proxectadas calcúlanse fluxos migratorios intercomarcais por sexo e grupo de idade.
3. Cos resultados do punto 2 calcúlanse cifras de poboación comarcais no 1 de xaneiro do ano seguinte.
4. Cos resultados do punto 3 e as taxas de migración interior proxectadas calcúlanse fluxos migratorios intercomarcais por sexo e grupo de idade.

As fórmulas utilizadas a nivel comarcal son as seguintes:

- para os grupos de idade x seguintes: de 5 a 9 anos, de 10 a 14 anos, ... , de 95 a 99 anos:

$$P_{c,s,x}^{t+1} = \frac{\left[1 - 0,5 \cdot (m_{c,s,x-1}^t + e_{c,s,x-1}^t)\right] P_{c,s,x-1}^t + IM_{c,s,x-1}^t + Ii_{c,s,x-1}^t - Ei_{c,s,x-1}^t}{\left[1 + 0,5 \cdot (m_{c,s,x-1}^t + e_{c,s,x-1}^t)\right]} \cdot R_{c,s,x-1,x} + \frac{\left[1 - 0,5 \cdot (m_{c,s,x}^t + e_{c,s,x}^t)\right] P_{c,s,x}^t + IM_{c,s,x}^t + Ii_{c,s,x}^t - Ei_{c,s,x}^t}{\left[1 + 0,5 \cdot (m_{c,s,x}^t + e_{c,s,x}^t)\right]} \cdot R_{c,s,x,x}$$

onde:

² Pode consultarse a metodoloxía empregada polo INE en: http://www.ine.es/metodologia/t20/meto_propob_2020_2070.pdf

³ Software estatístico elaborado na linguaxe R, dispoñible en: http://www.ige.eu/web/mostrar_paxina.jsp?paxina=004017

$R_{c,s,x-1,x}$: porcentaxe de poboación da comarca c e sexo s, segundo a estrutura promedio do grupo de idade x-1 que pertencería ao grupo de idade x no ano seguinte

$R_{c,s,x,x}$: porcentaxe de poboación da comarca c e sexo s, segundo a estrutura promedio do grupo de idade x que permanecería no grupo de idade x no ano t+1

$m_{c,s,x}^t$: taxa de mortalidade no ano t dos individuos residentes na comarca c de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t

$e_{c,s,x}^t$: taxa de emigración a fóra de Galicia no ano t dos individuos residentes na comarca c de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t

$IM_{c,s,x}^t$: fluxo de inmigración procedente de fóra de Galicia que chega á comarca c no ano t de individuos de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t

$Ii_{c,s,x}^t$: fluxo de inmigración intercomarcal de individuos de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t na comarca c

$Ei_{c,s,x}^t$: fluxo de emigración intercomarcal de individuos de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t na comarca c

- para o grupo de idade x de 1 a 4 anos:

$$P_{c,s,1-4}^{t+1} = \frac{\left([1 - 0,5(m_{c,s,0}^t + e_{c,s,0}^t)] P_{c,s,0}^t + IM_{c,s,0}^t + Ii_{c,s,0}^t - Ei_{c,s,0}^t \right)}{[1 + 0,5 \cdot (m_{c,s,0}^t + e_{c,s,0}^t)]} + \frac{\left([1 - 0,5 \cdot (m_{c,s,1-4}^t + e_{c,s,1-4}^t)] P_{c,s,1-4}^t + IM_{c,s,1-4}^t + Ii_{c,s,1-4}^t - Ei_{c,s,1-4}^t \right)}{[1 + 0,5 \cdot (m_{c,s,1-4}^t + e_{c,s,1-4}^t)]} \cdot R_{c,s,1-4,1-4}$$

onde:

$R_{c,s,1-4,1-4}$: porcentaxe de poboación da comarca c e sexo s, segundo a estrutura promedio do grupo de idade de 1 a 4 anos que permanecería no grupo de idade no ano seguinte

$m_{c,s,x}^t$: taxa de mortalidade no ano t dos individuos residentes na comarca c de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t

$e_{c,s,x}^t$: taxa de emigración a fóra de Galicia no ano t dos individuos residentes na comarca c de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t

$IM_{c,s,x}^t$: fluxo de inmigración procedente de fóra de Galicia que chega á comarca c no ano t de individuos de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t

$Ii_{c,s,x}^t$: fluxo de inmigración intercomarcal de individuos de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t na comarca c

$Ei_{c,s,x}^t$: fluxo de emigración intercomarcal de individuos de sexo s e idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t na comarca c

- para os nacidos durante o ano en curso t:

$$P_{c,s,0}^{t+1} = \frac{[1 - 0,5 \cdot (m_{c,s,-1}^t + e_{c,s,-1}^t)] \cdot N_{c,s}^t + IM_{c,s,-1}^t + Ii_{c,s,-1}^t - Ei_{c,s,-1}^t}{[1 + 0,5 \cdot (m_{c,s,-1}^t + e_{c,s,-1}^t)]}$$

onde:

$m_{c,s,-1}^t$: taxa de mortalidade no ano t dos residentes na comarca c de sexo s, nacidos durante o mencionado ano

$e_{c,s,-1}^t$: taxa de emigración a fóra de Galicia no ano t dos individuos residentes na comarca c de sexo s nacidos durante o ano t

$IM_{c,s,-1}^t$: fluxo de inmigración procedente de fóra de Galicia na comarca c de individuos de sexo s nacidos durante o ano t

$Ii_{c,s,-1}^t$: fluxo de inmigración intercomarcal, durante o ano t, da comarca c, de individuos de sexo s nacidos durante o ano t

$Ei_{c,s,-1}^t$: fluxo de emigración intercomarcal, durante o ano t, da comarca c, de individuos de sexo s nacidos durante o ano t

$N_{c,s}^t$: nacidos de sexo s na comarca c durante o ano t, que se obteñen da forma:

$$N_{c,s}^t = r_s \cdot \sum_{x=15-19}^{45-49} (P_{c,M,x}^t \cdot f_{c,x}^t)$$

onde:

$r_s = 0,515639997$ para o sexo varón e $r_s = 0,484360003$ para o sexo muller

$P_{c,M,x}^t$: poboación de mulleres residentes na comarca c de idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t

$f_{c,x}^t$: taxa de fecundidade no ano t das mulleres residentes na comarca c de idade no grupo x no 1 de xaneiro do ano t

- para o grupo de idade aberto de 100 ou máis anos:

$$P_{c,s,100+}^{t+1} = \frac{\left([1 - 0,5 \cdot (m_{c,s,95-99}^t + e_{c,s,95-99}^t)] \cdot P_{c,s,95-99}^t + IM_{c,s,95-99}^t + Ii_{c,s,95-99}^t - Ei_{c,s,95-99}^t \right)}{[1 + 0,5 \cdot (m_{c,s,95-99}^t + e_{c,s,95-99}^t)]} \cdot R_{c,s,95-99,100+} + \frac{\left([1 - 0,5 \cdot (m_{c,s,100+}^t + e_{c,s,100+}^t)] \cdot P_{c,s,100+}^t + IM_{c,s,100+}^t + Ii_{c,s,100+}^t - Ei_{c,s,100+}^t \right)}{[1 + 0,5 \cdot (m_{c,s,100+}^t + e_{c,s,100+}^t)]}$$

onde:

$P_{c,s,95-99}^t$: poboación residente na comarca c de sexo s e idade no grupo 95-99 no 1 de xaneiro do ano t

$P_{c,s,100+}^t$: poboación residente na comarca c de sexo s e idade de 100 ou máis anos no 1 de xaneiro do ano t

$m_{c,s,95-99}^t$: taxa de mortalidade no ano t de individuos de sexo s residentes na comarca c de idade no grupo 95-99 anos no 1 de xaneiro do ano t durante o mencionado ano

$m_{c,s,100+}^t$: taxa de mortalidade no ano t de individuos de sexo s residentes na comarca c de idade no grupo de 100 anos ou máis no 1 de xaneiro do ano t durante o mencionado ano

$e_{c,s,95-99}^t$: taxa de emigración a fóra de Galicia no ano t dos individuos de sexo s residentes na comarca c de idade no grupo de 95-99 anos no 1 de xaneiro do ano t

$e_{c,s,100+}^t$: taxa de emigración a fóra de Galicia no ano t dos individuos de sexo s residentes na comarca c de idade no grupo de 100 anos ou máis no 1 de xaneiro do ano t

$IM_{c,s,95-99}^t$: fluxo de inmigración procedente de fóra de Galicia durante o ano t na comarca c de individuos de sexo s e idade no grupo de 95-99 anos no 1 de xaneiro do ano t

$IM_{c,s,100+}^t$: fluxo de inmigración procedente de fóra de Galicia durante o ano t na comarca c de individuos de sexo s e idade no grupo de 100 anos ou máis no 1 de xaneiro do ano t

$Ii_{c,s,95-99}^t$: fluxo de inmigración procedente do resto de Galicia de individuos de sexo s con idades no grupo de idade de 95-99 anos de idade no 1 de xaneiro do ano t ao longo de dito ano

$Ii_{c,s,100+}^t$: fluxo de inmigración procedente do resto de Galicia de individuos de sexo s con idades no grupo de idade de 100 anos ou máis de idade no 1 de xaneiro do ano t ao longo de dito ano

$Ei_{c,s,95-99}^t$: fluxo de emigración con destino ao resto de Galicia de individuos de sexo s con idades no grupo de idade de 95-99 anos de idade no 1 de xaneiro do ano t ao longo de dito ano

$Ei_{c,s,100+}^t$: fluxo de emigración con destino ao resto de Galicia de individuos de sexo s con idades no grupo de idade de 100 anos ou máis de idade no 1 de xaneiro do ano t ao longo de dito ano

$R_{c,s,95-99,100+}$: porcentaxe de poboación da comarca c e sexo s, segundo a estrutura promedio do grupo de idade 95-99 que ten 99 anos e pasaría ao grupo de idade 100 ou máis no ano seguinte

O cálculo da proxección a nivel comarcal implica un proceso iterativo de comprobación de consistencia, de axuste dos resultados comarcais de poboacións e eventos demográficos proxectados, obtidos da proxección do total provincial e da agregación de resultados comarcais, introducindo sucesivos factores de corrección comarcais que poden modificar moi lixeiramente, no mesmo grao para todas as comarcas dunha mesma provincia en cada idade e sexo, as taxas específicas de fecundidade, mortalidade e emigración a fóra de Galicia, ata conseguir unha completa consistencia interterritorial.

Poboación de partida

A poboación de partida está constituída polas *Cifras de poboación* do INE no 1 de xaneiro do ano 2019, e obtidos a partir destas, os resultados das proxeccións de poboación do INE para as provincias galegas no 1 de xaneiro para os seguintes quince anos. Para a desagregación territorial dos datos de partida, utilízanse os resultados das *Cifras poboacionais de referencia* do IGE.

Proxección da fecundidade

Para a fecundidade a hipótese de proxección a curto prazo está baseada en establecer hipóteses sobre a evolución futura do índice sintético de fecundidade (ISF) ou número medio de fillos por muller, e do valor e da varianza da idade media á maternidade (IMM). A partir desas hipóteses, obtéñense taxas de fecundidade por idade para cada ano do período proxectivo, mediante o axuste dunha distribución de probabilidade Beta, corrixida polos límites de idade inferior α e superior β .

$$f(x) = D(\beta) \frac{1}{B(a,b)} \frac{(x-a)^{\alpha-1} (\beta-x)^{\beta-1}}{(\beta-a)^{\alpha+\beta-1}}, \quad 1 < a < b$$

onde:

$$a = \frac{[1-m(X)]m^2(X)}{s^2(X)} - m(X), \quad b = \frac{[1-m(X)]^2 m(X)}{s^2(X)} - [1-m(X)], \quad D(\beta) = ISF,$$

$$\text{e se } \alpha = 15 \text{ e } \beta = 49 \text{ entón } m(X) = \frac{IMM - 15}{35} \text{ e } s^2(X) = \frac{Var(IMM)}{35^2}.$$

Realizouse unha enquisa entre expertos demógrafos para obter posibles valores para o ISF e para a IMM no ano 2034. Con estes valores, e mediante interpolación lineal entre o último valor observado (provisionais de 2019) e a media aritmética dos valores proporcionados polos expertos para 2034, obtéñense valores estimados para ISF e IMM en cada ano do período proxección, aos que se axustan as funcións Beta mencionadas anteriormente que proporcionarán as taxas de fecundidade para cada idade x .

A proxección da evolución da fecundidade nas provincias para o período proxección propónse a partir dunha previsión do comportamento diferencial da intensidade da fecundidade en cada provincia con respecto ao total nacional, así como da evolución actual da idade mediana á maternidade e do rango intercuartílico das taxas específicas de fecundidade en cada provincia. Con estes parámetros obtéñense taxas específicas de fecundidade por idade simple proxección para cada provincia e cada ano do período proxección, a partir do modelo de Gompertz relacional, segundo a metodoloxía proposta por Zeng e outros (2001)⁴.

A proxección da fecundidade nas comarcas⁵ parte dos datos proxección polo INE a nivel provincial. Establécense grupos quinquenais⁶ de idade da nai para as taxas de fecundidade, e segue os pasos seguintes:

1. Proxección do Índice sintético de fecundidade, ISF, de cada comarca, para o período proxección: para cada ano t , obtense a partir do proxección para o total da provincia para ese ano t , multiplicado por un coeficiente que representa o diferencial de intensidade de fecundidade de cada comarca co da provincia correspondente:

$$ISF_{Comarca}^t = ISF_{Provincia}^t \cdot DF_{Comarca}^t$$

Este coeficiente diferencial se define para un ano t^* como o cociente entre o ISF da comarca e o ISF da súa provincia:

$$DF_{Comarca}^{t^*} = \frac{ISF_{Comarca}^{t^*}}{ISF_{Provincia}^{t^*}}$$

O coeficiente diferencial proxección para cada ano do período proxección obtense a partir da estimación por mínimos cadrados ordinarios dun modelado log-lineal da evolución do mencionado diferencial ao longo dos últimos anos, segundo a fórmula:

$$DF_{comarca}^t = \alpha_{DFcom} + \beta_{DFcom} \ln(t - 2006), \text{ onde } t = 2009, 2010 \dots, 2018$$

⁴ Zeng Yi, Wang Zhenglian, Ma Zhongdong y Chen Chunjun, 2000. "A simple method for projecting or estimating α and β : An extension of the Brass Relational Gompertz Fertility Model", Population Research and Policy Review 19: 525-549.

⁵ A fecundidade por comarca ven medida pola fecundidade das nais residentes na comarca

⁶ Os grupos quinquenais considerados son os seguintes: de 15 a 19 anos, de 20 a 24 anos, de 25 a 29 anos, de 30 a 34 anos, de 35 a 39 anos, de 40 a 44 anos e de 45 a 49 anos

A partir deste modelo, obtéñense as estimacións $\hat{\alpha}_{DFCom}$ e $\hat{\beta}_{DFCom}$. Para obter os valores proxectados de $DF_{Comarca}^t$, aplícase a fórmula:

$$DF_{Comarca} = \left(\hat{\alpha}_{DFCom} + \hat{\beta}_{DFCom} \ln(t - 2006) \right) \left(\frac{(DF_{comarca}^{2016} + DF_{comarca}^{2017} + DF_{comarca}^{2018})}{3} \right) \left(\frac{1}{\hat{\alpha}_{DFCom} + \hat{\beta}_{DFCom} \ln(2017 - 2006)} \right)$$

e para obter os valores proxectados do $ISF_{Comarca}^t$:

$$ISF_{Comarca}^{\hat{t}} = ISF_{Provincia}^t \cdot DF_{Comarca}^{\hat{t}}$$

2. Proxección da Idade mediana á maternidade en cada comarca, $IMeM_{Comarca}^t$, que se obtén por mínimos cadrados ordinarios dun modelado log-lineal da evolución do indicador ao longo dos últimos anos, segundo a fórmula:

$$IMeM_{comarca}^t = \alpha_{IMeMcom} + \beta_{IMeMcom} \ln(t - 2006), \text{ onde } t = 2009, 2010, \dots, 2018$$

A partir deste modelo, obtéñense as estimacións $\hat{\alpha}_{IMeMCom}$ e $\hat{\beta}_{IMeMCom}$. Para obter os valores proxectados de $IMeM_{Comarca}^t$, aplícase a fórmula

$$\widehat{IMeM}_{comarca}^t = \left(\hat{\alpha}_{IMeMcom} + \hat{\beta}_{IMeMcom} \ln(t - 2006) \right) \left(\frac{(IMeM_{comarca}^{2016} + IMeM_{comarca}^{2017} + IMeM_{comarca}^{2018})}{3} \right) \left(\frac{1}{\hat{\alpha}_{IMeMcom} + \hat{\beta}_{IMeMcom} \ln(2017 - 2006)} \right)$$

3. Proxección do Rango intercuartílico das taxas específicas de fecundidade por grupo de idade en cada comarca para o período proxectivo, $RI_{Comarca}^t$, que se obtén por mínimos cadrados ordinarios dun modelado log-lineal da evolución do indicador ao longo dos últimos anos, segundo a fórmula:

$$RI_{Comarca}^t = \alpha_{RICom} + \beta_{RICom} \ln(t - 2004), \text{ onde } t = 2007, 2008, \dots, 2016$$

A partir deste modelo, obtéñense as estimacións $\hat{\alpha}_{RICom}$ e $\hat{\beta}_{RICom}$. Para obter os valores proxectados de $RI_{Comarca}^t$, aplícase a fórmula:

$$\widehat{RI}_{comarca} = \left(\hat{\alpha}_{RIcom} + \hat{\beta}_{RIcom} \ln(t - 2006) \right) \left(\frac{(RI_{comarca}^{2016} + RI_{comarca}^{2017} + RI_{comarca}^{2018})}{3} \right) \left(\frac{1}{\hat{\alpha}_{RIcom} + \hat{\beta}_{RIcom} \ln(2017 - 2006)} \right)$$

4. Cálculo das taxas proxectadas de fecundidade por grupo de idade x de cada comarca para cada ano do período proxectivo, a partir do modelo de Gompertz Relacional, segundo a fórmula:

$$Y\left(\frac{F(x,t)}{ISF(t)}\right) = \alpha_{Com,t} + \beta_{Com,t} \cdot Y\left(\frac{\tilde{F}(x,t-1)}{ISF(t-1)}\right)$$

onde $F(x,t) = \sum_i^x f_i^{Comarca,t}$, sendo $f_i^{Comarca,t}$ a taxa específica de fecundidade á idade i da comarca no ano t ;

$$\tilde{F}(x,t-1) = \sum_i^x \tilde{f}_i^{Comarca,t-1}, \text{ sendo } \tilde{f}_i^{Comarca,t-1} \text{ a taxa específica de fecundidade á idade } i \text{ da}$$

comarca no ano t resultante do proceso de suavizado das mesmas;

$$Y(x) = -\ln(-\ln(x))$$

$$\alpha_{Com,t} = Y(0,5) - \beta_{Com,t} \cdot Y\left(\frac{F(IMeM_{Comarca}^{t-1}, t-1)}{ISF_{Comarca}^{t-1}}\right)$$

$$\beta_{Com,t} = \frac{RI_{Comarca}^{t-1}}{RI_{Comarca}^t}$$

Para o suavizado das taxas específicas por grupo de idade de cada comarca correspondentes ao ano $t-1$ úsase o algoritmo 4253.H Twice⁷.

Proxección da mortalidade

Suponse que a situación provocada polo COVID-19 afectará á proxección da mortalidade de cada provincia durante o ano 2020, e que nos anos seguintes seguirase unha evolución da mortalidade “normal”.

Para a mortalidade do ano 2020 elaborouse unha estimación now-cast das defuncións observadas ata o 1 de xullo de 2020; a estimación das defuncións do segundo semestre de 2020 obtense tomando as defuncións observadas do segundo semestre do ano anterior (2019) da *Estadística de Defunciones del MNP*. Con esta estimación das defuncións do ano 2020 constrúese una táboa de mortalidade provincial proxectada, que proporciona as taxas de mortalidade por xeración para 2020.

A partir de 2021 utilízanse as defuncións observadas no último MNP provisional de 2019 (mortalidade previa ao covid) para a proxección do fenómeno no período 2021-2034.

1. Calcúlase para cada provincia unha función de superviventes por idade cumprida x de cada sexo s , denotadas por $l_{s,x}^{Provincia}$ e $l_{s,x}^{España}$, respectivamente, para cada ano desde 2010 ata a estimación now-cast de 2020.

⁷ Velleman e Hoaglin, (1981), *Applications, Basics, and Computing of Exploratory Data Analysis*

2. Aplícase a transformación loxística seguinte ás series de superviventes de cada sexo, calculadas para cada provincia e para España:

$$\text{Logit } l_{s,x}^{\text{provincia}}(t) = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{l_{s,0}^{\text{provincia}}(t) - l_{s,x}^{\text{provincia}}(t)}{l_{s,x}^{\text{provincia}}(t)} \right)$$

$$\text{Logit } l_{s,x}^{\text{España}}(t) = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{l_{s,0}^{\text{España}}(t) - l_{s,x}^{\text{España}}(t)}{l_{s,x}^{\text{España}}(t)} \right)$$

A serie de superviventes de cada provincia e a do total nacional verifican que a relación entre os valores transformados de ambas é aproximadamente lineal, de maneira que se pode modelar mediante unha recta de regresión:

$$\text{Logit } l_{s,x}^{\text{provincia}}(t) = \alpha_s^{\text{provincia}} + \beta_s^{\text{provincia}} \text{Logit } l_{s,x}^{\text{España}}(t)$$

No axuste deste modelo empréganse unicamente as series que van dos 40 aos 95 anos⁸.

Os parámetros $\alpha_s^{\text{provincia}}$ e $\beta_s^{\text{provincia}}$ describen o nivel e a estrutura de mortalidade de cada provincia en relación co total nacional nos últimos anos, de forma que un valor negativo de $\alpha_s^{\text{provincia}}$ indica un comportamento xeral da mortalidade máis favorable na provincia que no conxunto de España, e viceversa, e un valor de $\beta_s^{\text{provincia}}$ superior a 1 indicará que a incidencia da mortalidade na provincia é máis favorable nas primeiras etapas da vida que nas idades avanzadas en relación coa do conxunto nacional, e viceversa. Estes parámetros estímense por mínimos cadrados ordinarios, obtendo os valores $\hat{\alpha}_s^{\text{provincia}}$ e $\hat{\beta}_s^{\text{provincia}}$.

As táboas de mortalidade proxectadas para cada ano do período proxectivo dedúcense a partir da función de superviventes por idade de cada sexo e provincia, que resulta do modelo axustado aplicado á transformada loxística da función de superviventes por idade de cada sexo, proxectada para o total nacional para o mencionado ano, segundo as expresións:

$$\text{Logit } \hat{l}_{s,x}^{\text{provincia}}(t) = \hat{\alpha}_s^{\text{provincia}} + \hat{\beta}_s^{\text{provincia}} \cdot \text{Logit } \hat{l}_{s,x}^{\text{España}}(t)$$

$$\hat{l}_{s,x}^{\text{provincia}}(t) = \frac{l_0}{1 + e^{2 \text{Logit } \hat{l}_{s,x}^{\text{provincia}}(t)}}$$

A proxección da mortalidade nas comarcas⁹ parte dos datos proxectados polo INE a nivel provincial. Establécense grupos de idade¹⁰ para as taxas de mortalidade, e o proceso segue os pasos seguintes:

1. Cálculo das táboas de mortalidade dos últimos 4 anos dos que se dispón de información, para os grupos de idade considerados para cada comarca e as provincias correspondentes. A partir delas,

⁸ Debido ás diferencias que existen entre os riscos de falecer a idades inferiores aos 40 anos, que están suxeitos a oscilacións e aleatoriedade, con respecto aos riscos de falecer a idades maduras, máis estables

⁹ A mortalidade por comarca ven medida pola mortalidade dos residentes na comarca

¹⁰ Os grupos de idade considerados son os seguintes: 0 anos, de 1 a 4 anos, de 5 a 9 anos, de 10 a 14 anos, de 15 a 19 anos, de 20 a 24 anos, ..., de 95 a 99 anos e de 100 ou máis anos

cálculo da función de superviventes por idade cumprida x^{11} de cada sexo s , promedio das correspondentes a cada un dos 4 anos considerados, denotadas por $l_{s,x}^{Comarca}$ e $l_{s,x}^{Provincia}$.

2. Cálculo das transformacións loxísticas seguintes:

$$\text{Logit } l_{s,x}^{Comarca} = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{l_{s,0}^{Comarca} - l_{s,x}^{Comarca}}{l_{s,x}^{Comarca}} \right)$$

$$\text{Logit } l_{s,x}^{Provincia} = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{l_{s,0}^{Provincia} - l_{s,x}^{Provincia}}{l_{s,x}^{Provincia}} \right)$$

A relación entre ambas series é aproximadamente lineal; modélase por tanto segundo unha recta de regresión:

$$\text{Logit } l_{s,x}^{Comarca} = \alpha_s^{Comarca} + \beta_s^{Comarca} \cdot \text{Logit } l_{s,x}^{Provincia}$$

No axuste destes modelos só se empregan as series que van desde os 40 ata os 99 anos¹², obtendo os estimadores $\hat{\alpha}_s^{Comarca}$ e $\hat{\beta}_s^{Comarca}$.

3. Cos parámetros estimados anteriores, calcúlanse:

$$\text{Logit } \hat{l}_{s,x}^{Comarca}(t) = \hat{\alpha}_s^{Comarca} + \hat{\beta}_s^{Comarca} \cdot \text{Logit } \hat{l}_{s,x}^{Provincia}(t)$$

$$\hat{l}_{s,x}^{Comarca}(t) = \frac{l_0}{1 + e^{2 \text{Logit } \hat{l}_{s,x}^{Comarca}(t)}}$$

4. Renomeando os $\hat{l}_{s,x}^{Comarca}$ como $l_{s,x}^{Comarca}$, obtense o resto de funcións biométricas das táboas de mortalidade proxectadas para cada comarca e sexo:

- Defuncións na táboa para o grupo de idade x : $d_{s,x}^{Comarca} = l_{s,x}^{Comarca} - l_{s,x+1}^{Comarca}$

- Probabilidade de defunción para o grupo de idade x : $q_{s,x}^{Comarca} = \frac{d_{s,x}^{Comarca}}{l_{s,x}^{Comarca}}$

- Taxas específicas de mortalidade para o grupo de idade x : $m_{s,x}^{Comarca} = \frac{q_{s,x}^{Comarca}}{n \cdot \left(1 - \frac{1}{2} q_{s,x}^{Comarca}\right)}$

Proxección dos movementos migratorios

A pandemia do COVID-19 provocou unha drástica diminución dos fluxos migratorios durante o ano 2020; a proxección dos movementos migratorios no curto prazo ten que ter en conta esta situación.

Os movementos migratorios poden clasificarse desde a óptica do ámbito territorial desde o que se estudan, como movementos internos ou externos; consideraremos como movementos internos os que

¹¹ Utilízase a marca de clase como idade x representativa do grupo de idade

¹² Debido ás características da poboación galega, incluímos no caso da proxección comarcal o grupo de idade de 95 a 99 anos

se producen entre comarcas de provincias galegas, e movementos externos os que se producen con orixe ou destino unha provincia non galega ou o estranxeiro.

No contexto de proxección dos movementos migratorios a nivel comarcal, a poboación migrante estará clasificada segundo comarca de residencia do migrante, sexo, e grupo de idade¹³.

- **Movementos interprovinciais:**

Para proxectar os movementos interprovinciais para cada ano o INE estima as taxas específicas de migración interprovincial por sexo e idade, $m_{s,x,i,j}^t$, que se poden expresar como produto de tres factores:

$$m_{s,x,i,j}^t = ISE\ int_{i,s}^t \cdot c_{i,s,x}^t \cdot a_{s,x,i,j}^t$$

onde:

$ISE\ int_{i,s}^t$ é o Índice sintético de emigración interior¹⁴ da provincia i e sexo s, definido como a suma das taxas de emigración interior por idade

$c_{i,s,x}^t$: calendario ou distribución porcentual das taxas de emigración con respecto ao $ISE\ int_{i,s}^t$, por idade x e sexo s da emigración ao resto de España desde a provincia i

$a_{s,x,i,j}^t$: coeficiente de reparto segundo provincia de destino j da migración interior en cada sexo e idade desde a provincia i.

- **Movementos co estranxeiro:**

O fluxo de emigración exterior¹⁵, desagregado por lugar de nacemento, sexo e idade, que sairá de España e de cada unha das súas provincias, con destino ao estranxeiro, é proxectado polo INE segundo os seguintes pasos:

1. Simulación do volume anual do fluxo de saída segundo lugar de nacemento. Para o ano 2020, tómasse o valor observado no primeiro semestre do ano como valor para o total do ano. O ano 2021 estímase cos mesmos valores que 2020. O período 2022-2034, interpolación lineal entre o valor obtido para 2021 e o valor asignado para 2034 segundo a enquisa aos expertos demógrafos.
2. Proxección dun diferencial de intensidade de emigración ao estranxeiro segundo sexo en cada ano do período proxectivo, a partir do observado nos últimos cinco anos.

¹³ Os grupos de idade considerados son os mesmos que os utilizados no caso da proxección da mortalidade: 0 anos, de 1 a 4 anos, de 5 a 9 anos, de 10 a 14 anos, de 15 a 19 anos, de 20 a 24 anos, ..., de 95 a 99 anos e de 100 ou máis anos

¹⁴ Neste contexto o ámbito *interior* fai referencia ao conxunto de España, é dicir, a emigración con orixe a provincia i e destino outra provincia española (sexa galega ou non)

¹⁵ Neste contexto o ámbito *exterior* tómasse desde a óptica do conxunto de España, é dicir, a emigración con orixe a provincia i (sexa galega ou non) e destino fóra de España

3. Proxección dun diferencial provincial da intensidade de emigración ao exterior para cada sexo, que se mantén constante en todo o período proxectivo.
4. Proxección dun calendario por idade de emigración en cada sexo, que se mantén constante para todo o período proxectivo, tendo en conta a estabilidade observada nos últimos anos. Para obter este calendario utilízanse taxas específicas de emigración ao estranxeiro por idade.
5. Proxección da emigración ao estranxeiro desde cada provincia: A taxa específica por idade x de emigración exterior nun ano t de cada provincia i e para cada sexo s pode expresarse como o produto da intensidade da emigración ao estranxeiro nesa provincia e sexo, dada polo Índice sintético de emigración ($ISE_{s,i}^t$) da mesma, e a distribución porcentual destas ou calendario desa emigración por idade, $c_{i,s,x}^t$:

$$e_{i,s,x}^t = ISE_{s,i}^t \cdot c_{i,s,x}^t$$

onde:

$$ISE_{s,i}^t = \sum_{x=0}^{100+} e_{i,s,x}^t \text{ e } c_{i,s,x}^t = \frac{e_{i,s,x}^t}{ISE_{s,i}^t}, \text{ sendo } x \text{ a idade, } s \text{ o sexo, } i \text{ a provincia de orixe e } t \text{ o ano.}$$

O fluxo de inmigración exterior, desagregado por sexo e idade, que chegará a España e ás súas respectivas comunidades autónomas e provincias é proxectado polo INE segundo os seguintes pasos:

1. Simulación do volume anual do fluxo de entrada segundo lugar de nacemento. Para o ano 2020, tómasse o valor observado no primeiro semestre do ano como valor para o total do ano, así, os saldos migratorios estimados son nulos para o segundo semestre do ano. O ano 2021 estímase cos mesmos valores que 2020. O período 2022-2034, interpolación lineal entre o valor obtido para 2021 e o valor asignado para 2034 segundo a enquisa aos expertos demógrafos.
2. Distribución por sexos do fluxo total proxectado, mediante o promedio das proporcións por sexo para cada lugar de nacemento observadas nos últimos cinco anos dispoñibles da *Estadística de Migraciones* do INE.
3. Distribución por idade segundo as estruturas promedio dos últimos cinco anos dispoñibles da *Estadística de Migraciones* do INE.
4. Distribución dos fluxos totais de inmigrantes de cada sexo en cada unha das provincias de España, aplicando coeficientes de reparto provinciais constantes durante todo o período proxectivo, que se obteñen dos últimos cinco anos dispoñibles da *Estadística de Migraciones* do INE.

- **Proxección da migración interior galega**

Para manter a coherencia coas cifras das proxeccións do INE, que proporcionan información sobre os movementos migratorios ata o nivel provincial, á hora de proxectar os movementos migratorios internos, é dicir, movementos entre as comarcas de Galicia, hai que diferenciar dous tipos de movementos. Por unha parte os movementos entre comarcas dunha mesma provincia, e por outra movementos entre comarcas pertencentes a provincias distintas.

As proxeccións do INE proporcionan as taxas de migración interprovincial proxectadas, que se dividen en dous grupos: os movementos migratorios entre as provincias galegas, que serán migracións interiores desde a perspectiva da comunidade autónoma, e os movementos migratorios con orixe ou destino una provincia galega e destino ou orixe, respectivamente, unha provincia española non galega, que a efectos da comunidade autónoma, deben ser considerados movementos migratorios exteriores, e serán tratados no seguinte punto.

A partir da actividade estatística *Movementos migratorios* elaborada polo IGE a partir dos microdatos da *Estadística de Variaciones Residenciales* do INE, EVR, obtense a distribución comarcal dos movementos entre provincias galegas (promedio da dos últimos datos dispoñibles), que se supón constante para todo o período proxectivo. Esta distribución, xunto coas taxas proxectadas de migración entre provincias galegas, permitirá proxectar o volume de fluxos migratorios que se esperan entre comarcas de distintas provincias galegas.

Para proxectar os movementos entre comarcas dunha mesma provincia emprégase a distribución promedio dos movementos comarcais dos últimos datos dispoñibles de *Movementos migratorios* do IGE, e a partir de considerar a proporción que supoñen estes movementos con respecto á poboación total das distintas comarcas da provincia como unha constante, proxéctase o volume de movementos migratorios esperados no período proxectivo.

- **Proxección da migración exterior galega**

Á hora de considerar os movementos migratorios exteriores desde o ámbito da comunidade autónoma de Galicia e á vez manter a coherencia cos datos proxectados polo INE a nivel provincial, divídese este conxunto de movementos en dous subconxuntos: por unha parte, os movementos con orixe ou destino nunha comarca galega e destino ou orixe, respectivamente, fóra de España, que estarían incluídos dentro dos movementos migratorios exteriores que considera o INE, e por outra parte, os movementos con orixe ou destino unha comarca galega e destino ou orixe, respectivamente, unha provincia española non galega, que estarían incluídos dentro dos movementos provinciais considerados polo INE.

Das proxeccións do INE obtéñense os movementos migratorios desde o exterior de España con destino as distintas provincias, e coa información de *Movementos migratorios*, repártense as entradas procedentes de fóra de España en cada comarca de Galicia co promedio das observadas nos últimos anos dispoñibles. Esta distribución suponse constante para todo o período proxectivo, e permite obter,

utilizando os resultados proxectados polo INE a nivel provincial, os movementos migratorios desde o exterior de España, con destino as comarcas de Galicia.

Por outra parte, de *Movementos migratorios* obtense o reparto das saídas desde cada comarca de Galicia e destino o estranxeiro, promedio do observado nos últimos anos dispoñibles. Esta distribución suponse constante para todo o período proxectivo. Cos movementos migratorios proxectados con orixe as provincias galegas e destino o estranxeiro obtéñense os movementos migratorios desde cada comarca de Galicia con destino ao exterior de España.

Para a proxección dos movementos migratorios con orixe ou destino unha comarca dunha provincia galega e destino ou orixe, respectivamente, unha provincia española non galega, pártese do dato proxectado polo INE a nivel provincial e do reparto entre as comarcas dado polo promedio das últimas observacións recollidas en *Movementos migratorios*, que se mantén constante ao longo de todo o período proxectivo.

5. Presentación de resultados

Con periodicidade bienal, o IGE publica na súa páxina Web os resultados da proxección da poboación para Galicia, por comarcas, grupo de idade e sexo, que incluírán ademais dos datos da cifra de poboación, os principais indicadores demográficos proxectados.

A agrupación comarcal (áreas xeográficas) utilizada para a difusión é a seguinte:

- A Barbanza – Noia: comprende as comarcas da Barbanza e Noia.
- A Coruña suroriental: comprende as comarcas de Arzúa, Ordes e Terra de Melide.
- Área da Coruña: comprende as comarcas da Coruña e Betanzos.
- Área da Costa da morte: comprende as comarcas de Bergantiños, Fisterra, Muros, Terra de Soneira e Xallas.
- Área de Santiago: comprende as comarcas da Barcala, O Sar e Santiago.
- Ferrol – Eume – Ortegal: comprende as comarcas de Ferrol, Eume e Ortegal.
- A Mariña: comprende as comarcas da Mariña Central, A Mariña Oriental e A Mariña Occidental.
- Lugo central: comprende as comarcas da Ulloa, Lugo, Meira e A Terra Chá.
- Lugo oriental: comprende as comarcas da Fonsagrada, Os Ancares e Sarria.
- Lugo sur: comprende as comarcas de Chantada, Quiroga e Terra de Lemos.
- Área de Ourense: comprende a comarca de Ourense.
- O Carballiño – O Ribeiro: comprende as comarcas do Carballiño e O Ribeiro.

- Ourense central: comprende as comarcas de Allariz e Maceda, Terra de Caldelas, Terra de Trives e Valdeorras.
- Ourense sur: comprende as comarcas da Limia, A Baixa Limia, Terra de Celanova, Verín e Viana.
- Área de Pontevedra: comprende a comarca de Pontevedra.
- Área de Vigo: comprende a comarca de Vigo
- Caldas – O Salnés: comprende as comarcas de Caldas e O Salnés.
- O Morrazo: comprende a comarca do Morrazo.
- Pontevedra nororiental: comprende as comarcas de Deza e Tabeirós – Terra de Montes.
- Pontevedra sur: comprende as comarcas da Paradanta, O Baixo Miño e O Condado.

Os grupos de idade utilizados serán os seguintes:

- De 0 a 4 anos
- De 5 a 9 anos
- De 10 a 14 anos
- De 15 a 19 anos
- ...
- De 90 a 94 anos
- De 95 a 99 anos
- De 100 ou máis anos.