

**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Modelação Estatística e Análise de Dados**

Dissertação

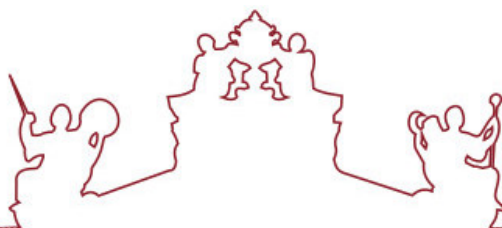
**Análise comparativa das dinâmicas demográficas de Portugal e Guiné-Bissau: transições, divergências e perspetivas futuras**

Antero António Lopes Cá

Orientador(es) | Filipe José Ribeiro

Évora 2026





**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Modelação Estatística e Análise de Dados**

Dissertação

**Análise comparativa das dinâmicas demográficas de Portugal e Guiné-Bissau: transições, divergências e perspetivas futuras**

Antero António Lopes Cá

Orientador(es) | Filipe José Ribeiro

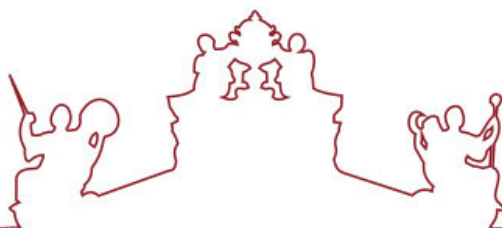
Évora 2026

---

---

---

---



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | Anabela Afonso (Universidade de Évora)

Vogais | Dulce Maria de Oliveira Gomes (Universidade de Évora) (Arguente)  
Filipe José Ribeiro (Universidade de Évora)

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, sabedoria e perseverança ao longo de todo este percurso académico.

Em segundo lugar, agradeço à minha mãe, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Em terceiro lugar, manifesto a minha profunda gratidão ao meu orientador, Professor Doutor Filipe José Batista Ribeiro, pelo apoio, orientação e conselhos durante toda a elaboração desta dissertação.

Em quarto lugar, agradeço também a todos os professores deste curso de mestrado, pelo conhecimento transmitido e pelo contributo para a minha formação académica.

Por último, agradeço ainda os meus colegas, Luís Portugal Ferreira e Ludomilo Almeida, pelo apoio constante desde o início de aula.

## **Resumo**

### **Análise comparativa das dinâmicas demográficas de Portugal e Guiné-Bissau: transições, divergências e perspectivas futuras**

Esta dissertação, desenvolvida no âmbito do Mestrado em Modelação Estatística e Análise de Dados da Universidade de Évora, analisa a transição demográfica em Portugal e na Guiné-Bissau entre 1950 e 2021. O principal objetivo consiste em avaliar os ritmos de crescimento populacional nos dois países, identificando as razões das suas diferenças, através de ferramentas estatísticas e demográficas. Especificamente, examinam-se os padrões de mortalidade, a evolução da longevidade, o impacto das migrações e os fatores de convergência e divergência demográfica, bem como se projetam tendências futuras. O estudo, de natureza documental, quantitativa, descritiva e comparativa, recorreu à modelação de séries temporais, com modelos ARIMA, e à regressão linear múltipla. Os resultados apontam para um crescimento populacional lento e possível declínio em Portugal, contrastando com o crescimento contínuo e acelerado da Guiné-Bissau. A regressão revela ainda que, enquanto em Portugal a mortalidade tem impacto negativo no crescimento populacional, na Guiné-Bissau tanto a natalidade como a mortalidade influenciam positivamente o crescimento.

**Palavras-chave:** Transição demográfica; Divergência; Séries temporais; Crescimento populacional; Previsão.

## **Abstract**

### **Comparative Analysis of Demographic Dynamics in Portugal and Guinea-Bissau: Transitions, Divergences and Future Perspectives**

This dissertation, developed within the framework of the Master's degree in Statistical Modelling and Data Analysis at the University of Évora, analyses the demographic transition in Portugal and Guinea-Bissau between 1950 and 2021. The main objective is to assess population growth rates in both countries, identifying the reasons for their differences through statistical and demographic tools. Specifically, the study examines mortality patterns, changes in longevity, the impact of migration, and factors of demographic convergence and divergence, as well as projecting future trends. This documentary, quantitative, descriptive and comparative study employs time series modelling, using ARIMA models, and multiple linear regression. The results indicate slow population growth and a potential decline in Portugal, in contrast to the continuous and accelerated growth observed in Guinea-Bissau. The regression analysis further shows that, in Portugal, mortality has a negative impact on population growth, whereas in Guinea-Bissau both fertility and mortality positively influence population growth.

**Keywords:** Demographic transition; Divergence; Time series; Population growth; Forecasting.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Pirâmide etária de Portugal (1950) vs. pirâmide etária da Guiné-Bissau (1950).....	34
<b>Figura 2:</b> Pirâmide etária de Portugal (2021) vs. pirâmide etária da Guiné-Bissau (2021).....	35
<b>Figura 3:</b> Evolução da taxa bruta de natalidade em Portugal e na Guiné-Bissau(1950–2021) ...	36
<b>Figura 4:</b> Evolução da taxa de mortalidade infantil em Portugal e na Guiné-Bissau (1950 - 2021).....	37
<b>Figura 5:</b> Evolução da taxa de mortalidade geral em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021). .....	38
<b>Figura 6:</b> Esperança de vida à nascença em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021).....	39
<b>Figura 7:</b> Evolução do Índice S. de Fecundidade em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021) .....	40
<b>Figura 8:</b> Transição Demográfica em Portugal (1950–2021).....	41
<b>Figura 9:</b> Transição Demográfica na Guiné-Bissau (1950–2021).....	41
<b>Figura 10:</b> Crescimento populacional em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021).....	43
<b>Figura 11:</b> Funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP) das séries diferenciadas.....	44
<b>Figura 12:</b> Diagnóstico dos Resíduos.....	46
<b>Figura 13:</b> Previsão das Séries Temporais da Dinâmica Populacional em Portugal e na Guiné-Bissau: valores observados (1950–2021) e previsão (2022–2025).....	48
<b>Figura 14:</b> Previsão das Séries Temporais da Dinâmica Populacional em Portugal e na Guiné-Bissau: valores observados (1950–2021) e previsão (2022–2027).....	48
<b>Figura 15:</b> Previsão das Séries Temporais da Dinâmica Populacional em Portugal e na Guiné-Bissau: valores observados (1950–2021) e previsão (2022–2031).....	49
<b>Figura 16:</b> Box-Plot das Variáveis (TCN, TBN e TBM) em Portugal na Guiné-Bissau.....	51
<b>Figura 17:</b> Diagnósticos dos pressupostos da regressão linear múltipla(Portugal).....	52
<b>Figura 18:</b> Diagnóstico dos pressupostos da regressão linear múltipla (Guiné-Bissau).....	53
<b>Figura 19:</b> Efeitos de natalidade e mortalidade sobre o crescimento natural de População de Portugal e da Guiné -Bissau (1950 - 2021).....	55

## **Lista de Tabelas**

<b>Tabela 1:</b> Comportamento típico da FAC e da FACP nos modelos AR, MA e ARMA..	22
<b>Tabela 2:</b> Estatísticas descritivas das séries em estudo.....	42
<b>Tabela 3:</b> Teste de Dickey-Fuller.....	43
<b>Tabela 4:</b> Identificação do modelo – Portugal.....	45
<b>Tabela 5:</b> Identificação do modelo – Guiné-Bissau.....	45
<b>Tabela 6:</b> Teste de Ljung-Box.....	47
<b>Tabela 7:</b> Teste de Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors.....	47
<b>Tabela 1:</b> Apresenta as estatísticas descritivas das principais variáveis demográficas nos países: TNC (taxa de crescimento natural); TBN (Taxa Bruta de Mortalidade) e TBM (Taxa Bruta Mortalidade).....	50
<b>Tabela 2:</b> Testes de diagnóstico do modelo de Regressão Linear Múltipla.....	53
<b>Tabela 3:</b> Os Coeficientes Padronizados (Portugal e Guiné-Bissau).....	54

<b>Índice</b>	
<b>Resumo.....</b>	<b>V</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>VI</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>VII</b>
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Justificação.....	3
<b>2. Revisão da Literatura.....</b>	<b>4</b>
2.1 Noção geral de transição demográfica.....	4
2.2 Transição demográfica em Portugal.....	5
2.3 Transição demográfica na Guiné-Bissau.....	8
2.4 Justificação da utilização conjunta de metodologias estatísticas.....	12
2.5 Principais abordagens estatísticas para a análise da transição demográfica.....	13
<b>3. Conceitos gerais e definições sobre séries temporais.....</b>	<b>14</b>
3.1 Série temporal.....	14
3.2 Estacionariedade e ruído branco.....	15
3.3 Modelos univariados.....	16
3.3.1 Modelos lineares estacionários (AR, MA e ARMA).....	17
3.3.2 Modelos lineares não estacionários - ARIMA(p, d, q) .....	18
3.4 Teste de Raiz Unitária .....	19
3.5 Metodologia de Box-Jenkins.....	20
3.5.1 Identificação do modelo (FAC e FACP).....	20
3.5.2 Estimação dos parâmetros.....	23
3.5.3 Avaliação por meio da análise de resíduos.....	24
3.5.4 Previsão após ajuste e critérios de avaliação.....	25
<b>4.Introdução à Regressão Linear .....</b>	<b>27</b>
4.1 Modelo de regressão linear múltipla.....	27
4.2 Método dos Mínimos Quadrados Ordinários.....	28
4.3 Verificação dos pressupostos do modelo.....	29
4.4 Método <i>Stepwise</i> .....	30
4.5 Propriedades dos erros ( $\varepsilon_i$ ).....	30

4.6 Coeficientes Padronizados.....	31
<b>5. Metodologia.....</b>	<b>32</b>
5.1 Fontes de dados e variáveis a utilizar.....	32
5.2 Métodos aplicados.....	32
<b>6. Análise de Resultados .....</b>	<b>34</b>
6.1 Evolução demográfica em Portugal e na Guiné-Bissau.....	34
6.2 Séries Temporais das Variáveis Demográficas .....	42
6.2.1 Análise Exploratória da Série Temporal.....	42
6.2.2 Metodologia de Box-Jenkins – Modelação da Série.....	44
6.3 Aplicação da regressão linear múltipla por intermédio dos coeficientes padronizados. .....	50
6.3.1 Estatística Descritiva.....	50
6.3.2 Regressão Linear Múltipla .....	51
6.3.3 Análise dos pressupostos da regressão linear múltipla .....	52
<b>7. Discussão .....</b>	<b>56</b>
<b>8. Conclusão .....</b>	<b>59</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>60</b>

## **1. Introdução**

A presente dissertação procura analisar, de forma comparativa, as dinâmicas demográficas de Portugal e da Guiné-Bissau entre 1950 e 2021, abordando o processo de transição, as divergências verificadas e as perspetivas futuras, através da aplicação de uma abordagem metodológica que interliga demografia e estatística. A análise centra-se no processo de transição demográfica, entendido como a alteração que ocorre, ao longo do tempo, nas taxas de natalidade e de mortalidade de uma população, influenciando diretamente o seu crescimento ou declínio.

O estudo da transição demográfica é particularmente relevante, uma vez que permite compreender as mudanças na estrutura etária e no crescimento populacional ao longo da história. Apesar de muitos países atravessarem este processo, o ritmo da transição varia em função de fatores sociais, económicos, culturais e históricos. No caso de Portugal, enquanto país europeu com economia desenvolvida, observa-se uma elevada esperança de vida e baixas taxas de natalidade e de mortalidade. Este cenário conduz inevitavelmente ao envelhecimento da população, fenómeno com impacto significativo na organização social e económica (Guitarrara, 2025).

Em contrapartida, a Guiné-Bissau, país africano e lusófono com fraco desenvolvimento económico, enfrenta sérias dificuldades sociais e sanitárias. Cerca de 64,4% da população vive em situação de pobreza extrema (Sá, 2024) e os indicadores de saúde demonstram um atraso significativo a este nível. Neste contexto, persistem taxas elevadas de natalidade e de mortalidade, resultando numa população maioritariamente jovem e em rápido crescimento (Guerreiro et al., n.d.).

## **1.2 Objetivos**

O objetivo principal deste presente estudo consiste em avaliar os ritmos de crescimento populacional observados nos dois países, que se encontram em fases distintas da transição demográfica, e identificar as principais razões para a existência destas diferenças, recorrendo a uma conjugação de diversas ferramentas de análise estatística e demográfica.

Quanto aos objetivos específicos destacam-se:

1. avaliar os padrões de mortalidade em ambos os países;
2. analisar a evolução da longevidade dos indivíduos;
3. perceber o impacto dos movimentos migratórios na população;
4. identificar os principais fatores de divergência e convergência demográfica entre ambos;
5. extrapolar possíveis tendências de evolução demográfica.

### **1.3 Justificação**

A escolha de Portugal e da Guiné-Bissau para este estudo, independentemente de laços históricos e culturais que unem os dois países justifica-se pelas diferenças existentes entre dois países que se encontram em fases distintas da transição demográfica. Além disso, pela disparidade no desenvolvimento económico e na estrutura populacional destes países (World Bank, 2016). Portugal, enquanto país europeu desenvolvido, apresenta uma população envelhecida, com taxas de natalidade e mortalidade baixas e elevada esperança de vida (Bandeira et al., 2014). Por outro lado, a Guiné-Bissau, país africano com menor desenvolvimento, apresenta uma população jovem, com esperança de vida mais baixa e elevadas taxas de natalidade e mortalidade. A comparação destas realidades permite evidenciar os diferentes ritmos da transição demográfica e compreender de que forma a história, a sociedade e a economia influenciam o crescimento e a composição da população, contribuindo para a definição de políticas públicas e para o planeamento do desenvolvimento (Giacomelli et al., 2016).

## **2. Revisão da Literatura**

### **2.1 Noção Geral de Transição Demográfica**

Segundo Notestein, citado por Cardoso (2007), o conceito de transição demográfica pode ser explicado pelas discrepâncias vistas no crescimento da população mundial. Este estudo tem como objetivo identificar o modelo da mudança que ocorre no crescimento de uma população, tendo como referência a população europeia. Três fases diferentes de crescimento populacional são definidas: 1) fase de alto crescimento potencial; 2) fase de crescimento transacional; e 3) fase de declínio incipiente. Além disso, estas fases estão interligadas entre si, pois tanto a primeira como a terceira fase apontam para uma situação de crescimento nulo, sendo que no primeiro caso se deve a valores elevados de natalidade e mortalidade, e o segundo caso a baixos valores de ambos. É na fase intermédia que o crescimento populacional acelera devido à um declínio de mortalidade que só mais tardiamente foi acompanhado pelo declínio de fecundidade. Esta situação aqui descrita descreve a formulação inicial da Teoria da Transição Demográfica.

Noutra perspetiva, de acordo com Regmi (2021), o conceito de transição demográfica pode ser também entendido como a mudança de uma situação em que a população apresenta taxas elevadas de natalidade e mortalidade, para uma fase em que essas taxas se tornam significativamente mais baixas. Esta mudança é provocada não apenas pela variação no número de nascimentos e óbitos, mas também pelo desenvolvimento económico, social de um país. Ou seja, à medida que um país se desenvolve economicamente e socialmente, e as famílias tendem a ter maior acesso à educação, saúde e alimentação e tendem a ter menos filhos (Ribeiro, 2023).

Resumindo, e em conformidade com Regmi (2021), a transição demográfica, de forma clássica, é composta por quatro fases: 1) a primeira fase, anterior à transição demográfica, caracteriza-se por uma população com elevada natalidade e mortalidade, principalmente causadas por epidemias e desastres naturais que resultavam num crescimento praticamente nulo; 2) a segunda fase é, principalmente, marcada pela redução da mortalidade, devido ao controlo das epidemias, no entanto, a natalidade mantém-se ainda elevada, o que tem impacto positivo e significativo no crescimento populacional; 3) a terceira fase assenta na natalidade que, influenciada pela utilização de métodos contraceptivos e pelo aumento da taxa de escolarização entre as mulheres declina,

originando uma desaceleração do crescimento populacional; e 4) a quarta fase é marcada pelo equilíbrio entre o número de nascimentos e o número de óbitos, onde apesar do aumento da esperança de vida, o crescimento populacional volta a ser muito reduzido. Por último, Ribeiro (2023) refere que alguns autores sugerem ainda uma quinta etapa, designada como Segunda Transição Demográfica, caracterizada por número de nascimentos inferior ao número de óbitos resultando na incapacidade de substituição de gerações e, conseqüentemente, ao declínio populacional.

## **2.2 Transição demográfica em Portugal**

Pelo explicado na subsecção anterior, podemos constatar que a transição demográfica em Portugal e na Guiné-Bissau se encontra em fases distintas. Portugal já está na Segunda Transição Demográfica, enquanto a Guiné-Bissau permanece na segunda fase da Primeira Transição Demográfica (Ribeiro, 2023). Esta discrepância entre os dois países resulta das desigualdades económicas, sociais e culturais. De acordo com o Índice Global de Inovação (IGI, 2023), Portugal foi classificado na 30.<sup>a</sup> posição entre 132 países a nível mundial com economias mais inovadoras. Em contraste, a Guiné-Bissau não se encontra nesta lista, ou seja, não foi classificada (OMPI e Tang, 2023).

Em Portugal, a transição demográfica iniciou-se a partir do século XIX, primeiramente acompanhada pelo declínio da mortalidade, e atingiu a sua última etapa de transição na década de 1980 (Azevedo, 2024). Alguns indicadores demográficos confirmam o fim deste processo através do registo de crescimento populacional praticamente nulo, de um número reduzido de nascimentos e óbitos — especialmente da mortalidade infantil — e do aumento da esperança de vida da população (Henriques, 2010). A mortalidade infantil deixou de se concentrar entre os mais jovens e deslocou-se para o topo da pirâmide etária. Inicialmente, a redução da mortalidade assentou sobretudo nos mais jovens, particularmente na mortalidade infantil, e foi possível graças ao surgimento da medicina preventiva, mais concretamente à implementação do Plano Nacional de Vacinação, ao reforço da atenção prestada às mães e aos recém-nascidos, ao acesso mais alargado aos cuidados de saúde e à execução do Plano Nacional de Saúde. Atualmente, essa realidade alterou-se, e a redução da mortalidade é, agora, mais acentuada entre os idosos do que entre os jovens (Coelho et al., n.d.). Além disso, essa melhoria não se deve apenas ao progresso na área da saúde, mas também a outros fatores, como o aumento generalizado

dos níveis de escolaridade, mais acesso ao emprego, rendimentos mais estáveis e a maior proteção social, o que contribuiu para redução da mortalidade nesta faixa etária e para o aumento da longevidade (Nunes, 2017).

Conforme referido por Barreto et al. (2014), a mortalidade infantil pode ser entendida como o número de óbitos registados de crianças com idade inferior a um ano, num intervalo de tempo de 12 meses. De acordo com os dados do *World Population Prospects* (2024), a mortalidade infantil em Portugal e na Guiné-Bissau registou uma redução significativa, de 187,6 óbitos por mil nados-vivos para 50,1 óbitos por mil nados-vivos, entre 1950 e 2021. Em 1950, a mortalidade infantil em Portugal era de 97,8 óbitos por mil nados-vivos, tendo diminuído para 2,7 óbitos por mil nados-vivos em 2021.

Relativamente à natalidade, segundo Drago et al. (2022), são apontados três principais fatores para a sua redução em Portugal: em primeiro lugar, o adiamento da maternidade, isto é, o atraso na decisão de ter o primeiro filho; em segundo lugar, a diminuição do número de filhos por família; e, por fim, a redução da população feminina em idade reprodutiva. O adiamento da idade das mulheres no nascimento do primeiro filho, muitas vezes para idades superiores a 30 anos, pode ser explicado por diversos fatores económicos e sociais relevantes, tais como o maior investimento das mulheres na educação, a falta de estabilidade laboral e as dificuldades no acesso à habitação. Estes fatores contribuíram de forma significativa para a baixa natalidade em Portugal (Cunha, 2016).

Acrescenta-se ainda que, quando o número médio de membros por família diminuiu, há uma tendência para que a taxa de natalidade também decresça. Para uma melhor compreensão deste fenómeno, importa fazer uma abordagem histórica sobre o modelo familiar português no passado: a família era tradicionalmente extensa, vivendo sob o mesmo teto, com avós, pais e filhos. Esta realidade começou a mudar à medida que o país se foi industrializando e urbanizando, dando origem a uma maior independência económica das famílias. Como consequência, assistiu-se a uma redução no tamanho médio da família (Tomé, Magalhães e Ribeiro, 2018).

No que diz respeito à esperança de vida, segundo o INE (2017), citado por Lima (2018), este conceito é definido como um indicador demográfico que mede, em média, quantos anos se espera que uma pessoa viva, em diferentes idades, tendo em conta o número de óbitos por idade verificados, com referência ao ano ou período em que os dados foram

recolhidos e analisados. Atualmente, em Portugal, o envelhecimento da população é um fenómeno bem presente na sociedade, resultado do aumento contínuo do número de idosos desde o final do século XX. Este processo contribuiu para que o país se tornasse, simultaneamente, numa sociedade mais desenvolvida e mais envelhecida. Além disso, segundo o EUROSTAT, prevê-se que, até 2050, a população portuguesa continue a envelhecer. Estima-se que, em cada 10 pessoas, 3 terão 65 anos ou mais (Villaverde Cabral et al., 2013).

Relativamente à migração, importa começar por abordar o conceito, que é bastante complexo (Peixoto, 1998, citado por Nolasco, 2016). Conforme Lee, citado por Nolasco (2016), a migração pode ser entendida como qualquer movimento de uma pessoa que implique uma mudança de residência, seja essa mudança temporária ou definitiva. Lee destaca ainda que a distância entre os locais não é o fator determinante para se considerar ou não uma migração. Por outro lado, William Petersen defende que a migração deve ser compreendida como o movimento de uma pessoa de um lugar para outro com uma duração mínima de um ano; caso a permanência seja inferior a um ano, não se poderá considerar migração.

Durante as décadas de 1950 e 1960, ocorreu uma emigração em larga escala por parte dos portugueses, cujas principais causas foram a falta de emprego e a perseguição política ou militar. Os destinos mais frequentes eram centros urbanos (emigração interna) e o estrangeiro, nomeadamente países como França e Alemanha (emigração externa). Esta emigração teve impacto significativo não só na economia familiar, mas também na economia nacional. Em Portugal, este fluxo emigratório interno provocou, inicialmente, efeitos negativos, como a criação de grandes bairros de lata, resultado do aumento significativo de pessoas que saíam do campo em direção à cidade à procura de trabalho na indústria (Silva, 2022).

A imigração tem desempenhado um papel positivo na resolução de vários problemas que o país tem enfrentado ao longo dos anos. Tem contribuído para colmatar falhas no mercado de trabalho, compensar a escassez de mão de obra a nível nacional e fomentar o crescimento económico em diferentes sectores, como serviços, turismo e agricultura (Góis et al., 2019). Para além disso, tem também tido efeitos positivos ao nível cultural e demográfico, ajudando a mitigar fenómenos como a baixa natalidade e o envelhecimento populacional (Ferreira, 2021).

### **2.3 Transição demográfica na Guiné-Bissau**

Para melhor compreender as disparidades demográficas, importa agora analisar a situação da Guiné-Bissau, que se encontra numa fase distinta do modelo de transição demográfica. Mas, antes de iniciar a abordagem sobre a transição demográfica neste país, é fundamental adotar uma perspetiva mais abrangente sobre a África Subsaariana, dado que existe uma escassez de dados e informações sobre a Guiné-Bissau individualmente (World Bank, 2025).

Conforme Tabutin & Schoumaker (2004), citados por Arnaldo et al. (2022), a demografia africana, durante as décadas de 1950 e 1960, era caracterizada por casamentos precoces. Esta prática é particularmente comum na África Ocidental, região onde se localiza a Guiné-Bissau. As mulheres casam-se cedo, em média antes dos 17,5 anos, enquanto os homens se casam após os 26 anos, o que gera uma grande diferença entre os cônjuges (Cardoso, s.d.). Além disso, a transição demográfica em África ainda não tinha começado durante essas décadas, sendo marcada por processos demográficos semelhantes. Por outras palavras, os países da África Subsaariana apresentavam mudanças idênticas nas suas estruturas demográficas; isto é, a maioria da população continuava a ser jovem, devido à elevada taxa de natalidade nessa região africana (Bongaarts, 2017; Bongaarts & Casterline, citados por Arnaldo et al., 2022).

Antes de abordarmos a mortalidade na Guiné-Bissau, não podemos olhar apenas para o número de óbitos sem compreender os fatores que estão na origem dessa mortalidade, nomeadamente a realidade sociocultural, que é um dos elementos que influencia o aumento da mortalidade neste país em desenvolvimento. A Guiné-Bissau é constituída por diversas etnias e culturas; cada uma delas tem a sua própria forma de interpretar os riscos de morte de uma pessoa, o que influencia a forma como se procura ajuda médica antes que a doença atinja um estado avançado (INE – Guiné-Bissau, 2009b).

Outro fator que influencia o aumento da mortalidade é a situação económica do país, que possui uma economia extremamente frágil, dependendo quase exclusivamente da ajuda da comunidade internacional e não tendo capacidade para financiar de forma adequada os seus sectores da educação e da saúde. O país encontra-se entre os que apresentam os piores Índices de Desenvolvimento Humano a nível mundial, ocupando a 176.<sup>a</sup> posição entre 189 países, o que tem um impacto direto no agravamento da mortalidade, que

continua a ser elevada (INE – Guiné-Bissau, 2009b). As principais causas estão associadas a fatores incontrolláveis, como questões de ordem ambiental, biológica, cultural, económica, demográfica, institucional e política. Os grupos mais afetados por esta elevada mortalidade são, principalmente, os mais vulneráveis da sociedade: crianças, mulheres e pessoas em situação de pobreza (INE – Guiné-Bissau, 2009b).

Além disso, o relatório do Plano Nacional de Saúde (PNS) guineense indica que, há cerca de uma década, as doenças transmissíveis que mais afetavam negativamente a saúde pública, contribuindo para o aumento da mortalidade, eram o paludismo, a tuberculose e a infeção por VIH/SIDA. Atualmente, são as crianças e as mulheres — em particular as grávidas — as mais afetadas, sobretudo por doenças como diarreia e infeções respiratórias (INE – Guiné-Bissau, 2009b). De acordo com o relatório do *Joint United Programme on HIV/AIDS* (ONUSIDA), citado por Biague (2022), morreram aproximadamente 1 500 pessoas, entre adultos e crianças, devido à infeção por VIH/SIDA no ano de 2020. As consequências negativas desta doença começam muitas vezes logo após o diagnóstico da infeção por VIH. A nível individual, esta notícia tende a gerar, no paciente, uma série de sentimentos como medo, tristeza e raiva, assim como alterações comportamentais significativas, como isolamento social, afastamento de amigos e familiares, relutância em comunicar e ocorrência de insultos (Sanca et al., 2022).

De acordo com o INE, citado por Barreto et al. (2014), a taxa de mortalidade infantil (TMI) é um indicador que revela o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade ocorridos num determinado período, geralmente expressos por cada mil nascidos-vivos nesse mesmo período. A elevada taxa de mortalidade na Guiné-Bissau deveu-se a diversos fatores, entre os quais se destaca o conflito político e militar de 7 de junho de 1998. Além disso, a mortalidade infantil no país está associada a fatores étnicos, ou seja, varia consoante a etnia, bem como entre zonas urbanas e rurais, sendo estas últimas ainda marcadas por uma taxa de mortalidade infantil particularmente elevada (Fazzio et al., 2011).

Por outro lado, dados do UNICEF/Guiné-Bissau (2020) indicam que, no país, quase 50% dos bebés morrem antes de completar cinco anos de idade, principalmente ainda no primeiro mês de vida. Esta percentagem é muito superior à de alguns países vizinhos da África Ocidental e da África Subsaariana. O país é também considerado como tendo a mais alta taxa de mortalidade materna do mundo, com 667 mulheres a morrer por cada

100 mil nados-vivos, o que significa que, a cada 100 mil partos, 667 mães não sobrevivem (UNICEF/Guiné-Bissau, 2020). De facto, estas elevadas taxas de mortalidade têm como principais causas a falta de acesso e a fraca qualidade dos serviços de saúde. Contribuem ainda diversas doenças infecciosas consideradas evitáveis, como a malária, a diarreia, a pneumonia e a poliomielite (UNICEF/Guiné-Bissau, 2020).

A mortalidade infantil na região registou uma redução graças às melhorias nas condições de vida das mães e das crianças, bem como na assistência prestada às grávidas e aos recém-nascidos (FEC – Fundação Fé e Cooperação et al., 2017). De acordo com a ONU (2023), a mortalidade infantil tem vindo a diminuir desde 1990. Os dados do *World Population Prospects* também evidenciam este facto, mostrando uma ligeira redução da mortalidade entre 1950 e 2023.

Em 1950, a mortalidade infantil em Portugal era de 97,8 óbitos por mil nados-vivos, mas em 2021 esse número reduziu-se para 2,7 óbitos por cada mil nados-vivos. A taxa de mortalidade infantil na Guiné-Bissau também apresentou uma redução significativa, embora continue distante dos valores observados em Portugal (Rieckmann et al., 2022).

Relativamente à esperança de vida da população da Guiné-Bissau, esta é considerada muito baixa e, segundo a OMS (2022), apesar de algumas melhorias, continua a ser uma das mais baixas do mundo. As principais causas desta baixa esperança de vida estão relacionadas com os conflitos políticos e militares, a pobreza e o fraco investimento no sector da saúde. Para além disso, existe falta de progresso a nível social, da prática de atividade física e da alimentação, aspetos em que países vizinhos, como o Senegal, têm demonstrado avanços significativos. Entre os idosos, 88,7% são considerados analfabetos, ou seja, não sabem ler nem escrever. Entre as mulheres idosas, a taxa de analfabetismo atinge os 95%, enquanto nos homens essa percentagem é de 79,1% (INE – Guiné-Bissau, 2009).

Relativamente à longevidade populacional, existem poucas informações disponíveis, mas em 2009, na Guiné-Bissau, o grupo etário com 60 anos ou mais representava 4,7% da população total, sendo que 54,9% eram mulheres e 45% homens. Estas diferenças devem-se ao facto de, com o envelhecimento, a taxa de mortalidade ser mais elevada entre os homens do que entre as mulheres, espelhando o que acontece noutras regiões onde a mortalidade é considerada baixa. Adicionalmente, a população idosa é frequentemente alvo de desrespeito, abuso e negligência, situação que resulta, em grande parte, da ausência de legislação que proteja os seus direitos. Para além disso, enfrentam ainda dificuldades no acesso à alimentação adequada, a medicamentos e a cuidados de saúde essenciais fornecidos pelo Estado (Danso, 2023).

No que diz respeito à migração, esta tem causado grande impacto no país. Nos anos de 1960 e 1974, registou-se um grande fluxo de emigrantes devido às represálias impostas no período colonial, levando à fuga das zonas de conflito para países vizinhos, nomeadamente Senegal, Gâmbia e Guiné-Conacri. Estima-se que mais de 150 mil pessoas emigraram nessa altura (INE – Guiné-Bissau, 2009).

Entre o final da década de 1980 e o início da década de 1990, observou-se um grande fluxo migratório, maioritariamente composto por jovens, o que resultou no envio significativo de remessas para o país de origem, tendo também impacto nos sectores do comércio, da educação e da construção civil (INE – Guiné-Bissau, 2009). Esta situação ocorre porque os emigrantes guineenses no estrangeiro mantêm-se ligados à sua terra de origem, contribuindo para o desenvolvimento do país, especialmente em áreas como saúde, educação e segurança alimentar (Sangreman et al., 2013). Após a entrada do país na União Económica e Monetária da África Ocidental (UEMOA), a Guiné-Bissau tem sido vista como uma oportunidade para imigrantes provenientes de países vizinhos, como Senegal, Guiné-Conacri, Mali e Mauritânia, resultando numa imigração em grande escala para as cidades do país (INE – Guiné-Bissau, 2009).

Em síntese, o que foi apresentado anteriormente reforça o impacto das dinâmicas demográficas, que têm contribuído em larga escala para o desenvolvimento do país. De forma mais direta, é inegável a relevância da transição demográfica como pilar fundamental para o desenvolvimento económico e social (Ribeiro, 2023) das sociedades, e neste caso, quer em Portugal, quer na Guiné-Bissau, ainda que se observem divergências no ritmo (Henriques, 2010) e nas condições em que esse processo ocorre nos dois países.

Em Portugal, a transição demográfica teve início por volta do século XIX (Azevedo, 2024) e atualmente encontra-se na quinta fase (segunda transição demográfica), caracterizada por uma população envelhecida, elevada esperança de vida, baixa taxa de fecundidade, natalidade muito reduzida e crescimento populacional desacelerado ou inexistente, unicamente impulsionado pelos movimentos migratórios de entrada no país. Por sua vez, na Guiné-Bissau, o processo de transição encontra-se ainda na segunda fase, revelando uma população maioritariamente jovem, com baixa esperança de vida, natalidade muito elevada e crescimento populacional acelerado (INE – Guiné-Bissau, 2009).

#### **2.4 Justificação da utilização conjunta de metodologias estatísticas**

Neste estudo são aplicadas duas metodologias estatísticas distintas: os modelos de séries temporais (ARIMA), que incorporam explicitamente a autocorrelação entre as observações, e a regressão linear múltipla, que assume que as observações são independentes e identicamente distribuídas (i.i.d.), com erros de distribuição normal. Apesar das diferenças subjacentes aos pressupostos de cada abordagem, a sua utilização conjunta permite analisar os padrões de crescimento populacional sob diferentes perspetivas analíticas.

Reconhece-se, contudo, que a aplicação da regressão linear múltipla a dados temporais constitui uma limitação metodológica, uma vez que este modelo não contempla a dependência temporal entre as observações. Nesse sentido, para trabalhos futuros, sugere-se a utilização de modelos lineares generalizados mistos (GLMM), os quais permitem a inclusão de uma matriz de correlação nos erros, possibilitando a consideração da autocorrelação entre observações e conciliando, assim, as vantagens das duas metodologias.

## **2.5 Principais abordagens estatísticas para a análise da transição demográfica**

A análise da transição demográfica tem recorrido a várias abordagens estatísticas ao longo das últimas décadas. Para estudar a evolução demográfica de Portugal e da Guiné-Bissau entre 1950 e 2021, optou-se pela modelação de séries temporais através do modelo ARIMA, uma abordagem amplamente utilizada em estudos demográficos.

No estudo de Olalude, Esiegbe e Alabi (2022), foi aplicado o modelo univariado ARIMA em conjunto com o método de Box e Jenkins, com o objetivo de modelar e prever o crescimento populacional urbano na Nigéria, no período de 2023 a 2030. Os autores demonstraram que séries temporais de longo prazo podem ser modeladas com elevada precisão, desde que a estacionaridade seja verificada e os componentes do modelo sejam devidamente ajustados.

Outra abordagem estatística amplamente utilizada é a regressão linear múltipla. Segundo Freedman et al. (2004), Lyles & Kupper (1997) e Chen & Wang (2004), citados por Coelho-Barros et al. (2008), a regressão é um método estatístico largamente aplicado para compreender as relações entre duas ou mais variáveis. A análise de regressão é uma técnica fundamental nesse contexto. Fuad & Kamarudin (2022) utilizaram esta abordagem com o objetivo de compreender a influência de diferentes indicadores demográficos — taxa bruta de natalidade, taxa bruta de mortalidade, taxa de mortalidade neonatal e taxa de mortalidade materna — no crescimento populacional da Malásia. Este estudo permitiu identificar a taxa bruta de natalidade como aquela que exerce a maior influência sobre o crescimento populacional.

### 3. Conceitos gerais e definições sobre séries temporais

Neste capítulo serão definidos os conceitos necessários para uma melhor compreensão do estudo.

#### 3.1 Série temporal

Segundo Ehlers (2005), uma série temporal pode ser definida como uma coleção de observações realizadas sequencialmente ao longo do tempo. A principal característica deste tipo de dados é o facto de as observações consecutivas serem dependentes entre si, sendo o objetivo da análise identificar, analisar e modelar essa dependência. Deste modo, uma série temporal pode ser representada por:

$$\{Z_t\}_{t=1}^T, \text{ onde } T \text{ é o tamanho da série.}$$

A série temporal  $\{Z_t\}_{t=1}^T$  pode ser contínua, quando as observações são realizadas de forma ininterrupta no tempo, ou discreta, quando as observações são efetuadas em momentos específicos. Relativamente à variável observada, esta pode assumir valores discretos, como contagens ou categorias, ou contínuos, como medidas quantitativas, dependendo da natureza do fenómeno em estudo (Ehlers, 2005). Em geral, a maior parte das séries temporais analisadas na prática são discretas no tempo.

O investigador que recorre a uma série temporal tem como objetivo estudar o processo gerador da série, realizar previsões a partir dos seus valores passados e descrever o comportamento da mesma. Este estudo pode ser efetuado no domínio do tempo, através das funções de autocorrelação, ou no domínio da frequência, mediante a análise espectral (Souza, 2006).

Quando se procede à análise de séries temporais não estacionárias, torna-se frequentemente necessário aplicar transformações aos dados, com o objetivo de tornar o processo compatível com os pressupostos da modelação estatística. Entre as transformações mais utilizadas neste contexto destaca-se a transformação de Box-Cox, cuja principal finalidade consiste na estabilização da variância da série. A transformação logarítmica constitui um caso particular desta família de transformações, sendo especialmente eficaz na redução do efeito de observações extremas.

Segundo Morettin e Toloi (2006, p. 6), uma série temporal é considerada estacionária quando se desenvolve no tempo de forma aleatória em torno de uma média constante, refletindo alguma forma de equilíbrio estável. Na prática, a maioria das séries encontradas não é estacionária. Os autores acrescentam ainda que grande parte dos procedimentos de análise estatística de séries temporais pressupõe que estas sejam estacionárias, sendo, portanto, necessário transformar os dados originais caso não apresentem esta propriedade. A transformação mais comum é dada por:

$$\Delta^d Z_t = \Delta[\Delta^{d-1} Z_t]$$

Essa transformação consiste em tomar diferenças sucessivas, designadas por  $d$ , da série  $\{Z_t\}_{t=1}^T$ , com o objetivo de obter uma série estacionária; a diferença simples consiste em subtrair ao valor observado no instante atual o valor da série no instante anterior, isto é,  $\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$ , enquanto a diferença sazonal é utilizada quando a série apresenta padrões que se repetem em intervalos fixos, como meses ou trimestres, e consiste em subtrair ao valor observado o valor correspondente a um período anterior associado à sazonalidade, ou seja,  $\Delta_s Z_t = Z_t - Z_{t-s}$ , em que  $s$  representa o período sazonal; em geral, é suficiente aplicar uma ou duas diferenças, simples e/ou sazonais, para que a série se torne estacionária.

### 3.2 Conceito de Estacionaridade e Ruído Branco

Uma série temporal é classificada como estacionária quando a sua média, a variância e a estrutura de autocorrelação se mantêm constantes ao longo do tempo. A estacionaridade constitui um pressuposto essencial na modelação de séries temporais, nomeadamente nos modelos ARIMA, uma vez que permite simplificar o processo analítico e reforçar a robustez das previsões (Brás, 2024).

Além disso, um modelo é classificado como **estacionário fraco** (ou estacionário até à 2.<sup>a</sup> ordem) quando a média e a variância da série se mantêm constantes ao longo do tempo e a função de covariância depende apenas do defasamento temporal entre as observações. Por outro lado, um modelo é dito **estritamente (ou fortemente) estacionário** quando todas as distribuições conjuntas do processo são invariantes por translação no tempo, isto

é, quando a distribuição do vector aleatório não se altera para quaisquer deslocamentos temporais (Silva, 2015).

Adicionalmente, uma série temporal de **ruído branco** é um caso particular de série estacionária, caracterizada por média e variância constantes ao longo do tempo e ausência de correlação entre os seus valores, tornando cada observação independente e imprevisível (Gomes, 2025).

De acordo com Souza (2006),  $T_t$  é uma **componente de tendência**. é a componente de tendência. Indica o sentido de deslocamento da série ao longo de vários anos, podendo aumentar, diminuir ou manter-se constante.  $S_t$  é uma **componente sazonal**. Representa as flutuações periódicas de comprimento constante, que se repetem em intervalos fixos; o comprimento do período é denotado por “S”. E  $\epsilon_t$  é uma **componente aleatória** ou erro. Corresponde a tudo o que não é explicado pelas outras componentes da série, ou seja, aquilo que o modelo estimado não consegue captar. O erro é designado ruído branco quando possui distribuição normal, média nula, variância constante e ausência de correlação entre as suas observações, o que indica que o modelo conseguiu explicar ao máximo a série de dados.

### 3.3 Modelos Univariados

Souza (2006) define os modelos univariados como aqueles que se baseiam exclusivamente na informação relativa à série temporal em estudo. São citados dois tipos de modelos: os que consideram apenas a informação contida na série histórica  $Z_t$  e os que, além da informação de  $Z_t$  permitem a inclusão de outras informações relevantes não presentes na série histórica. Estes modelos podem ser construídos com base na estatística clássica ou na estatística Bayesiana.

O método Box-Jenkins trata-se de uma metodologia de ajustamento de séries temporais. Ou seja, de uma sequência de observações que são univariadas e que podem ser estacionárias ou não estacionárias. Dependendo desta classificação, considera-se a classe geral  $ARMA(p, q)$  ou  $ARIMA$ . De seguida, serão apresentados os modelos estacionários e os não estacionários.

### 3.3.1 Modelos lineares estacionários (AR, MA e ARMA)

Segundo Souza (2006), uma série temporal é considerada estacionária quando se desenvolve ao longo do tempo em torno de uma média constante, isto é, os valores da série oscilam naturalmente em torno de um valor médio fixo, sem apresentar tendências de crescimento ou decréscimo persistentes. Nestas condições, não são necessárias transformações matemáticas adicionais para a tornar estacionária. Os modelos estacionários são aqueles que assumem que o processo está em equilíbrio.

De seguida, descrevem-se os modelos estacionários *AR*, *MA* e *ARMA*.

- **Modelo Autorregressivo de ordem  $p$  – *AR* ( $p$ )**

Um modelo autorregressivo, representado por *AR*( $p$ ), descreve o valor de uma observação de uma série temporal através da atribuição de pesos às  $p$  observações anteriores. Num modelo autorregressivo, a série de dados  $\{Z_t\}_{t=1}^T$  é explicada pelos seus valores passados  $Z_{t-1}, \dots, Z_{t-p}$  e por termo de ruído branco. A forma geral da estrutura autorregressiva geral é expressa por:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t$$

onde  $Z_t$  é o valor observado no instante  $t$ ,  $\phi_0$  é a constante do modelo,  $\phi_1, \dots, \phi_p$  são os parâmetros que atribuem pesos às  $p$  observações passadas, e  $\varepsilon_t$  corresponde ao ruído branco associado à observação no instante  $t$ .

- **Modelo de Médias Móveis de ordem  $q$  – *MA*( $q$ )**

Um processo de Médias Móveis, representado por *MA*( $q$ ), é semelhante ao processo *AR*( $p$ ). Contudo, em vez de definir a observação actual através da atribuição de peso às observações anteriores, a observação  $Z_t$  é construída a partir da atribuição de pesos aos termos de ruído branco das observações passadas. Em outras palavras, trata-se de uma combinação linear do ruído branco,  $\varepsilon_t$ , ocorridos no período corrente e nos períodos anteriores.

Os processos de médias móveis de ordem  $q$ , correspondem a situações em que cada observação  $Z_t$  é a partir de uma média ponderada dos erros aleatórios ocorridos no período corrente e nos  $q$  períodos anteriores:

$$Z_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

onde  $\theta_i$  são os parâmetros da estrutura, com  $i = 1, \dots, q$  (ordem da estrutura),  $\varepsilon_t$  representa o ruído branco e  $\mu$  corresponde à média constante do processo (Borges e Landim, 2018).

- **Modelo Autorregressivo e de Médias Móveis de ordem  $p$  e  $q$  – ARMA( $p, q$ )**

Os modelos ARMA( $p, q$ ) resultam da combinação dos modelos autorregressivos de ordem  $p$  e dos modelos de médias móveis de ordem  $q$ , descrevendo uma série temporal como uma função linear dos seus valores passados e dos termos de erro passados. A representação geral do modelo é dada por:

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

onde  $\mu$  representa a média da série,  $\phi_i$  são os parâmetros autorregressivos,  $\theta_j$  os parâmetros de médias móveis e  $\varepsilon_t$  é um termo de erro aleatório com média nula e variância constante.

### 3.3.2 Modelos lineares não estacionários – ARIMA ( $p, d, q$ )

Na prática, a maioria das séries temporais não é estacionária, sendo necessário aplicar transformações para remover tendência e/ou sazonalidade e torná-las estacionárias.

- **Modelo Autorregressivo Integrado e de Médias Móveis – ARIMA ( $p, d, q$ )**

Um processo autorregressivo integrado de médias móveis constitui uma generalização do processo ARMA, que permite lidar com séries não estacionárias.

De acordo com Matos (2000), citado por Borges e Landim (2018), a maioria das séries temporais não é estacionária. No entanto, para a estimação de um modelo univariado, é necessário que a série seja estacionária. Assim, a série original pode ser submetida a

sucessivas diferenciações, de forma a torná-la estacionária. O número de diferenciações necessárias para alcançar a estacionariedade denomina-se **ordem de integração**.

Os modelos ARIMA são normalmente representados por ARIMA(p, d, q). O parâmetro p refere-se ao número de termos autorregressivos, o parâmetro d corresponde ao número de diferenciações necessárias para transformar a série não estacionária em estacionária, e o parâmetro q diz respeito ao número de termos de médias móveis (Borges e Landim, 2018). O modelo ARIMA(p,d,q) é expresso por:

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \mu + \theta_q(B)\varepsilon_t$$

em que  $Z_t$  representa a série observada no instante  $t$ ; o operador  $(1-B)^d$  diferencia a série para a tornar estacionária;  $\phi_p(B)$  é o operador autorregressivo de ordem  $p$ ;  $\theta_q(B)$  é o operador de médias móveis de ordem  $q$ ;  $\mu$  é a constante do modelo e  $\varepsilon_t$  é um ruído branco com média nula.

### 3.4 Testes de Raiz Unitária

Para detetar a não estacionariedade de uma série, pode-se analisar o seu comportamento temporal graficamente, procurando a presença de tendência e/ou sazonalidade.

Alternativamente, podem ser aplicados testes estatísticos de raiz unitária. O teste de raiz unitária mais utilizado é o Teste de Dickey-Fuller Aumentado, conhecido pela sigla em inglês ADF (*Augmented Dickey-Fuller*).

O teste assume, como hipótese nula, a existência de raiz unitária na série. Caso a hipótese nula não seja rejeitada, a série apresenta raiz unitária e, portanto, não é estacionária. A estatística ADF utilizada no teste é um valor negativo; quanto mais negativo for esse valor, mais forte é a evidência para rejeitar a hipótese nula de existência de raiz unitária (Borges e Landim, 2018).

As hipóteses do teste são:

- $H_0$ : a série **tem raiz unitária** (não é estacionária).
- $H_1$ : a série **não tem raiz unitária** (é estacionária).

Para o efeito de análise, utiliza-se a estatística  $T$ , sendo a hipótese nula rejeitada quando  $T_{calculado} < T_{tabelado}$ . Para determinar o valor de  $T_{calculado}$  realiza-se uma regressão das primeiras diferenças da série  $\Delta Z_t$  em relação a  $Z_{t-1}$ . Então, seguida, divide-se o coeficiente estimado de  $Z_{t-1}$  pelo seu desvio padrão e obtém-se o valor de  $T_{calculado}$ .

De seguida, apresentam-se as etapas para a aplicação da metodologia Box-Jenkins, que será utilizada na modelação da série em estudo.

### 3.5 Metodologia Box-Jenkins

De acordo com Morettin e Tolo (2006), esta metodologia consiste em ajustar modelos autorregressivos integrados de médias móveis ou ARIMA (p,d,q), também os modelos AR, MA, ARMA, a um conjunto de dados. A estratégia para a construção do modelo baseia-se num ciclo iterativo, no qual a escolha da estrutura do modelo se apoia nos próprios dados. As etapas do ciclo iterativo são:

- (a) Identificação;
- (b) Estimação
- (c) Verificação ou diagnóstico;
- (d) Previsão.

Caso o modelo escolhido não seja adequado, o ciclo é repetido, regressando-se à fase de identificação. A descrição de cada uma dessas etapas é apresentada de seguida.

#### 3.5.1 Identificação do modelo

Nesta fase, devem preparar-se os dados, transformando-os de forma a estabilizar a variância e diferenciando-os para obter uma série estacionária. Deve-se também examinar os dados e o gráfico da série em estudo. A análise gráfica pode indicar a presença de tendência e/ou sazonalidade, ou alterações na variância, revelando se a série é ou não estacionária.

A análise das funções de autocorrelação (FAC) e das funções de autocorrelação parcial (FACP) indica qual o modelo mais adequado, além de auxiliar na aplicação dos testes de raiz unitária para confirmar a estacionariedade. O objetivo da fase de identificação é determinar os valores de  $p$ ,  $d$  e  $q$  do modelo ARIMA( $p,d,q$ ) (Borges e Landim, 2018).

- **Função de Autocorrelação (FAC)**

A função de autocorrelação mede a dependência linear entre os valores de uma série temporal ao longo do tempo, indicando quanto um valor  $Z_t$  está correlacionado com um valor defasado  $Z_{t-k}$ , onde  $k$  é a defasagem temporal (lag). A função de autocorrelação de ordem  $k$  é definida por:

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}(Z_t, Z_{t-k})}{\text{Var}(Z_t)}, k = 0, 1, 2, \dots$$

em que  $Z_t$  representa a variável aleatória associada à série temporal no instante  $t$ ,  $Z_{t-k}$  corresponde ao valor da mesma série com um desfasamento temporal de  $k$  períodos (lag  $k$ ),  $\text{Cov}(Z_t, Z_{t-k})$  designa a covariância entre os valores da série nos instantes  $t$  e  $t - k$ ,  $\text{Var}(Z_t)$  representa a variância da série temporal, assumida constante ao longo do tempo, condição necessária para a estacionariedade, e  $k$  indica a ordem da autocorrelação, sendo um número inteiro não negativo. Ao conjunto de autocorrelações,  $\{\rho_k\}$  dá-se o nome de função de autocorrelação da série  $Z_t$ .

- **Função de Autocorrelação Parcial (FACP)**

A Função de Autocorrelação Parcial é uma extensão da função de autocorrelação que mede a dependência direta entre dois valores da série temporal separados por  $k$  períodos, eliminando o efeito de todos os lags intermediários. Em outras palavras, a FACP de ordem  $k$  indica quanto  $Z_t$  está correlacionado com  $Z_{t-k}$  de forma direta, sem a influência dos valores  $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-(k-1)}$ .

A FACP é fundamental na identificação de modelos autorregressivos (AR), pois indica o lag máximo necessário para incluir no modelo.

**Tabela 1:** Comportamento típico da FAC e da FACP nos modelos AR, MA e ARMA

Modelo	Comportamento da FAC	Comportamento da FACP
AR( $p$ )	decaimento gradual em forma de onda senoidal amortecida após a defasagem $p$	queda abrupta após o desfasamento $p$
MA( $q$ )	queda abrupta após a defasagem $q$	diminuição gradual até desaparecer
ARMA( $q - p$ )	decaimento gradual, em forma de onda senoidal amortecida, após a defasagem ( $q - p$ )	decaimento gradual, em forma de onda senoidal amortecida, após a defasagem ( $q - p$ )

Segundo Souza (2006), a identificação constitui a etapa mais difícil da metodologia de Box-Jenkins. Não são raros os casos em que não é possível identificar um único modelo, mas sim vários modelos candidatos a gerar a série em estudo. Isto deve-se ao facto de, ao trabalhar com a FAC e a FACP amostrais, muitas vezes ser difícil decidir se estas são decrescentes ou truncadas. As FAC ou FACP dizem-se **decrescentes** quando os seus coeficientes diminuem gradualmente à medida que o lag aumenta, aproximando-se de zero sem se anularem de forma abrupta. Dizem-se **truncadas** quando os coeficientes se tornam nulos a partir de um determinado lag. A observação destes padrões permite orientar a escolha do modelo mais adequado à série temporal em estudo.

Para ultrapassar este impasse, muitos investigadores preferem recorrer a um procedimento de identificação que dependa menos do julgamento de quem analisa a série temporal. Este procedimento baseia-se em critérios de seleção de modelos construídos a partir da variância estimada  $\varepsilon_t$ , do tamanho da amostra e dos valores de  $p$  e  $q$ . Os critérios mais utilizados são o **AIC** (Akaike Information Criterion) e o **BIC** (Bayesian Information Criterion).

$$\text{AIC} = \frac{\ln(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + 2(p + q)}{n}; \quad \text{BIC} = \ln(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + \frac{2(p + q)\ln(n)}{n}$$

Em que:

- $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$  é a variância estimada dos resíduos, representando o erro médio do modelo;
- $p + q$  é o número total de parâmetros do modelo, incluindo termos autoregressivos ( $p$ ) e de média móvel ( $q$ );
- $n$  é o tamanho da amostra;
- Os termos  $\frac{2(p+q)}{n}$  (AIC) e  $\frac{(p+q)\ln(n)}{n}$  (BIC) correspondem à penalização pelo número de parâmetros, favorecendo modelos parcimoniosos.

Em vez de determinar  $p$  e  $q$  de forma precisa, estimam-se os modelos correspondentes a vários pares ( $p, q$ ) e escolhe-se aquela especificação que apresente o menor valor de AIC ou de BIC. A inclusão de  $p$  e  $q$  nas fórmulas dos critérios AIC e BIC tem como objetivo “**penalizar**” modelos com muitos parâmetros, uma vez que modelos mais parcimoniosos são preferíveis, por requererem um menor número de parâmetros a estimar.

Uma crítica frequentemente feita a estes critérios é que podem conduzir a modelos superespecificados, ou seja, modelos com valores de  $p$  e/ou  $q$  superiores aos corretos. Por conseguinte, os critérios AIC e BIC devem ser utilizados como um **procedimento complementar**, e não como alternativa ao método baseado na FAC e na FACP (Souza, 2006).

### 3.5.2 Estimação dos Parâmetros

Após a determinação das ordens  $p$ , de  $q$ , procede-se à estimação dos  $p$  parâmetros  $\phi_i$ , dos  $q$  parâmetros  $\theta_j$  e da variância  $\sigma_\varepsilon^2$  da equação do modelo. Esta estimação pode ser realizada pelo **método dos mínimos quadrados** ou pela **máxima verosimilhança**. Contudo, quando o modelo inclui um componente MA, torna-se não linear relativamente aos parâmetros, exigindo a utilização de **mínimos quadrados não lineares**, que ajustam os parâmetros de forma iterativa até minimizar os resíduos. Independentemente do método escolhido, o processo de estimação é complexo e normalmente requer a utilização de software estatístico especializado (Campos, 2006).

### 3.5.3 Avaliação por meio da Análise de Resíduos

Os resíduos do modelo estimado,  $\varepsilon_t$  são estimativas do **ruído branco**. Assim, devem apresentar esse comportamento,  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_t})$ , caso o modelo esteja adequadamente especificado; ou seja, as suas autocorrelações devem ser **não significativas** (Werner e Ribeiro, 2003).

A análise dos resíduos pode ser realizada através do **teste de Ljung-Box (Q\*)**. Segundo os autores, este teste compara o valor da estatística de teste com os valores tabelados da distribuição qui-quadrado, com  $(k - p - q)$  graus de liberdade, em que  $k$  representa o número de defasagens considerado na função de autocorrelação, e  $p$  e  $q$  correspondem às ordens do modelo ajustado. A estatística do teste é dada por:

$$Q^* = n(n - 2) \sum_{j=1}^k \frac{\hat{\phi}_j^2}{n - j}$$

As hipóteses do teste de Ljung-Box são (Pereira et al., 2021):

$H_0$ : Não existem evidências de que os resíduos sejam autocorrelacionados

$H_0$ : Existem evidências de que os resíduos sejam autocorrelacionados

A hipótese nula  $H_0$  é rejeitada para valores elevados da estatística  $Q^*$ , indicando a presença de autocorrelação nos resíduos e, conseqüentemente, que o modelo pode não estar adequadamente especificado.

- **Avaliação da Ordem do Modelo**

O objetivo desta etapa é verificar se o modelo não se encontra **superespecificado** ( $p$  e/ou  $q$  superiores aos corretos) nem **subespecificado** ( $p$  e/ou  $q$  inferiores aos corretos). O modelo não deve conter parâmetros em excesso, conforme estabelece o **critério da parcimônia**.

A verificação da existência de parâmetros redundantes é realizada com base no **erro padrão** dos parâmetros  $\hat{\phi}$  e  $\hat{\theta}$ , bem como na **correlação entre eles**, permitindo identificar componentes desnecessários que possam comprometer a adequação do modelo.

Se o valor de um parâmetro estimado for pequeno em relação ao seu **erro padrão**, indicando a sua **não significância estatística**, é provável que exista **superespecificação**.

Se o parâmetro em questão não for o de maior ordem, convém analisar a **correlação** entre ele e os outros parâmetros do modelo: uma correlação elevada indica que um dos parâmetros pode ser **redundante**.

Para verificar a existência de **subespecificação**, devem ser introduzidos parâmetros adicionais, analisando a sua significância estatística. A cada nova estimação do modelo, apenas um parâmetro deve ser introduzido.

Caso, após a verificação pelos métodos indicados, haja empate entre dois ou mais modelos, o desempate deve ser realizado comparando as estimativas da variância de  $\hat{\varepsilon}_t(\hat{\sigma}_t^2)$  e os valores obtidos para os critérios **AIC** e **BIC**. Quanto menor o valor de  $(\hat{\sigma}_t^2)$ , melhor, em princípio, será o modelo estimado e mais precisas as previsões realizadas com base nele. Os critérios AIC e BIC devem, igualmente, ser **minimizados** (Souza, 2006).

### 3.5.4 Previsão após ajuste e critérios de avaliação

Segundo Souza (2006), depois de o investigador ter selecionado, entre os modelos estimados, aquele que se revele mais adequado e que apresente os menores valores de **AIC** e/ou **BIC**, chega-se à última etapa da metodologia de Box-Jenkins, que consiste na **realização de previsões** da série  $Z_t$  para instantes de tempo posteriores a  $t$ .

- **CrITÉRIOS de avaliação**

Para validar previsões em séries temporais, a série é geralmente dividida em conjunto de treino, utilizado para ajustar o modelo, e conjunto de teste, destinado a avaliar a qualidade das previsões. Entre as principais medidas de precisão destacam-se o **Erro Absoluto Médio (MAE)**, o **Erro Quadrático Médio (MSE)**, a **Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE)** e o **Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)**. O MAE mede a magnitude média dos erros em valor absoluto, garantindo que sobrestimas e subestimas não se anulam, sendo simples de calcular e fácil de interpretar. O MSE calcula a média dos erros

ao quadrado, dando maior peso aos erros mais elevados, o que o torna útil para identificar falhas significativas e avaliar a consistência do modelo. O RMSE é a raiz quadrada do MSE, mantendo a unidade da série original e permitindo avaliar diretamente a precisão das previsões, com maior sensibilidade para erros elevados. Por fim, o MAPE expressa os erros em termos percentuais, possibilitando a comparação da precisão entre séries de diferentes escalas e oferecendo uma interpretação intuitiva do desvio médio relativo entre os valores observados e os previstos.

#### 4. Introdução à Regressão Linear

A regressão linear é uma técnica estatística utilizada para modelar a relação entre uma variável dependente  $Y$  e várias variáveis explicativas  $X_1, X_2, \dots, X_k$ . Esta técnica permite estimar o efeito de cada variável independente sobre a variável resposta e realizar previsões fundamentadas em dados observados.

##### 4.1. Modelo de Regressão Linear Múltipla

Quando a análise envolve apenas uma variável independente, o modelo é denominado **regressão linear simples**. Neste caso, a relação entre a variável dependente  $Y$  e a variável explicativa  $X$  é representada por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

Por outro lado, quando o modelo inclui duas ou mais variáveis explicativas, designa-se **regressão linear múltipla**, sendo esta uma generalização do modelo simples. No modelo múltiplo, é possível avaliar simultaneamente o efeito de cada variável explicativa sobre a variável resposta. Os coeficientes de cada variável explicativa revelam a sua contribuição para a previsão global e permitem interpretar a influência de cada variável na previsão do resultado. Conforme Charnet, citado por Borges (2022), a equação da regressão linear múltipla é dada por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i$$

em que  $Y_i$  é a variável resposta,  $\beta_0$  é a ordenada na origem,  $\beta_1, \dots, \beta_k$  são os coeficientes correspondentes a cada variável explicativa  $x_{1i}, \dots, x_{ki}$  para  $i = 1, 2, \dots, n$ ; por último,  $\varepsilon_i$  corresponde ao termo aleatório, representando a variação da variável resposta que não é explicada pelas variáveis explicativas.

## 4.2 Método dos Mínimos Quadrados Ordinários

Os parâmetros  $\beta_0$  e  $\beta_1$  da regressão linear simples podem ser estimados pelo **Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)**, que consiste em determinar os valores de  $\beta_0$  e  $\beta_1$  que **minimizam a soma dos quadrados dos resíduos**, correspondentes às diferenças entre os valores observados e os valores ajustados pelo modelo. As fórmulas dos coeficientes estimados são dadas por:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

enquanto  $\beta_0$  é obtido por:

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}$$

De acordo com Hoffmann e Vieira (1998), citado por Borges, (2022), o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), baseia – se em definir os estimadores que minimizam a soma dos quadrados dos resíduos, por isso que recomendado pela sua simplicidade. Partindo deste modelo de regressão linear múltipla com k variáveis explicativas em notação matricial é dada pela expressão:

$$Y = X\beta + \mu$$

em que Y representa o vetor das observações da variável resposta; X corresponde matriz das variáveis explicativas;  $\beta$  é o vector de parâmetro verdadeiro(desconhecidos) que queremos estimar, por fim,  $\mu$  vector dos erros / resíduos.

E, o estimador  $\hat{\beta}_i$  representa os coeficientes estimados do modelo dos mínimos quadrados linear múltipla, obtidos pelo Métodos dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Assim o estimador  $\hat{\beta}_i$  é dada por equação (Marques 2023, p.12):

$$\hat{\beta}_i = (X' X)^{-1} (X' Y)$$

representa os coeficientes obtidos a partir dessa minimização, que descrevem o impacto médio de cada variável explicativa sobre Y.

De modo a simplificar e facilitar o cálculo, o modelo pode ser expresso em forma matricial:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}}_{\underline{Y}} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix}}_{\underline{X}} \times \underbrace{\begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}}_{\underline{\beta}} + \underbrace{\begin{bmatrix} \varepsilon_0 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}}_{\underline{\varepsilon}}$$

### 4.3 Verificação dos pressupostos do Modelo

Segundo (Damásio, 2021), antes de executar uma **regressão linear múltipla**, é essencial verificar se os dados atendem a certos pressupostos. Os principais pressupostos são:

- **Linearidade:** entre a variável dependente e explicativas devem existir uma relação linear.
- **Normalidade:** refere-se ao de os resíduos deverem seguir uma distribuição normal. A validade deste pressuposto pode ser verificados através de testes estatísticos, como o Shapiro-Wilk e o Kolmogorov-Smirnov, bem como pela sua visualização em gráficos, como histograma.
- **Homoscedasticidade:** indica que os erros devem apresentar variância constante, ou seja, a variância dos resíduos não deve depender dos valores **das** variáveis explicativas.
- **Independência dos resíduos:** este pressuposto indica que os erros associações às observações não devem ser correlacionados entre si.
- **Ausência de multicolinearidade:** este pressuposto indica que as variáveis explicativas não devem apresentar alta correlação entre si. Ou seja, não devem existir multicolinearidade entre elas.

#### **4.4 Método Stepwise**

Segundo Borges (2022), na regressão linear múltipla existem três formas de realizar o processo de seleção de variáveis explicativas: forward, backward e blockwise. No forward, o processo de seleção consiste em o investigador decidir as variáveis explicativas uma de cada vez na equação; no backward, todas as variáveis explicativas são incluídas de uma só vez, sendo depois retidas do modelo, uma a uma, até se identifica o modelo mais adequado; já no blockwise, existe uma semelhança com o forward mas com uma diferença: em vez de incluir as variáveis individualmente, o processo adiciona apenas as variáveis significativas e remove as que não são significativas.

#### **4.5 Propriedades dos Erros ( $\epsilon_i$ )**

Estes pressupostos prendem-se, em grande parte, com o comportamento do termo erro, mas não exclusivamente com este. Para que o modelo de regressão linear seja adequado, assume-se a linearidade dos parâmetros, que as observações constituem uma amostra aleatória da população e que a variável independente não é constante. Adicionalmente, o erro deve apresentar valor esperado nulo, dado o valor da variável independente, assegurando o não enviesamento dos estimadores dos parâmetros do modelo. Estes pressupostos garantem, assim, a fiabilidade dos estimadores obtidos pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários.

Por sua vez, a hipótese de homocedasticidade, segundo a qual o termo erro apresenta variância constante independentemente dos valores da variável independente, constitui a base para a obtenção das expressões da variância dos estimadores do método. Importa ainda distinguir claramente os conceitos de erro e de resíduo, frequentemente confundidos na análise econométrica. Admitindo a existência de uma relação funcional não observável entre a variável independente e a variável dependente, os desvios das observações relativamente a essa função correspondem aos erros, que não são observáveis. Quando se estima um modelo de regressão com base numa amostra, os desvios das observações da variável dependente face aos valores estimados pelo modelo designam-se resíduos, sendo estes observáveis e utilizados na avaliação do ajustamento do modelo (Marques, 2023)

## 4.6 Coeficientes Padronizados

Os **coeficientes padronizados** resultam da transformação das variáveis do modelo de regressão para uma escala comum, em que cada variável é expressa em unidades de desvio padrão. Esta padronização permite **comparar diretamente a magnitude dos efeitos das variáveis explicativas** sobre a variável dependente, independentemente das unidades originais de cada variável (Estatística Fácil, s.d.).

Relativamente ao sinal dos coeficientes de regressão, pode ser positivo ou negativo, indicando a direção da relação entre variáveis. Quando o coeficiente é positivo, isso mostra que, à medida que tanto a variável independente aumenta, a variável dependente também aumenta. Por outro lado, um coeficiente negativo indica que, à medida que a variável independente aumenta, a variável dependente diminui (Neto, 2024).

Além disso, o tamanho do coeficiente revela a força do efeito da variável independente sobre a dependente. Ou seja, ao comparar dois modelos com os coeficientes diferentes para a mesma variável independente, aquele que apresentar um maior valor absoluto indica um impacto mais forte sobre o resultado. Isto é, enquanto coeficientes próximos de zero revela efeitos fracos (LinkedIn, 2024).

O intercepto  $\beta_0$  deixa de existir neste tipo de regressão, uma vez que as variáveis já estão centradas. Conforme descrito por (Amaral, n.d.), a relação entre os coeficientes originais ( $\beta$ ) e os padronizados ( $\beta^*$ ) é dada por:

$$\beta_j^* = \beta_j \times \frac{\sigma_{X_j}}{\sigma_Y}, \quad j = 1; \dots; k$$

em que o  $\beta_j$  corresponde o coeficiente não padronizado da variável  $X_j$ ; representa desvio – padrão da variável  $X_j$ ;  $\sigma_Y$  é o desvio – padrão da variável  $Y$ .

Neste sentido, o coeficiente de padronizado tem aplicação em diferentes áreas de estudo, como ciências, sociais, psicologia, ciência de saúde e ciências de dados. Os gráficos de barras ou diagrama de dispersão são instrumentos importantes para a visualização dos coeficientes padronizados, evidenciando a **magnitude** e a **direção** dos coeficientes que facilita uma melhor compreensão por parte de quem não tem grande familiaridade com a matéria diminui (Estatística Fácil, s.d.).

## 5. Metodologia

### 5.1 Fontes de dados e variáveis a utilizar

Este estudo é de natureza documental, quantitativa, descritiva e comparativa, uma vez que se baseia em dados secundários e históricos relativos à população de Portugal e da Guiné-Bissau, no período compreendido entre 1950 e 2021. Os dados foram obtidos a partir da base de dados *World Population Prospects*.

Nesta linha de raciocínio, para compreender a evolução de ambos países, foram selecionadas as seguintes variáveis: indicadores de demográficos como a taxa de natalidade, a mortalidade geral e infantil, fecundidade geral e esperança de vida; o número total da população entre 1950 e 2021 (para análise de séries temporais); e para aplicação de Regressão Linear Múltipla e análise de coeficientes padronizados, considerou-se a Taxa de Crescimento de Natural como variável dependente, e a Taxa Bruta de Natalidade e a Taxa Bruta de Mortalidade como variáveis independentes.

### 5.2 Métodos aplicados

Neste estudo, aplicou-se a metodologia de Box–Jenkins aos dados populacionais de Portugal e da Guiné-Bissau. Em primeiro lugar, aplicaram-se testes de Dickey–Fuller para verificar se as séries originais eram estacionárias ou não. O teste confirmou que as séries originais não eram estacionárias; assim, no caso de Portugal foi necessária a aplicação de duas diferenciações para estabilizar a série, enquanto para a Guiné-Bissau bastou uma diferenciação de primeira ordem.

Após este procedimento, identificaram-se os valores iniciais de  $p$ ,  $d$  e  $q$  com base na análise da Função de Autocorrelação (FAC) e da Função de Autocorrelação Parcial (PACF). A estimação dos parâmetros foi realizada no software **R**, tendo o modelo mais adequado sido selecionado com base nos critérios de informação AIC e BIC.

Posteriormente, verificou-se se os resíduos se comportavam como ruído branco, confirmando a adequação do modelo ajustado. Uma vez validado, este foi utilizado para gerar previsões populacionais. A qualidade das previsões foi avaliada através de métricas de precisão, nomeadamente o Erro Quadrático Médio (RMSE), o Erro Absoluto Médio

(MAE), o Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE) e o Erro Percentual Absoluto Médio Simétrico (SMAPE).

E, também, recorreu-se à aplicação da **regressão linear múltipla** com o intuito de identificar as variáveis que mais influenciam ou pesa o crescimento populacional em ambos os países. Primeiramente, prepararam-se os dados relativos à variável dependente e às variáveis independentes. Seguidamente, realizou-se uma análise exploratória dos dados. Posteriormente, verificaram-se os pressupostos do modelo, nomeadamente a linearidade, a ausência de multicolinearidade e a normalidade. Por último, procedeu-se à avaliação e interpretação do modelo por intermédio do Teste F, do coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  ajustado), da análise dos coeficientes e da interpretação dos seus sinais e magnitudes.

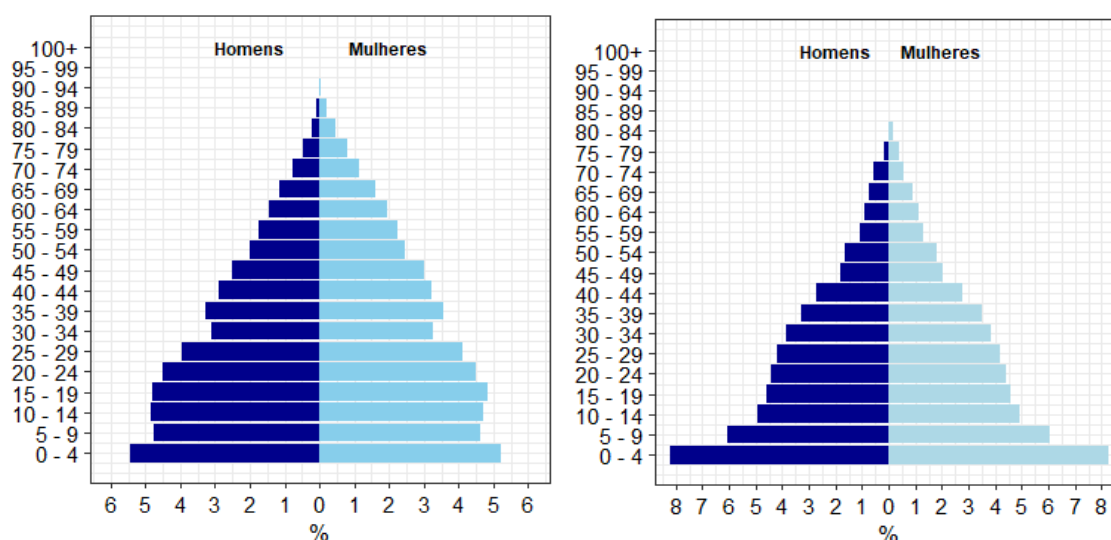
Ressalva-se que, a aplicação da metodologia referente à regressão linear múltipla foi aplicada somente para efeitos exploratórios e comparativos em relação a outros estudos disponíveis na literatura e que utilizavam a mesma abordagem, pois sua aplicação contradiz os pressupostos necessários para a elaboração de modelos de sérios temporais.

## 6. Análise de Resultados

### 6.1 Evolução demográfica em Portugal e na Guiné-Bissau

Nesta secção, apresentam-se os principais resultados da análise dos dados demográficos de Portugal e da Guiné-Bissau, no período compreendido de 1950 a 2021. A análise procurou compreender, de forma integrada, a evolução de indicadores demográficos essenciais, como a distribuição da população por sexo e idade, a natalidade, a mortalidade infantil e geral, a esperança de vida à nascença e a fecundidade total.

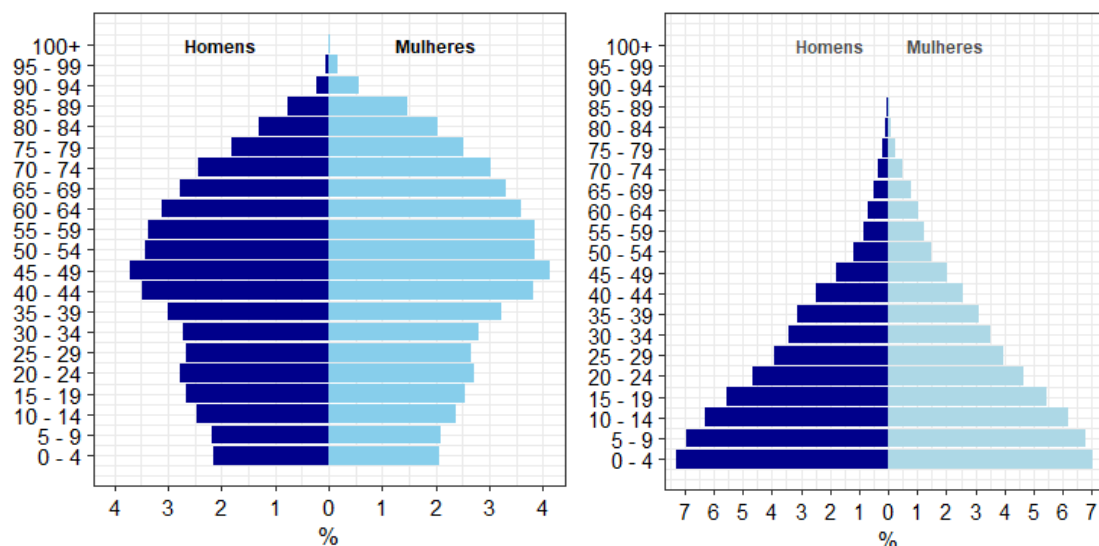
**Figura 1:** Pirâmide etária de Portugal (1950) vs. pirâmide etária da Guiné-Bissau (1950)



Como pode se observar pela figura 1, a pirâmide etária de Portugal, em 1950, apresenta uma base relativamente larga e o topo estreito, característica de um país se encontrava em processo de transição demográfica. A maioria da população era constituída por jovens, com um número reduzido de idosos. Apesar disso, verificava – se já uma redução da taxa de mortalidade infantil, resultado das melhorias na medicina preventiva, da implementação do Plano Nacional de Vacinação, do reforço da atenção prestada a mães e recém-nascidos, do acesso mais alargado aos cuidados de saúde e da execução do Plano Nacional de Saúde. Enquanto isso, a pirâmide etária da Guiné-Bissau em 1950 apresenta uma base ainda mais larga revelando taxa de natalidade e mortalidade muitas elevadas, resultantes das epidemias, desastres naturais e condições socioeconómicas precária. O topo era bastante estreito, evidenciando uma grande percentagem de jovens e número

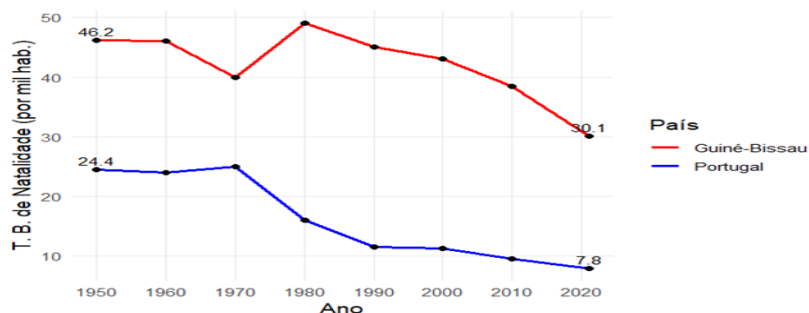
bastante reduzidos dos idosos. A população era pouco envelhecida, com esperança de vida muito baixa, o que indica que o país se encontrava numa fase pré – transição demográfica.

**Figura 2:** Pirâmide etária de Portugal (2021) vs. pirâmide etária da Guiné-Bissau (2021)



No que se concerne à Figura 2, a pirâmide etária de Portugal em 2021 apresenta uma base estreita e um topo relativamente largo, refletindo a baixa natalidade e o envelhecimento da população. Este tipo de pirâmide caracteriza um país em fase avançada de transição demográfica. Neste contexto, a população idosa representa uma maior proporção significativa, resultado do aumento generalizado dos níveis de escolaridade, maior acesso ao emprego, rendimentos mais estáveis e a maior proteção social. O aumento da esperança de vida, uma população muito envelhecida, demonstrando que o país já completou a sua última de transição demográfica e já entrou numa segunda transição demográfica que se caracteriza pela existência de mais óbitos do que nascimentos. Por outro lado, a pirâmide da Guiné-Bissau, continua a apresentar uma base larga e um topo estreito, evidenciando que ainda a população jovem predomina. O país mantém uma elevada taxa natalidade e uma mortalidade relativamente alta, embora esta tenha diminuído devido ao controlo de epidemias, á utilização crescente de métodos contraceptivos e ao aumento da escolarização das mulheres. Estes padrões indicam que a Guiné-Bissau se encontra numa fase precoce da transição.

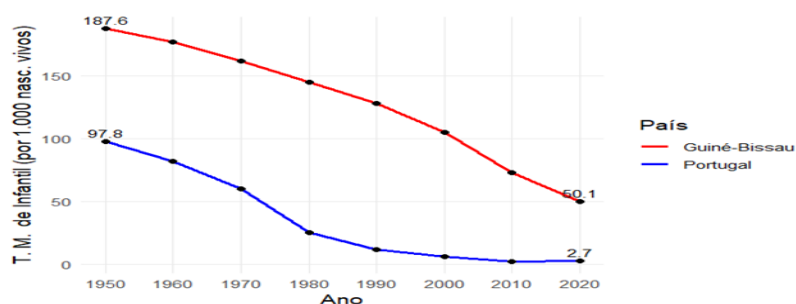
**Figura 3:** *Evolução da taxa bruta de natalidade em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021)*



A Figura 3 apresenta a evolução da taxa bruta de natalidade em Portugal e na Guiné-Bissau, evidenciando trajetórias distintas ao longo do tempo. Em Portugal, observa-se uma diminuição acentuada da taxa de natalidade a partir da década de 1970, associada a profundas transformações sociais, nomeadamente a generalização da escolaridade, o aumento da participação feminina no mercado de trabalho e o adiamento da maternidade. Entre 1950 e 2021, verificou-se que a taxa de natalidade em Portugal caiu de cerca de 24,4 nascimentos por mil habitantes, em 1950, para 7,8 nascimentos por mil habitantes em 2021.

Por outro lado, na Guiné-Bissau, a taxa de natalidade era significativamente mais elevada, embora se observe uma ligeira redução ao longo do tempo, passando de 46 nascimentos por mil habitantes em 1950 para 31,1 nascimentos por mil habitantes em 2021. A manutenção de uma natalidade elevada ao longo do período analisado, embora com tendência decrescente a partir da década de 1980, reflete uma estrutura demográfica jovem, elevados níveis de fecundidade e mudanças graduais nas condições sociais e económicas.

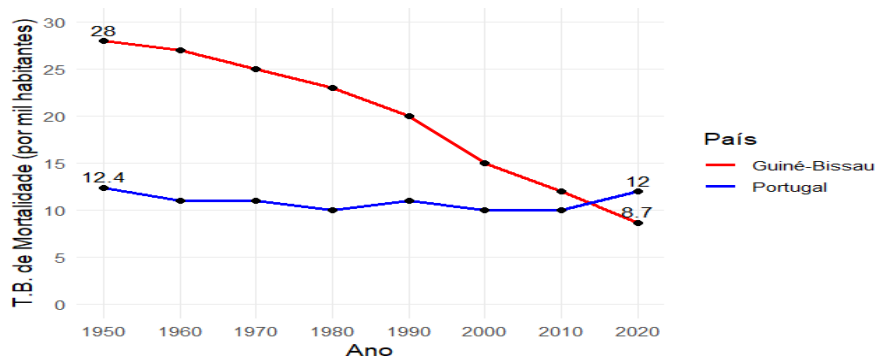
**Figura 4:** *Evolução da taxa de mortalidade infantil em Portugal e na Guiné-Bissau (1950 -2021)*



Conforme a Figura 4, em Portugal, a mortalidade infantil apresentou uma acentuada diminuição ao longo do período analisado. Nos anos 1950 e 1960, a taxa era elevada devido às precárias condições de vida e à limitação dos serviços de saúde. A partir da década de 1970, verificou-se uma melhoria progressiva, resultado da medicina preventiva, do Plano Nacional de Vacinação, da atenção a mães e recém-nascidos e do alargamento do acesso aos cuidados de saúde. Em termos numéricos, em 1950 Portugal registava uma taxa de mortalidade infantil de 97,8 óbitos por mil nados-vivos, enquanto em 2021 esta taxa diminuiu para 2,7 óbitos por mil nados-vivos.

Na Guiné-Bissau, em 1950, a mortalidade infantil era muito elevada, associada a más condições de vida, falta de cuidados de saúde, desnutrição e baixos níveis de escolaridade. Nas décadas seguintes, registou-se uma redução gradual com a expansão dos serviços de saúde, programas de vacinação, melhorias no saneamento e educação em saúde. Apesar desta diminuição, a taxa manteve-se elevada devido a desigualdades económicas, instabilidade política e doenças infecciosas evitáveis, como malária, diarreia e pneumonia. Em termos numéricos, em 1950 o país registava 187,6 óbitos por mil nados-vivos, valor que desceu para 50,1 óbitos por mil nados-vivos em 2021.

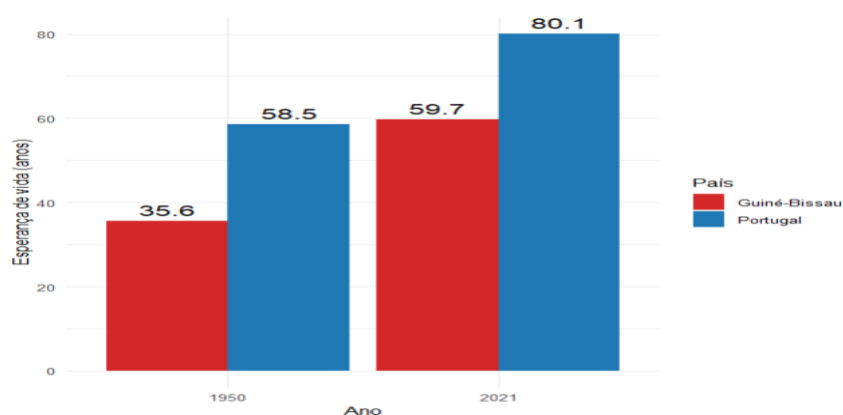
**Figura 5:** *Evolução da taxa de mortalidade geral em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021)*



Entre 1950 e 2021, Portugal apresenta uma tendência relativamente estável da mortalidade geral, como se verifica na Figura 5, devido às melhorias das condições de saúde, aos elevados níveis de escolaridade, ao acesso generalizado aos serviços de saúde, à baixa taxa de desemprego, aos rendimentos estáveis e à maior proteção social. O aumento da esperança de vida e o envelhecimento da população contribuem para que a taxa bruta de mortalidade se mantenha superior à da Guiné-Bissau, equilibrando o número de óbitos anuais, apesar da diminuição da natalidade. Em termos numéricos, em 1950 Portugal registava uma taxa de mortalidade de cerca de 12 óbitos por mil habitantes, valor que se manteve praticamente inalterado em 2021.

Em contraste, a Guiné-Bissau apresenta uma taxa bruta de mortalidade média ponderada mais baixa, resultado da estrutura etária jovem da população, embora a mortalidade em determinados grupos etários possa ser elevada. Entre 1960 e 1974, a Guerra de Libertação de Portugal contribuiu para um aumento significativo da mortalidade, devido a conflitos armados, deslocações forçadas e destruição de infraestruturas. Nas décadas seguintes, observa-se uma redução lenta e contínua da mortalidade geral, refletindo melhorias graduais no acesso à educação, à saúde e no desenvolvimento económico e social, embora em 1998 o conflito político-militar tenha provocado um aumento temporário de óbitos. Em termos numéricos, em 1950 a taxa de mortalidade situava-se em cerca de 28 óbitos por mil habitantes, tendo-se reduzido para 8,7 óbitos por mil habitantes em 2021.

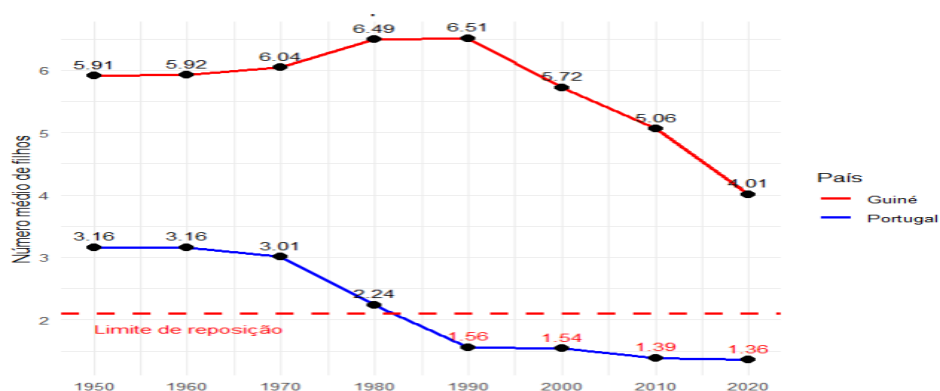
**Figura 6:** *Esperança de vida à nascença em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021)*



A Figura 6 indica a esperança de vida à nascença em Portugal e na Guiné-Bissau, entre 1950 e 2021, evidenciando progressos claros em ambos os países, embora em níveis bastante distintos. Em Portugal, a esperança de vida à nascença é consideravelmente superior à da Guiné-Bissau, refletindo as melhorias nas condições de saúde, os elevados níveis de escolaridade, o maior acesso aos serviços de saúde, a baixa taxa de desemprego, rendimentos estáveis e uma proteção social mais consolidada. Em termos numéricos, em 1950 Portugal apresentava uma esperança de vida de 58,5 anos, valor bastante superior ao da Guiné-Bissau, que registava cerca de 35,6 anos, correspondendo a uma diferença inicial de aproximadamente 23 anos. Em 2021, Portugal atingiu uma esperança de vida de cerca de 81 anos, enquanto a Guiné-Bissau registava 59,7 anos, mantendo-se uma diferença significativa de cerca de 20 anos.

Na Guiné-Bissau, observa-se apenas um aumento gradual da esperança de vida, condicionado pelos conflitos políticos e militares, pela pobreza e pelo fraco investimento no setor da saúde. Para além disso, verifica-se uma ausência de progresso em termos sociais, bem como hábitos alimentares e prática de atividade física pouco saudáveis, fatores que limitam a evolução da longevidade no país.

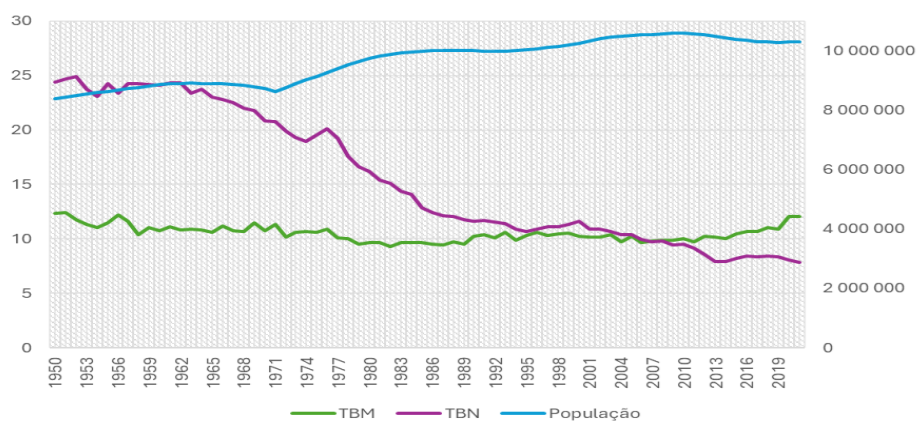
**Figura 7:** *Evolução do Índice S. de Fecundidade em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021)*



Como se observa na Figura 7, o Índice Sintético de Fecundidade (ISF) mostra a evolução do número médio de filhos por mulher em Portugal e na Guiné-Bissau. Em Portugal, a fecundidade, já moderada no início do período, registou uma redução progressiva a partir da década de 1970, associada ao adiamento da maternidade, à diminuição do número de filhos por família, à expansão da escolaridade, à maior participação feminina no mercado de trabalho e à difusão de métodos contraceptivos. Em termos numéricos, Portugal apresentava, em 1950, níveis de fecundidade relativamente controlados; contudo, a partir da década de 1970 verificou-se uma redução contínua, aproximando-se em 1980 do nível necessário para a reposição populacional (2,1 filhos por mulher), sendo que, na década de 1990, a taxa de fecundidade passou a situar-se abaixo desse limiar. Em 2021, a fecundidade em Portugal atingiu 1,36 filhos por mulher.

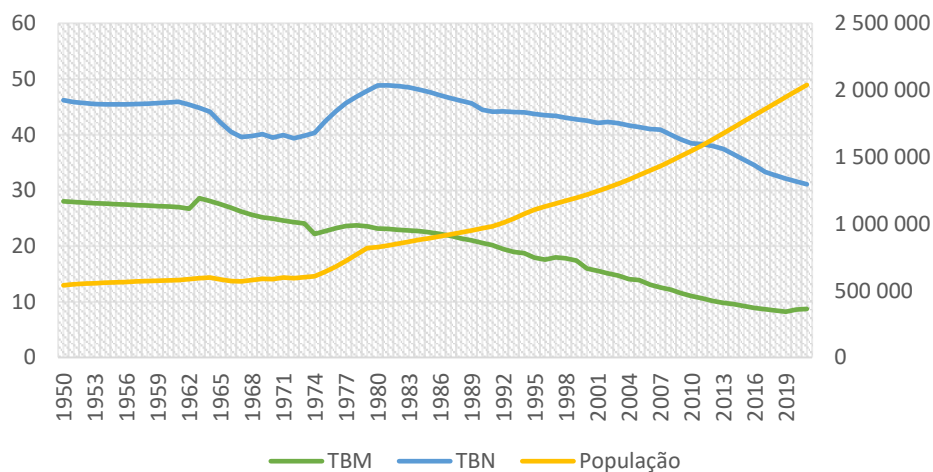
Na Guiné-Bissau, a partir da década de 1990, observa-se também um declínio contínuo da fecundidade, embora partindo de níveis muito elevados. Este decréscimo é limitado por normas culturais que valorizam famílias numerosas, menor acesso a métodos contraceptivos modernos e restrições no sistema de saúde reprodutiva, mantendo a fecundidade acima do limiar de reposição e claramente superior à de Portugal. Em termos numéricos, a taxa de fecundidade era significativamente elevada em 1950, com cerca de 5,9 filhos por mulher, mantendo-se durante várias décadas acima de 6 filhos por mulher. Contudo, a partir da década de 1990, verifica-se uma queda contínua da fecundidade, que atingiu cerca de 4,1 filhos por mulher em 2021.

**Figura 8:** *Transição Demográfica em Portugal (1950–2021)*



A Figura 8 ilustra a transição demográfica em Portugal, evidenciando a evolução da taxa bruta de mortalidade (linha verde), da taxa bruta de natalidade (linha roxa) e da população total (linha azul) ao longo do período em análise. Observa-se que Portugal apresenta baixos níveis de natalidade, uma mortalidade reduzida e relativamente estável e um crescimento populacional lento, o que confirma a sua inserção numa fase avançada da transição demográfica, caracterizada por uma população envelhecida.

**Figura 9** — *Transição Demográfica na Guiné-Bissau (1950–2021)*



A Figura 9 apresenta o gráfico da transição demográfica na Guiné-Bissau, evidenciando a evolução da população (linha amarela), da taxa bruta de natalidade (linha azul) e da taxa bruta de mortalidade (linha verde) ao longo do período em análise. Observa-se que a Guiné-Bissau apresenta altos níveis de natalidade e mortalidade, características típicas de países que ainda se encontram em fases iniciais da transição demográfica. A população

crece de forma rápida, refletindo a elevada natalidade e mortalidade, o que indica que o país se encontra numa fase inicial da transição demográfica, caracterizada por uma população maioritariamente jovem e em crescimento.

## 6. 2 Séries Temporais das Variáveis Demográficas

### 6.2.1 Análise Exploratória da Série Temporal

A análise descritiva de uma série temporal tem como objetivo apresentar os dados observados sob a forma de tabelas e medidas descritivas, de modo a estudar a distribuição da variável, acompanhada de resumos que facilitem uma primeira análise dos dados, permitindo também a obtenção de valores numéricos que os caracterizam globalmente (Borges e Landim, 2018).

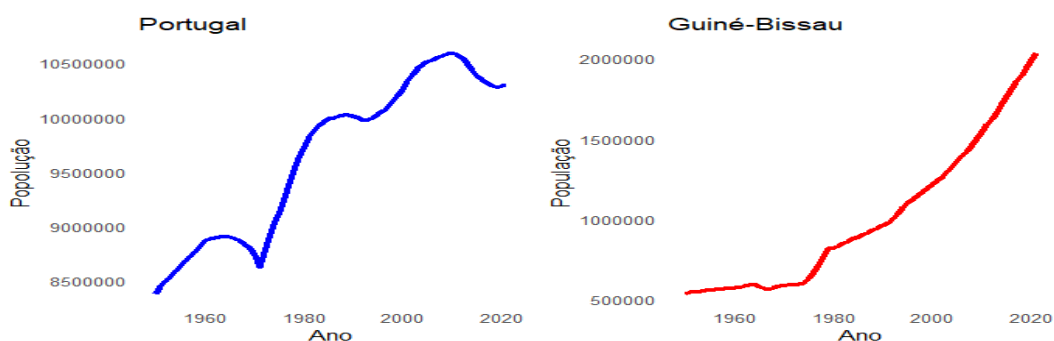
**Tabela 2:** Estatísticas descritivas das séries em estudo

País	Min.	Max.	média	Mediana	1ºQ	3ºQ	D. Padrão
Portugal	8.386.357	10.596.794	9.659.319	9.978.744	8.892.945	10.298.267	726.497,8
G-Bissau	539.536	2.038.353	1.010.130	900.088	588.442.2	1.307.996	448.287,6

A tabela 2 apresenta uma visão geral das estatísticas descritivas, onde destaca o crescimento populacional de Portugal e da Guiné-Bissau. Da análise da tabela, verifica-se uma diferença entre os dois países. Em Portugal, a média e mediana do crescimento populacional são relativamente baixos sendo 9.659.319 e 9.978.744 respetivamente e um desvio padrão de 726.497,8. Já na Guiné-Bissau, a média e a mediana são mais elevadas, sendo 1.010.130 e 900.088 respetivamente e um desvio padrão de 448.287,8.

Ao estudar uma série temporal, constrói-se o seu gráfico para observar a sua evolução no tempo. O que pode ser bastante esclarecedor e permite identificar como evolui a tendência da série, se existe ou não sazonalidade e se ocorrem observações anormais.

**Figura 10:** *Crescimento populacional em Portugal e na Guiné-Bissau (1950–2021)*



Observando as Figuras 1 e 2, ambas representadas por gráficos de linha das séries temporais originais da população de Portugal e da Guiné-Bissau, verifica-se a existência de oscilações nas séries ao longo do tempo, o que pode gerar instabilidade em alguns parâmetros, como a média e a variância. Os crescimentos populacionais de ambos os países apresentam tendências acentuadas, comportamento característico de séries não estacionárias. No entanto, será necessário realizar um teste de raiz unitária para comprovar esta suposição.

Neste sentido, aplicou-se o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), cujos resultados se encontram apresentados na Tabela 3. Os valores-p obtidos para Portugal (0,46) e para a Guiné-Bissau (0,99) são superiores ao nível de significância de 5%, pelo que não se rejeita a hipótese nula de existência de raiz unitária. Conclui-se, assim, que as séries não são estacionárias em nível, tornando necessária a aplicação de diferenciação para assegurar a estacionariedade antes do ajustamento dos modelos ARIMA.

**Tabela 3:** *Teste de Dickey-Fuller*

País	P-Valor
Portugal	0.46
Guiné-Bissau	0.99

Como os **p-valores** da estatística de teste são superiores a 5%, não se rejeita a hipótese nula do teste ADF, que assume a não estacionariedade da série; logo, ambas as séries são não estacionárias.

## 6.2.2 Metodologia de Box-Jenkins – Modelação da Série

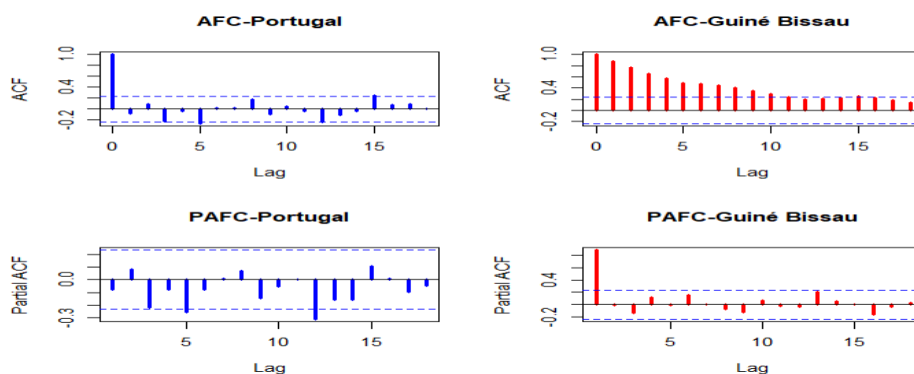
Um dos métodos mais utilizados na modelação de séries temporais é o ciclo iterativo de Box-Jenkins, que consiste na construção e validação de quatro etapas:

- Identificação do modelo
  - Estimação dos parâmetros do modelo
  - Avaliação ou diagnóstico dos resíduos
  - Previsão
- 
- **Identificação do modelo**

Antes de avançar para esta etapa, procedeu-se à estacionarização das séries através da diferenciação, de forma a permitir a modelação. A série da Guiné-Bissau atingiu a estacionariedade com uma diferença, apresentando um **p-valor** de 0,046 no teste de Dickey-Fuller, inferior ao nível de significância de 5%. Já a série de Portugal alcançou a estacionariedade após duas diferenças, com um **p-valor** de 0,01.

Os gráficos seguintes apresentam as funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP) das séries já diferenciadas.

**Figura 11:** Funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP) das séries diferenciadas



Como se pode observar na Figura 11, a análise das funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP) das séries diferenciadas permite orientar a escolha dos parâmetros do modelo ARIMA para Portugal e para a Guiné-Bissau. No caso de Portugal, verifica-se na FAC que a autocorrelação inicial é elevada, decaindo rapidamente nos lags

seguintes, sugerindo que apenas um pequeno número de termos MA ( $q$ ) é necessário. A FACP apresenta picos pouco pronunciados nos primeiros lags, indicando igualmente que o número de termos AR ( $p$ ) pode ser reduzido. Na Guiné-Bissau, a FAC apresenta um decaimento mais gradual, enquanto a FACP evidencia alguns picos nos primeiros lags, sugerindo a inclusão de mais termos AR ou MA do que em Portugal.

Em ambos os casos, as FAC e FACP permitem identificar **modelos candidatos**, que serão posteriormente ajustados e validados através dos critérios de informação AIC e BIC, assegurando uma modelação adequada das séries temporais. Como referido na secção 4.5.1, a FAC e a FACP auxiliam na determinação das ordens dos parâmetros do modelo ARIMA( $p,d,q$ ). Através do teste de Dickey-Fuller verificou-se a não estacionariedade das séries, pelo que se aplicaram duas diferenciações, fixando-se  $d = 2$  para Portugal e  $d = 1$  para a Guiné-Bissau. Deste modo, os modelos iniciais considerados foram do tipo ARIMA ( $p,2,q$ ) e ARIMA( $p,1q$ ), respetivamente.

A partir da análise dos gráficos e da identificação dos lags significativos, foi proposto um conjunto de modelos candidatos, entre os quais se seleccionou aquele que melhor explica a distribuição dos dados de Portugal e da Guiné-Bissau.

**Tabela 4:** *Identificação do modelo – Portugal*

Modelo	AIC	BIC
<b>ARIMA (2,2,1)</b>	<b>1653.317</b>	<b>1660.062</b>
<b>ARIMA (1,2,1)</b>	<b>1653.317</b>	<b>1660.062</b>
<b>ARIMA (1,2,2)</b>	<b>1653.317</b>	<b>1660.062</b>

**Tabela 5:** *Identificação do modelo – Guiné-Bissau*

Modelo	AIC	BIC
<b>ARIMA (2,1,0)</b>	1474.411	1481.199
<b>ARIMA (1,1,0)</b>	1474.411	1481.199
<b>ARIMA (1,1,1)</b>	1476.384	1485.435
<b>ARIMA (2,1,1)</b>	1474.352	1483.403

Para os dados de Portugal, optou-se pelo modelo ARIMA (1,2,1) por ser mais parcimonioso. No caso da série da Guiné-Bissau, selecionou-se também o modelo ARIMA (2,1,1), por ser parcimonioso e apresentar os menores valores de AIC e BIC. No entanto, ainda é necessário verificar se, nos modelos referidos, os resíduos constituem ruído branco, o que será feito posteriormente. Caso não o sejam, deverá regressar-se à fase de identificação. Uma vez identificado o modelo adequado, passa-se à fase de estimação.

- **Estimativa dos Parâmetros**

Os coeficientes dos modelos foram estimados pelo método da máxima verossimilhança. Para o modelo ARIMA (1,2,1), obtém-se a seguinte equação,

$$\Delta^2 Z_t = 0,8\Delta^2 Z_{t-1} + 0,9 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

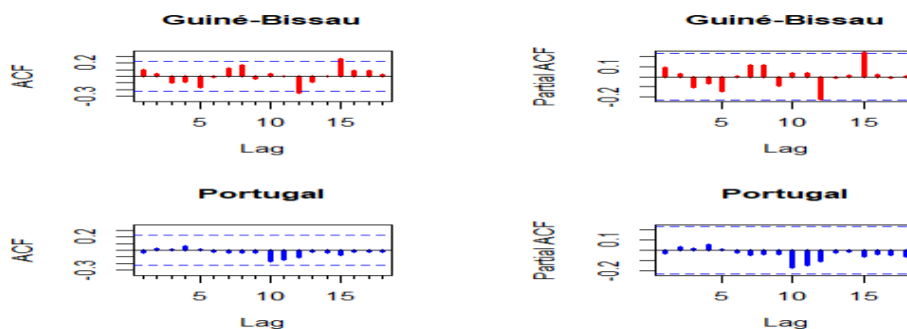
que explica a distribuição dos dados do crescimento populacional de Portugal entre 1950 à 2021. Para o modelo ARIMA (2,1,1), a equação é dada por,

$$\Delta^1 Z_t = 22\,245 + 0,82\Delta^1 Z_{t-2} - 0,83 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

- **Verificação do Modelo / Diagnóstico dos Resíduos**

Depois da definição da “melhor” estrutura e da estimativa dos parâmetros do modelo, outra etapa fundamental é a fase de diagnóstico. Nesta fase, as seguintes características dos resíduos precisam de ser analisadas e confirmadas:

**Figura 12:** *Diagnóstico dos Resíduos*



Este gráfico é extremamente útil para verificar a presença de autocorrelação linear nos resíduos dos modelos. Como se pode observar, todos os primeiros lags são significativos,

ou seja, encontram-se dentro da banda de confiança. Assim, toda a componente linear da série do crescimento populacional de Portugal e da Guiné-Bissau é capturada pelos modelos ARIMA (1,2,1) e ARIMA (2,1,1).

**Tabela 6:** *Teste de Ljung-Box*

País	P-Valor
Portugal	0.99
Guiné-Bissau	0.48

Conforme se pode observar na Figura 6, o resultado do teste de Ljung-Box mostra que, ao nível de confiança de 95%, não se rejeita a hipótese nula de inexistência de autocorrelação serial, ou seja, os resíduos são independentes.

- Normalidade

**Tabela 7:** *Teste de Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors*

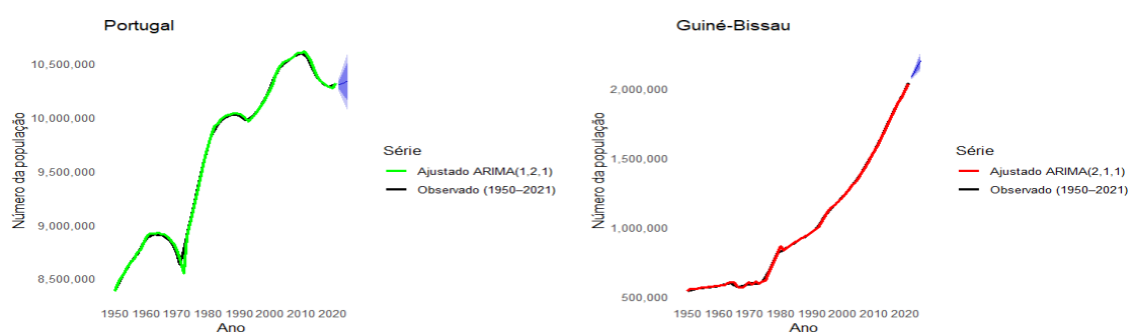
País	P-Valor
Portugal	< 0,01
Guiné-Bissau	< 0,01

Por fim, testou-se a normalidade dos resíduos. Para tal, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors, com um nível de significância de 5% (95% de confiança). Tanto para Portugal como para a Guiné-Bissau, os p-valores foram inferiores a 0,05, pelo que não se rejeita a hipótese nula, concluindo-se que os resíduos **não seguem uma distribuição normal**. Após o diagnóstico dos resíduos, o passo seguinte será a realização das previsões.

Apesar da não normalidade dos resíduos, o modelo ARIMA continua a ser considerado adequado para efeitos de previsão, uma vez que este tipo de modelo não exige, de forma estrita, a normalidade dos erros para produzir estimativas consistentes. No entanto, esta limitação pode afetar a precisão dos intervalos de confiança, que poderão não refletir integralmente a incerteza real associada às previsões, conduzindo a uma eventual subestimação ou sobrestimação da variabilidade dos valores futuros.

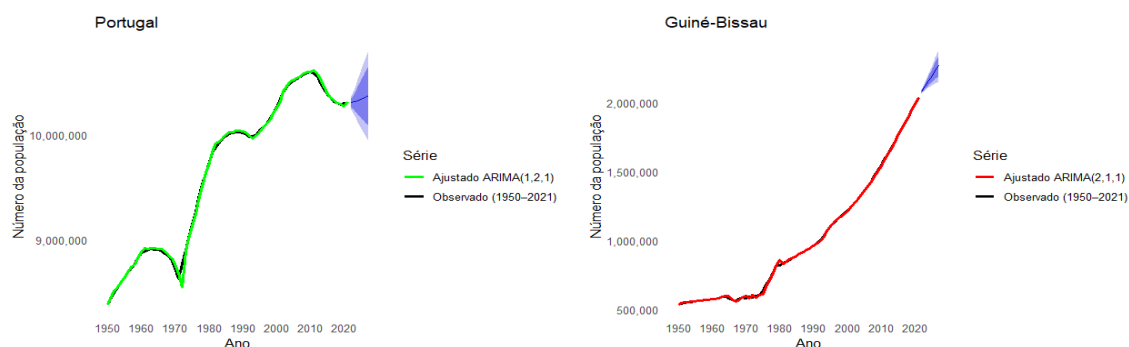
Atendendo a estas restrições e ao facto de os modelos ARIMA apresentarem maior robustez em horizontes de curto e médio prazo, optou-se por não realizar uma previsão contínua para um horizonte de 10 anos. Em alternativa, procedeu-se à realização de previsões faseadas, considerando inicialmente o período de 2022 a 2025, seguido de projeções para 2027 e, por último, para 2031. Esta estratégia permite reduzir a acumulação de erros ao longo do tempo e obter resultados mais prudentes e estatisticamente consistentes, garantindo maior fiabilidade na análise da evolução populacional.

**Figura 12:** Previsão das Séries Temporais da Dinâmica Populacional em Portugal e na Guiné-Bissau: valores observados (1950–2021) e previsão (2022–2025)



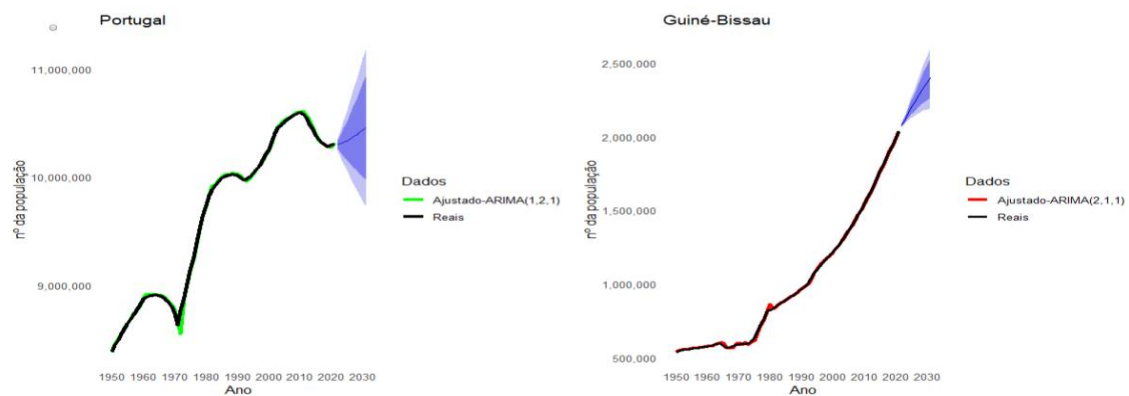
A Figura 13 apresenta a evolução histórica da população (linha preta) e a previsão para o período de 2022 a 2025. Em Portugal, o modelo ARIMA(1,2,1) projeta uma população praticamente estável. Na Guiné-Bissau, o modelo ARIMA(2,1,1) indica um crescimento populacional contínuo. A área azul-clara representa o intervalo de confiança associado às previsões.

**Figura 14:** Previsão das Séries Temporais da Dinâmica Populacional em Portugal e na Guiné-Bissau: valores observados (1950–2021) e previsão (2022–2027)



**Figura 14:** Entre 2022 e 2027, a população em Portugal deverá manter-se estável devido à baixa fecundidade, envelhecimento e dependência da imigração, enquanto a população da Guiné-Bissau continuará a crescer, impulsionada por elevada natalidade e por uma população jovem.

**Figura 15:** Previsão das Séries Temporais da Dinâmica Populacional em Portugal e na Guiné-Bissau: valores observados (1950–2021) e previsão (2022–2031)



Estas duas figuras apresentam a previsão de crescimento populacional de Portugal e da Guiné-Bissau no período de 2022 a 2031, ou seja, uma projeção para 10 anos.

Como se pode observar, a população portuguesa deverá apresentar um crescimento da lento e estável até 2031. Existe ainda uma forte possibilidade de que se mantenha constante ou até diminua futuramente, uma vez que o intervalo de confiança é relativamente amplo. Por outro lado, a população da Guiné-Bissau evidencia um crescimento populacional elevado, sugerindo um aumento rápido e contínuo ao longo deste período, até 2031

### 6.3 Aplicação da regressão linear múltipla por intermédio dos coeficientes padronizados.

#### 6.3.1 Estatística Descritiva

A Tabela 8 apresenta as estatísticas descritivas das principais variáveis demográficas nos dois países: TNC (Taxa de Crescimento Natural), TBN (Taxa Bruta de Natalidade) e TBM (Taxa Bruta de Mortalidade).

**Tabela 4:** Apresenta as estatísticas descritivas das principais variáveis demográficas nos países: TNC (taxa de crescimento natural); TBN (Taxa Bruta de Mortalidade) e TBM (Taxa Bruta Mortalidade).

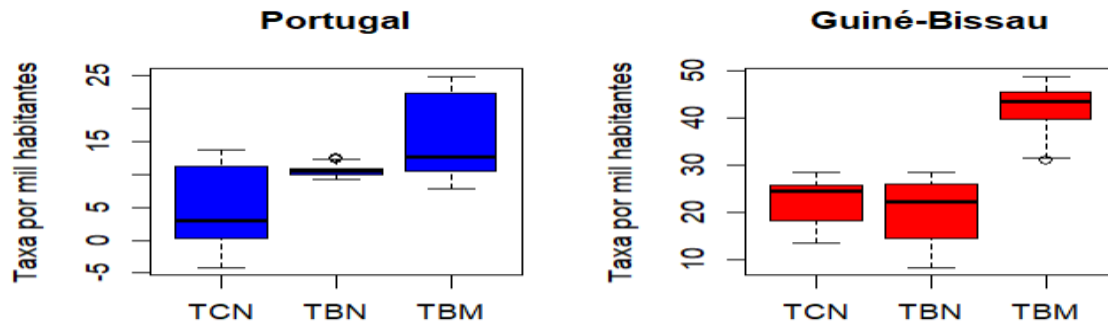
País	Variável	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
Portugal	TCN	5,03	3,05	- 4,20	13,80	5,73
Portugal	TBN	15,54	12,64	7,83	24,90	6,07
Portugal	TBM	10,51	10,42	9,29	12,41	0,73
	Variável	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
Guiné-Bissau	TCN	22,41	24,45	13,40	28,40	4,55
Guiné-Bissau	TBN	20,03	22,20	8,20	28,60	6,57
Guiné-Bissau	TBM	42,43	43,45	31,10	48,90	4,34

Como se pode ver na tabela 8, Portugal apresenta um crescimento natural relativamente baixo, com uma média de 5,03, no entanto, apresenta um desvio padrão elevado de 5,73, indicando alguma variação entre anos, isto é, em certos períodos a população pode ter crescido mais ou até diminuído. Relativamente a Guiné-Bissau, o crescimento natural da população é bastante elevado, com uma média de 22,41 e desvio padrão de 4,5, indicando um crescimento relativamente estável em torno dessa média.

Relativamente à Taxa Bruta de Natalidade, Portugal regista uma média de 15,54 e uma mediana de 12,64, mostrando que alguma variação entre anos. A Guiné-Bissau possui uma média de 20,03 e mediana de 22,20, demonstrando que a natalidade é mais elevada comparativamente a Portugal. Além disso, o desvio padrão de 6,57 revela maior variação entre anos. Finalmente, sobre a Taxa Bruta de Mortalidade, Portugal apresenta uma média de 10,51 e mediana de 10,42, com desvio padrão de 0,73, revelando mortalidade baixa,

com valores pouco variáveis de ano para não. Na Guiné-Bissau, a média é de 43,43 e mediana de 43,45, revelando mortalidade elevada, mas relativamente consistente ao longos dos anos.

**Figura 16:** Box - Plot das Variáveis (TCN, TBN e TBM) em Portugal na Guiné-Bissau



De acordo com a figura 16 e o boxplot servem como apoio visual para reforçar a tabela 8, permitindo observar a distribuição e dispersão das variáveis, confirmando os padrões já apresentados na figura 8.

### 6.3.2 Regressão Linear Múltipla

O modelo de regressão linear múltipla foi aplicado para avaliar o peso ou a influencia da Taxa Bruta de Natalidade (TBN) e da Taxa Bruta de Mortalidade sobre a Taxa de Crescimento Natural (TCN) em dois países que se encontram em fases distintas de transição demográfica: Portugal e Guiné-Bissau.

O modelo de regressão linear múltipla utilizado neste estudo está representado da seguinte forma:

$$TCN_i = \beta_0 + \beta_1 TBN_i + \beta_2 TBM_i + \varepsilon_i$$

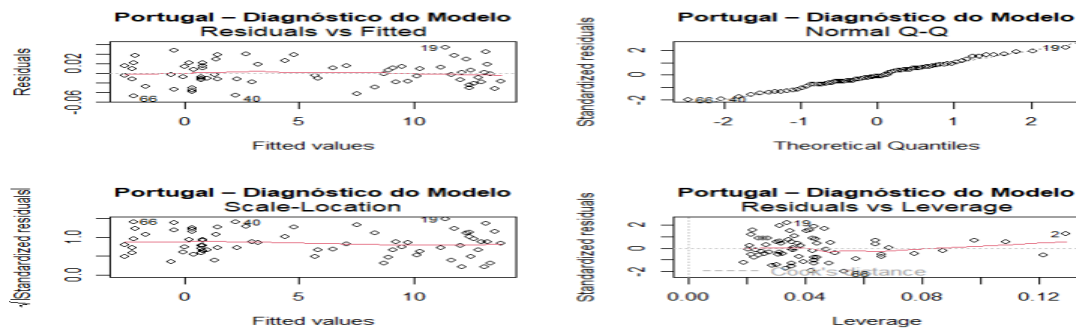
Na presente equação,  $TCN_i$  corresponde á Taxa de Crescimento Natural do país no ano  $i$ , sendo a variável dependente que se pretende explicar. O parâmetro  $\beta_0$  é designado por intercepto do modelo, representando o valor esperado da TCN quando a TBN e a TBM assumem valor zero. O coeficiente  $\beta_1$  esta associado á Taxa Bruta de Mortalidade (TBN) e indica a variação esperada da TCN quando a natalidade aumenta uma unidade,

mantendo a mortalidade constante. O coeficiente  $\beta_2$  refere-se à Taxa Bruta de Mortalidade (TBM) e expressa a variação da TCN quando a mortalidade aumenta uma unidade, mantendo a natalidade constante. Por fim,  $\varepsilon_i$  representa ao termo do erro, que capta todas as variações da TCN não explicada pelo modelo.

### 6.3.3 Análise dos pressupostos da regressão linear múltipla

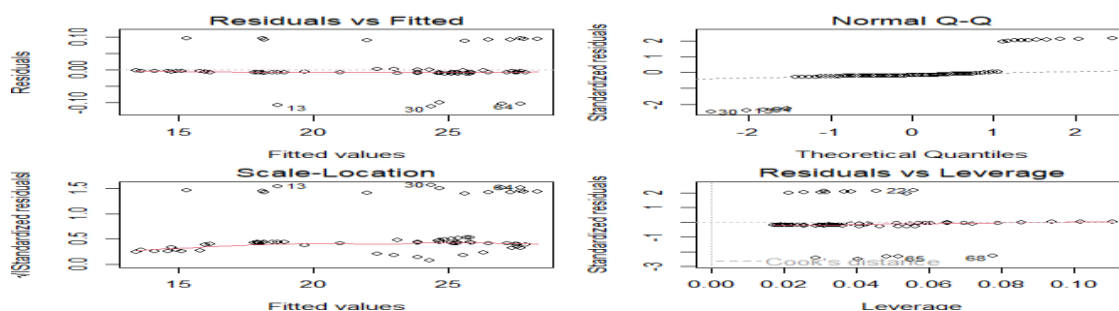
Para verificar se os pressupostos da regressão múltipla foram satisfazidos, analisaram-se os gráficos de diagnóstico padrão do modelo para Portugal e Guiné-Bissau (Figura 17 e 18).

*Figura 17: Diagnósticos dos pressupostos da regressão linear múltipla (Portugal)*



Como se pode observar na figura 17, que resíduos estão distribuídos de forma aproximadamente aleatória em torno da linha de ajuste (Resíduos vs ajustado), indicando linearidade. O gráfico QQ-plot mostra que os resíduos seguem de forma aceitável a distribuição normal, com pequenos desvios na cauda. O gráfico Scale-Location não apresenta tendência clara, sugerindo homocedasticidade. Por fim, o gráfico Resíduos vs alavancagem indica não existem pontos com influência extrema no modelo.

**Figura 18:** Diagnóstico dos pressupostos da regressão linear múltipla (Guiné-Bissau)



Como evidencia a figura 18 de diagnóstico indica que o modelo de regressão se encontra, no geral, bem ajustado. No gráfico Residual vs Fitted, os resíduos apresentam – se distribuídos de forma aleatória em torno da linha zero, o que sugere a relação entre variáveis é adequada. O gráfico Normal Q-Q mostra que os resíduos seguem de forma aproximada uma distribuição normal, apresentando pequenas divergências nas extremidades. O gráfico Scale – location indica que a variância dos resíduos se mantém estável, havendo indicadores de heterocedasticidade. Por fim, o gráfico Residual vs Leverage evidencia que não existem pontos influencia excessiva que possam comprometer o modelo.

**Tabela 5:** Testes de diagnóstico do modelo de Regressão Linear Múltipla

Indicador	Portugal	Guiné-Bissau
Normalidade (Lilliefors p-value)	0.54	0.00
Homocedasticidade (Breuch-Pegan, p-value)	0.33	0.26
Autocorrelação (Durbin–Watson)	0.61	0.50
DW (P-value)	2.1182	2.059
VIF (Varaince Inflation Factor) TBN / TBM	1,35 / 1,35	2,10 / 2,10

De acordo com a tabela 9, indica os resultados dos testes estatísticos apontam que, em relação á Portugal não existe evidencia de violação dos pressupostos de normalidade, homocedasticidade e independência dos resíduos, por isso que é considerado apropriado para regressão. Enquanto, a Guiné-Bissau, verifica-se uma violação da normalidade dos resíduos ( $p < 0,05$ ), apesar da homocedasticidade e da autocorrelação não foram rejeitados.

**Tabela 6:** Os Coeficientes Padronizados (Portugal e Guiné–Bissau)

País	Variável	$\beta$ (Padronizado)	t	p-valor	$R^2$ ajustado
<b>PT</b>	<b>constante</b>	-----	0,11	0.90	1
	TBN	- 0.128	-218.51	<0,001	
	TBM	1.059	1801.79	<0,001	
<b>GB</b>	<b>constante</b>	-----	-0,50	0,61	0,99
	TBN	- 1.442	- 832,34	<0,001	
	TBM	9.955	550,86	<0,001	

**Notas:**

- " $\beta$  = *coeficiente* padronizado, mostrado a importância relativa das variáveis “.

**• Interpretação dos coeficientes**

Como mostra a tabela 10, os coeficientes padronizados, Portugal e Guiné–Bissau, ambos países cujas variáveis taxa bruta de natalidade (TBN) e taxa bruta mortalidade (TBM) têm influência significativa sobre a taxa de crescimento natural da população. Em Portugal, a TBM apresenta um coeficiente positivo elevado ( $\beta = 1.059$ ), indicando que variações na mortalidade têm efeito sobre crescimento populacional, enquanto a TBN tem um efeito negativo mais ( $\beta = - 0.128$ ). Por outro lado, na Guiné-Bissau, observa-se que tanto a TBM ( $\beta = 9.955$ ) quanto a TBN ( $\beta = - 1.442$ ) apresentam coeficientes com magnitudes muito superiores, mostrando que o crescimento populacional é mais sensível a estas variações. Os teste e P- valor confirmam significância estatística das variáveis em ambos países, enquanto o  $R^2$  ajustando elevado (1 em Portugal e 0.99 na Guiné-Bissau) indica que o modelo explica quase totalmente a variabilidade do crescimento populacional e confirmam que a natalidade e a mortalidade são principais fatores que influenciam a dinâmica populacional.

- **Equações Ajustadas (Coeficientes Padronizados)**

**Portugal:**

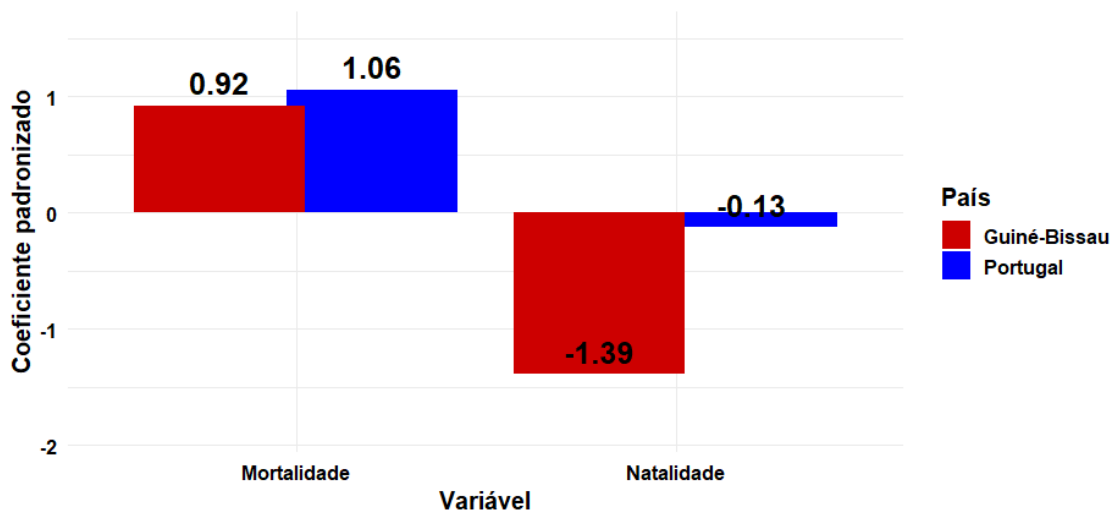
$$TCN_{PT} = 0 + (-0.128) \times TBN + 1.059 \times TBM \text{ (Padronizado)}$$

**Guiné-Bissau:**

$$TCN_{GB} = 0 + (-1.442) \times TBN + 9.55 \times TBM \text{ (Padronizado)}$$

Como se pode observar, as duas equações mostram de que forma a Taxa de Bruta de Natalidade (TBN) e a Taxa Bruta Mortalidade influenciam o crescimento natural da população (TCN) em cada país. Em Portugal, a TBM apresenta um efeito positivo mais forte ( $\beta = 1.059$ ), enquanto a TB revela um efeito negativo mais reduzido ( $\beta = -0.128$ ). Na Guiné-Bissau, tanto a TBM ( $\beta = 9.955$ ) como a TBN ( $\beta = -1.442$ ) apresentam coeficientes de magnitudes muito superior.

*Figura 19: Efeitos de natalidade e mortalidade sobre o crescimento natural de População de Portugal e da Guiné-Bissau (1950 - 2021)*



De acordo com a figura 19, são apresentados os coeficientes padronizados da mortalidade e natalidade sobre o crescimento natural na Guiné-Bissau (vermelho) e Portugal (azul). O crescimento natural da população da Guiné-Bissau é fortemente influenciado tanto pela natalidade como pela mortalidade, o que significa que quaisquer alterações na taxa de natalidade ou na mortalidade têm um efeito relativamente grande sobre o crescimento natural. Por outro lado, em Portugal, a TBM apresenta um coeficiente positivo elevado,

indicando que variações na mortalidade têm efeito sobre crescimento populacional, enquanto a TBN tem um efeito negativo.

## 7. Discussão

Nesta secção, analisam-se os principais indicadores demográficos de Portugal e da Guiné-Bissau, com base na taxa de natalidade, mortalidade geral e infantil, fecundidade geral e esperança de vida, a fim de compreender as diferenças no processo de transição demográfica cada país.

De acordo com os gráficos analisados, em Portugal verifica-se uma tendência contínua de diminuição de natalidade, da mortalidade, especialmente da mortalidade infantil e de fecundidade geral, acompanhada de aumento de esperança de vida. Estes dados confirmam o previsto pela teoria, segundo a transição demográfica em Portugal se encontra concluída (Henrique, 2010; Azevedo, 2024). Por sua vez, na Guiné-Bissau, estes indicadores apresentam também uma ligeira diminuição, associada a um aumento ligeiro de esperança de vida (INE-Guiné-Bissau, 2009).

No que se refere à **Taxa de natalidade**, Portugal apresenta uma tendência de diminuição contínua, explicada pelo adiamento de maternidade, pela redução do número de filhos por família e a pela diminuição da população feminina em idade reprodutiva. Contribuem também para esta tendência o maior investimento das mulheres na educação, participação feminina no mercado de trabalho, falta de estabilidade laboral e a crescente participação feminina no mercado de trabalho, a falta de estabilidade laboral e as dificuldades no acesso à habitação. Estes resultados corroboram estudos anteriores (Drago et al. 2022; Instituto de Sociologia da Universidade de Porto, 2022). Por outro lado, na Guiné-Bissau, a natalidade permanece ainda elevada, embora uma ligeira redução, refletindo práticas culturais que valorizam famílias numerosas, tal casamento precoce. Estes resultados são confirmados por Tabutin & Schoumaker (2004), citados por Arnaldo et al. (2022).

Quanto à mortalidade geral, Portugal, apresenta uma redução acentuada, resultado da melhoria sistema de saúde, do aumento generalizado dos níveis de escolaridade, do maior acesso ao emprego, de rendimentos mais estáveis e de uma proteção social mais eficaz.

Estes resultados corroboram o que é referido por (Nunes, 2017). Na Guiné-Bissau, embora se observe uma redução, a mortalidade mantém – se elevada devido á fragilidade do sistema de saúde e prevalência de doenças infecciosas, corroborando INE - Guiné-Bissau, (2009b); INE da Guiné-Bissau, (2009).

Em relação á **mortalidade infantil**, a redução acentuada, deve-se ao surgimento da medicina preventiva, nomeadamente á implementação do Plano Nacional de Vacinação, ao reforço da atenção prestada às mães e aos recém-nascidos, ao acesso mais alargado aos cuidados de saúde e á execução do Plano Nacional de Saúde. Estes resultados são confirmados por (Coelho et al., n.d.). Na Guiné-Bissau, a mortalidade infantil continua elevada, apesar de alguma redução, refletindo dificuldades de acesso ao serviço de saúde e a fraca qualidade destes, corroborando UNICEF/Guiné-Bissau, (2020).

A **facundidade geral** em Portugal evidencia uma descida acentuada, influenciada pelo adiamento de maternidade, pela redução do número de filhos por família e a pela diminuição da população feminina em idade reprodutiva. Contribuem também para esta tendência o maior investimento das mulheres na educação, participação feminina no mercado de trabalho, a crescente participação feminina no mercado de trabalho, a falta de estabilidade laboral e as dificuldades no acesso à habitação. Estes resultados corroboram o que é abordado por (Maciel, 2015; Drago et al. 2022; Instituto de Sociologia da Universidade de Porto, 2022;). Na Guiné-Bissau, a fecundidade mantém – se elevada refletindo normas culturais, menor difusão de métodos contraceptivo, alinhando – se com o padrão descrito pela literatura para países em transição demográfica inicial corroborando por Regmi (2021).

Por fim, a **esperança de vida** aumentou significativamente em Portugal, associada à melhoria sistema de saúde, ao aumento generalizado dos níveis de escolaridade, ao maior acesso ao emprego, de rendimentos mais estáveis e a uma proteção social mais eficaz. Estes resultados corroboram o que é referido por (Nunes, 2017; Villaverde Cabral et al., 2013,). Na Guiné-Bissau, a esperança de vida mantém-se relativamente baixa, influenciada por condições socioeconómicas, como conflitos políticos e militar, a pobreza e fraco investimento no sector da saúde, falta de progresso social, prática limitada de atividade física e alimentação inadequada e elevadas taxas de analfabetismo. Estes resultados corroborando (INE-Guiné-Bissau, 2009).

Quanta aos resultados obtidos com a previsão da População de ambos países, que se encontram em fases distintas de transição demográfica, a aplicação de método de previsão ARIMA, indica que, em Portugal, a população, entre 2022 e 2031, deverá apresentar uma tendência de crescimento lento e estável, com forte possibilidade de se manter constante ou mesmo diminuir futuramente, corroborando com (Mónica Silvaes, 2025). Já na Guiné-Bissau, os resultados evidenciam um crescimento populacional claro, caracterizado por aumento rápido e contínuo até 2031.

Relativamente aos resultados da regressão linear múltipla, através dos coeficientes padronizados, confirma-se que, em Portugal, a mortalidade exerce o maior efeito negativo sobre o crescimento natural, enquanto a natalidade tem um efeito adicional. Este resultado está consonância com os dados que demonstram que morrem mais pessoas do que aquelas que nascem, em virtude do acentuado envelhecimento populacional (Tomé, Ribeiro, Freitas & Mendes, 2025). Já na Guiné-Bissau, as elevadas taxas de natalidade e de mortalidade continuam a ser o factor determinante para o crescimento acelerado da população, corroborando a teoria de transição demográfica, nomeadamente a sua segunda fase (Regmi, 2021).

Concluindo, a análise evidencia que a dinâmica de transição apresenta diferenças significativas entre Portugal e a Guiné-Bissau, evidenciando problemáticas diferentes. O processo de envelhecimento populacional de Portugal está associada á baixa natalidade e á elevada esperança de vida (PORDATA, 2024; Mundo Educação, s.d.). Por outro lado, na Guiné-Bissau, mantém – se população jovem, com elevada natalidade e mortalidade relativamente alta (World Bank, 2016; Observatório das Desigualdades, 2017), o que indica a necessidade de políticas públicas direccionadas para melhoria da saúde, educação e condições socioeconómicas, de forma a reduzir as desigualdades corroborando.

## 8. Conclusão

O presente estudo permitiu realizar uma análise comparativa das dinâmicas demográficas de Portugal e da Guiné-Bissau, abordando o processo de transição, as divergências verificadas e as perspetivas futuras, com base nos indicadores de natalidade, mortalidade geral e infantil, fecundidade geral e esperança de vida. Portugal passou por diferentes fases de transição demográfica, atualmente encontra-se na quinta fase de transição demográfica, caracterizada por baixa natalidade, mortalidade, fecundidade e elevada esperança de vida, resultando no envelhecimento populacional. No caso da Guiné-Bissau, continua ainda numa fase inicial de transição, marcada por alta taxa de natalidade, mortalidade, fecundidade, com menor esperança de vida, embora se verifique melhorias, mas estes indicadores continuam ainda elevados, refletindo na população em crescimento e jovem.

A aplicação da regressão linear múltipla demonstrou diferenças significativas nos fatores determinantes do crescimento natural: em Portugal, a mortalidade apresenta maior impacto negativo, enquanto na Guiné-Bissau a natalidade e a mortalidade continuam a ser os principais fatores de crescimento populacional. Por fim, a previsão da população até 2031, com recurso ao modelo ARIMA, aponta para um crescimento lento e estável em Portugal, contrastando com o crescimento rápido e contínuo projetado para a Guiné-Bissau.

Entre limitações encontradas, destaca-se escassez e a qualidade variável de dados estatísticos sobretudo dados relacionados à migração referente a Portugal e Guiné-Bissau, o que pode condicionar a precisão das análises comparativas. Além disso, o estudo focou-se essencialmente em variáveis demográficas, não aprofundando de forma detalhada outros fatores estruturais, como aspetos económicos, políticos e culturais, que influenciam fortemente as dinâmicas populacionais. Adicionalmente, como os dados são séries temporais, existe dependência entre as observações, enquanto o modelo utilizado pressupõe independência dos erros, o que constitui uma limitação metodológica do estudo.

Sugere-se que estudos futuros ampliem a análise, integrando variáveis socioeconómicas, culturais e políticas que permitem compreender melhor as determinantes da transição demográfica em contexto distintos. Seria igualmente pertinente a realização de análises regionais dentro de cada país, de modo a evidenciar disparidade internas. Além disso,

poderíamos recorrer a GLMM (Modelo Linear Generalizado de Efeitos Mistos), que permite lidar com essa correlação. Por fim, recomenda-se a atualização e aprofundamento da previsão de diferentes modelos estatísticos, de forma a aumentar a robustez das projeções e apoiar a formulação públicas adequadas.

## Referências Bibliográficas

- [1]Cardoso, S. (2007). Demografia africana: O caso da fecundidade em Moçambique. *Análise Social*, 42(183), 485–514.
- [2] Regmi, R. R. (2021). Classical demographic transition theory: Compare and contrast between classical European and contemporary Third World.
- [3] Coelho, E., Instituto Nacional de Estatística, Nunes, L. C., & Nova School of Business and Economics. (n.d.). Evolução da mortalidade em Portugal desde 1950. *Revista de Estudos Demográficos*, 55, 6.
- [4]Ribeiro, A. I. (n.d.). *Métodos em demografia*. Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto.
- [5] Inovação – IGI. (2023). Índice global de inovação coloca Portugal entre as 30 economias mais inovadoras do mundo. Ministério da Economia. <https://www.sgeconomia.gov.pt/noticias/indice-global-de-inovacao-coloca-portugal-entre-as-30-economias-mais-inovadoras-do-mundo.aspx>
- [6] Azevedo, A. B. (2024). População atinge número recorde com a imigração. Fundação Francisco Manuel dos Santos. <https://ffms.pt/pt-pt/atualmentes/populacao-atinge-numero-recorde-com-imigracao>
- [7] Henriques, F. D. C. (2010). Cenários de envelhecimento e saúde em Portugal no século XXI – causas e consequências de uma transição demográfica tardia. *População e Sociedade*, 18, 121–143
- [8] Coelho, E., Instituto Nacional de Estatística, Nunes, L. C., & Nova School of Business and Economics. (n.d.). Evolução da mortalidade em Portugal desde 1950. *Revista de Estudos Demográficos*, 55(6), 6.
- [9] Nunes, A. M. (2017). Demografia, envelhecimento e saúde: Uma análise ao interior de Portugal. *Revista Kairós Gerontologia*, 20(1), 133–154.
- [10] Drago, A., Conselho Económico e Social, Instituto Nacional de Estatística, & Rosa, R. E. O. (2022). A natalidade em Portugal: Uma questão política, económica e social. In *Parecer de iniciativa do CES sobre a natalidade: Uma questão económica, política e social* (pp. 2–79).

- [11] Faster Capital. (2022). Tamanho da família: Análise demográfica – desvendando padrões de tamanho da família. <https://fastercapital.com/pt/contente/Tamanho-da-familia--Analise-demografica--Desvendando-padroes-de-tamanho-da-familia.html>
- [12] Guimarães de Castro Lima, F. (2018). O impacto da quebra da natalidade na sustentabilidade do sistema de segurança social português [Tese de mestrado, Universidade de Lisboa].
- [13] Villaverde Cabral, M., Moura Ferreira, P., Alcântara da Silva, P., Jerónimo, P., & Marques, T. (2013). Processos de envelhecimento em Portugal (J. P. George, Ed.). Fundação Francisco Manuel dos Santos & Associação Comercial de Lisboa. <https://www.ffms.pt>
- [14] Nolasco, C., & Oficina do CES. (2016). *Migrações internacionais: Conceitos, tipologia e teorias* (Artigo n.º 434). Centro de Estudos Sociais.
- [15] Góis, P., Abecasis, F., Alfaiate, J., Hancock, M., Lozano, L., Kadysheva, O., Taran, P., Wickramasekara, P., Global Migration Policy Associates – GMPA, Gnes, D., Pfohman, S., & Vanden Broele Group, Onoma. (n.d.). *Migrações e desenvolvimento em Portugal: Avançar nas práticas – Rumo à inclusão e coesão social* (Traduções: A. Nascimento & J. B. Boulnois). Cáritas Portuguesa.
- [16] Ferreira, V. L. (2021). *Imigração em Portugal: Integração, cidadania e interculturalidade*. Universidade do Minho
- [17] World Bank Group. (2025, 31 de março). Banco Mundial concede financiamento adicional de 4 milhões de dólares para apoiar o primeiro recenseamento digital da Guiné-Bissau. World Bank. <https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2025/03/31/world-bank-provides-additional-financing-of-us-4-million-to-support-guinea-bissau-first-digital-census>
- [18] Cardoso, S., & Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa / Departamento de Sociologia. (n.d.). *Fecundidade e nupcialidade em Moçambique: Análise de calendários* [Artigo científico].
- [19] Arnaldo, C., Hansine, R., & Zavale, N. C. (2022). The demographic research in Lusophone Africa. In *The Routledge Handbook of African Demography*. Routledge. <https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.4324/9780429287213-8>

- [20] Instituto Nacional de Estatística. (2009b). *Terceiro Recenseamento Geral da População e Habitação de 2009*. Instituto Nacional de Estatística.
- [21] Biague, C. A. S. (2022). *Caracterização das crianças VIH positivas hospitalizadas no Hospital Nacional Simão Mendes* [Dissertação de mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Instituto de Higiene e Medicina Tropical]. Repositório da Universidade Nova de Lisboa.
- [22] Sanca, A. M., Da Graça Corso Motta, M., Giugliani, C., Rocha, C. M. F., & Riquinho, D. L. (2022). Cotidiano de pessoas que vivem com VIH em Bissau, Guiné-Bissau: Perspectivas, desafios e vulnerabilidades. *Escola Anna Nery*, 27.
- [23] Barreto, A., et al. (2014). Mortalidade infantil em Portugal: Evolução dos indicadores e fatores associados de 1988 a 2008. (Se disponível online, acrescentar o link.)
- [24] Fazzio, I., Mann, V., & Boone, P. (2011). Temporal trends (1977–2007) and ethnic inequity in child mortality in rural villages of southern Guinea-Bissau. *BMC Public Health*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-683>
- [25] UNICEF Guiné-Bissau. (2020). População atinge número recorde com a imigração. UNICEF. <https://www.unicef.org/guineabissau/pt/sobreviv%C3%A2ncia-e-desenvolvimento-infantis>
- [26] FEC, Fundação Fé e Cooperação, Candé, C. R., Brites, M., Silva, S., & Pais Santos, T. (2017). Relatório da situação da criança na Guiné-Bissau 2015/2016. In S. Alves & M. Brites (Eds.), & C. Rebelo (Trans.), *Relatório da situação da criança na Guiné-Bissau 2015/2016*. FEC | Fundação Fé e Cooperação
- [27] Organização das Nações Unidas. (2023, [mês, se disponível]). Todos os países lusófonos diminuíram a mortalidade infantil nos últimos 30 anos, indica ONU. RTP Notícias. [https://www.rtp.pt/noticias/mundo/todos-os-paises-lusofonos-diminuiram-a-mortalidade-infantil-nos-ultimos-30-anos-indica-onu\\_n1459079](https://www.rtp.pt/noticias/mundo/todos-os-paises-lusofonos-diminuiram-a-mortalidade-infantil-nos-ultimos-30-anos-indica-onu_n1459079)
- [28] Rieckmann, A., Fisker, A. B., Øland, C. B., Nielsen, S., Wibaek, R., Sørensen, T. B., Martins, C. L., Benn, C. S., & Aaby, P. (2022). Understanding the child mortality decline in Guinea-Bissau: The role of population-level nutritional status measured by

mid-upper arm circumference. *International Journal of Epidemiology*, 51(5), 1522–1532.  
<https://doi.org/10.1093/ije/dyac113>

[29] Organização Mundial da Saúde. (2022). Guiné-Bissau entre os países com menor esperança de vida. RFI. <https://www.rfi.fr/pt/%C3%A1frica/20220816-%C3%A1frica-guin%C3%A9-bissau-na-lista-de-doze-pa%C3%ADses-onde-a-esperan%C3%A7a-de-vida-%C3%A9-menor>

[30] Instituto Nacional de Estatística da Guiné-Bissau. (2009). Terceiro recenseamento geral da população e habitação de 2009. <https://ensina.rtp.pt/explicador/procurar-vida-melhor-nas-cidades-e-no-estrangeiro/>

[31] Instituto de Sociologia da Universidade do Porto. (2022, 2 de janeiro). Adiamento da maternidade e preservação da fertilidade – Parte 1. Barómetro. <https://www.barometro.com.pt/2022/01/02/adiamento-da-maternidade-e-preservacao-da-fertilidade-parte-1/>

[32] Sangreman, C., Estêvão, J., Abreu, A., Carreiro, M. J., Sousa Jr., F., & Organização Internacional para as Migrações (OIM). (2013). *Avaliação do potencial de desenvolvimento da diáspora da Guiné-Bissau em Portugal e França*. Organização Internacional para as Migrações.

[33] Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2016). *Time series analysis: Forecasting and control* (5th ed.). John Wiley & Sons.

[34] Mohd Fuad, M. I. F., & Kamarudin, A. N. (2022). Multiple linear regression on population growth rate in Malaysia. *Departamento de Ciências Matemáticas, Faculdade de Ciências, Universiti Teknologi Malaysia*, 9, 222–232.

[35] Mwakisisile, H., & Mushi, E. (2019). Mathematical model for Tanzania population growth. *Departamento de Matemática, Universidade de Dar es Salaam*.

[36] Coelho-Barros, E. A., Simões, P. A., Achcar, J. A., Martinez, E. Z., & Shimano, A. C. (2008). Métodos de estimação em regressão linear múltipla: Aplicação a dados clínicos. *Revista Colombiana de Estatística*, 31(1), 111–129.

- [37] Instituto Nacional de Estatística da Guiné-Bissau. (2009). *Terceiro Recenseamento Geral da População e Habitação de 2009* (p. 25). INE.
- [38] Cunha, A. (2024). Os fundos europeus e Portugal. RTP Ensina. <https://ensina.rtp.pt/explicador/os-fundos-europeus-e-portugal/>
- [39] World Bank. (2016, 20 de outubro). In Guinea-Bissau, economic growth depends on strengthening gender equality and education. World Bank. <https://www.worldbank.org/pt/country/guineabissau/publication/in-guinea-bissau-economic-growth-depends-on-strengthening-gender-equality-and-education>
- [40] Observatório das Desigualdades. (2017, 29 de março). Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Observatório das Desigualdades. <https://www.observatorio-das-desigualdades.com/2017/03/29/indice-desenvolvimento-humano/?print=print>
- [41] Maciel, A. B. F. (2015). Baixa fecundidade: adaptação tardia às mudanças estruturais ou consolidação [Tese de doutoramento, Universidade de Évora, Évora, Portugal]. Instituto de Investigação e Formação Avançada.
- [42] Tomé, L., Ribeiro, F., Freitas, R., & Mendes, M. F. (2025). *Evolução demográfica em Portugal e o seu impacto no Ensino Superior*. Fundação Belmiro de Azevedo. ISBN: 978-989-35739-5-2.
- [43] Mundo Educação. (s.d.). Envelhecimento demográfico da Europa. Mundo Educação. <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/envelhecimento-demografico-europa.htm>
- [44] Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2017). *Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®*. Elsevier Brasil.
- [45] Borges, D. L. (2022). Regressão linear múltipla na modelagem de resultados na Liga Nacional de Basquete (LNB) [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Uberlândia, M. I. D. S. Silva, J. W. D. Silva, & N. G. Biase, Eds.].
- [46] Transição demográfica e gasto público: Uma análise comparativa de diferentes contextos. (2016). *Revista de Estudos Sociais*, 164–166.

- [47]Amaral, E. F. L. (n.d.). Análise de regressão múltipla: Problemas adicionais.
- [48]Estatística Fácil. (s.d.). O que é: Standardized coefficient (coeficiente padronizado). <https://estatisticafacil.org/glossario/o-que-e-standardized-coefficient-coeficiente-padronizado/>
- [49]Damásio, B. (2021, 2 de março). O que é regressão linear múltipla? Blog Psicometria Online. <https://www.blog.psicometriaonline.com.br/o-que-e-regressao-linear-multipla/>
- [50]Ehlers, R. S. (2005). Análise de séries temporais (3. ed.). Curitiba.
- [51]Souza, F. M. (2006). Modelos Box & Jenkins aplicados a previsão de demanda de leitos hospitalares [Programa de Pós-Graduação em Estatística e Modelagem Quantitativa, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM]. Santa Maria, Brazil.
- [52]Moretin, P. A., & Tóloi, C. M. C. (2006). Análises de séries temporais (2. ed.). São Paulo.
- [53]Borges, E. D. J. R. C., & Landim, J. L. (n.d.). Previsão de vendas com modelo ARIMA Box-Jenkins.
- [54]Campos, P. A. C., Clemente, A., & De Cordeiro, A. A. L. (2006). Aplicação do modelo ARIMA para previsão do preço do frango inteiro resfriado no grande atacado do estado de São Paulo. In Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC.
- [55]Werner, L., & Ribeiro, J. L. D. (2003). Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. *Gestão e Produção*, 10(1), 47–67.
- [56]PORDATA. (2024). PORDATA retrata perfil da população portuguesa. Fundação Francisco Manuel dos Santos. [https://ffms.pt/sites/default/files/2024-07/PR%20DIA%20POPULA%C3%87%C3%83O%202024\\_VF.pdf](https://ffms.pt/sites/default/files/2024-07/PR%20DIA%20POPULA%C3%87%C3%83O%202024_VF.pdf)
- [57]Facores sociais, econômica e Brasil Escola. (n.d.). Transição demográfica: o que é, causas, fases. Brasil Escola. <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/transicao-demografica.htm>

[58] Associação de Professores de Geografia. (2021). População portuguesa. RTP Ensina. <https://ensina.rtp.pt/explicador/populacao-portuguesa/>

[59] Rádio Sol Mansi. (2024). Índice de pobreza: Guiné-Bissau lidera PALOP com 64,4% da população em situação de pobreza multidimensional. Rádio Sol Mansi. <https://www.radiosolmansi.net/index.php/News/indice-de-pobreza-guine-bissau-lidera-palop-com-64-4-da-populacao-em-situacao-de-pobreza.html>

[60] Coelho-Barros, E. A., Simões, P. A., Achcar, J. A., Martinez, E. Z., & Shimano, A. C. (2008). Métodos de estimação em regressão linear múltipla: aplicação a dados clínicos. *Revista Colombiana de Estadística*, 31(1), 111–129.

[61] Banco de Portugal. (2025). Como éramos e como mudámos | Demografia.

[62] Regmi, K. R. (2021). Classical demographic transition theory: Compare and contrast between classical European and contemporary Third World. *Academia Letters*, Article 1967. <https://doi.org/10.20935/AL1967>

[63] Unknown. (2023). Aproveitando o dividendo demográfico: oportunidades e desafios para Moçambique. In *Juventude / Youth* (pp. 1–4) [Report]. [https://www.researchgate.net/figure/Definitions-of-youth-according-to-various-UN-entities\\_tbl3\\_327431203](https://www.researchgate.net/figure/Definitions-of-youth-according-to-various-UN-entities_tbl3_327431203)

[64] LinkedIn. (2024, 17 de maio). Como interpretar os coeficientes de um modelo de regressão. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/advice/0/how-do-you-interpret-coefficients-regression-model-opp0c?lang=pt>

[65] Cunha, V. (2016). Adiamento da maternidade e preservação da fertilidade – Parte 1. Instituto de Sociologia da Universidade do Porto. <https://www.barometro.com.pt/2022/01/02/adiamento-da-maternidade-e-preservacao-da-fertilidade-parte-1/>

[66] ECO. (n.d.). Mónica Silveiras (2025, 30 de setembro). População em Portugal vai cair para oito milhões no final do século. ECO. <https://eco.sapo.pt/2025/09/30/populacao-em-portugal-vai-cair-para-oito-milhoes-no-final-do-seculo/>

- [67]Giacomelli, G. S., Chiapinoto, F. V., Marion Filho, P. J., & Vieira, K. M. (2016). Transição demográfica e gasto público: Uma análise comparativa de diferentes contextos. *Revista de Estudos Sociais*, 18(37), 42–63. <https://doi.org/10.19093/res.v18i37.4060>
- [68]Marques, A. T., Dionísio Basílio. (2023). *Sumário pormenorizado da lição Regressão linear múltipla* (By Universidade de Évora).
- [69]Pereira, T. P., Albuquerque, C. S., de Mattos, V. L. D., Konrath, A. C., Nakamura, L. R., & de Vargas, V. C. C. (2021). *Análise de desempenho do teste Ljung-Box na aplicação do modelo SARIMA nos dados mensais da demanda de energia elétrica da classe consumidora comercial do RS*. Universidade Federal do Rio Grande; Universidade Federal de Santa Catarina.
- [70]Sá, F. C. B. D. S. (2024). Mortalidade por malária em menores de 5 anos no Brasil e na Guiné-Bissau no período de 2010-2022.
- [71]Tomé, L. P., Magalhães, M. G., & Ribeiro, F. (2018). Maternidade e Paternidade: motivações e intenções. A importância da idade ao nascimento do primeiro filho.
- [72]Silva, M. (2022). O Auxílio à Emigração Irregular para França e a Figura do Intermediário no Interior Rural Português (1957-1974).
- [73]Neto, E. A. C. (2024). Importância da regressão linear para análise de dados.