

## PROJEÇÕES POPULACIONAIS A PARTIR DE CENÁRIOS ECONÔMICOS: O CASO DE PALMAS – TO, 2010 A 2025

Waldecy Rodrigues<sup>1</sup>

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo estimar a população do município de Palmas - TO de 2010 até o ano de 2025 a partir de cenários econômicos e tendências demográficas. Foram considerados três cenários econômicos futuros: um cenário tendencial, onde os investimentos em infra-estrutura logística são parcialmente implantados (cenário 1), um cenário pessimista onde estes investimentos em logística permanecem estagnados (cenário 2) e um cenário otimista com todos os investimentos logísticos confirmados e com elevado nível de transbordo (cenário 3). Com base no modelo de projeção populacional utilizado com a variável econômica, espera-se que em 2020 Palmas tenha entre 260 mil a 335 mil pessoas, onde a tendência é cerca de 300 mil pessoas. Em 2025 entre cerca de 290 a 390 mil pessoas, onde a tendência é de 340 mil pessoas. Estas projeções foram validadas pelos testes sugeridos por Brito et al (2010) em relação à precisão das projeções, onde o erro médio percentual em módulo (EMPM) foi 4,72%, que é um indicador que valida a precisão das projeções populacionais realizadas.

**Palavras chaves:** Estimativas populacionais; Palmas – TO; dinâmicas demográficas.

### RESUMEN

*Este trabajo tiene como objetivo estimar la población del municipio de Palmas-Tocantins de 2010 para el año 2025 de escenarios económicos y tendencias demográficas. Se consideraron tres escenarios económicos futuros: un escenario de tendencia, donde las inversiones en infraestructura logística son parcialmente desplegado (escenario 1), un escenario pesimista donde estas inversiones en logística permanecen estancada (escenario 2) y un escenario optimista con todas las inversiones de logística confirmadas y con alto nivel de transbordo (escenario 3). Basado en el modelo de proyección de población utilizado con la variable económica, se espera que en 2020 1 mil Palmas de 335 mil personas, donde la tendencia es aproximadamente 300 mil personas. En el 2025 entre unos 290 a 390 mil personas, donde la tendencia es de 340 mil personas. Estas proyecciones han sido validadas por análisis sugeridos por Brito et al (2010) en relación con la exactitud de las proyecciones, donde el error porcentual promedio en módulo (EMPM) era 4,72%, lo cual es un indicador que valida la exactitud de la población proyecciones realizadas.*

**Palabras clave:** Estimaciones de población; Palmas; dinámica demográfica.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo estimar a população do município de Palmas - TO de 2010 até o ano de 2025 diante de cenários econômicos e tendências demográficas. Para quê

---

<sup>1</sup> Economista, Pós Doutor em Economia (UnB), Professor do Departamento de Economia e do Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Tocantins.

se deve estimar a população? As finalidades são diversas, tanto a informação tem utilidade para os agentes públicos, para realizar seu planejamento e formular suas políticas públicas, quanto os privados, para decidir e dimensionar seus investimentos.

Porém, conforme preconiza Brito et al. (2010) obter projeções totalmente corretas é muito difícil, se não impossível em pequenos domínios (municípios). Pois, estes são sujeitos eventos que podem afetar o crescimento populacional em um curto espaço de tempo, com pouca ou nenhuma previsibilidade. Por este motivo, a avaliação de projeções populacionais se torna uma ferramenta importante para identificar os erros de cada método e selecionar aquele que minimiza estes erros, sempre considerando os contextos específicos da população projetada, os dados disponíveis, assim como o período necessário para a projeção.

Geralmente, os métodos de projeção populacional incorporam variáveis de fecundidade, mortalidade e migração, fornecendo projeções populacionais segundo sexo e grupos de idade. Porém, segundo Brito et al. (2010) sua aplicação não constitui uma tarefa fácil, pois, para estabelecer hipóteses a respeito do futuro das três componentes demográficas, são necessárias informações estatísticas de qualidade e, quanto menor o tamanho da população, mais difícil a obtenção de dados confiáveis, devido, principalmente, à variabilidade ao acaso a que estão sujeitos os pequenos domínios, em especial os fluxos migratórios. Assim, os métodos baseados em informações demográficas não podem ser aplicados em qualquer tipo de população e situação.

A proposta deste trabalho é a incorporação de variáveis econômicas, em especial o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), ao lado das tradicionais medidas demográficas, como vetor determinante para o crescimento populacional. Fígoli *et al.* (2007), Santos (2010) e Barbieri e Santos (2012) elaboraram cenários de crescimento econômico e geração de empregos para pequenas regiões e municípios para suas projeções populacionais.

O trabalho tem a seguinte estrutura. Em primeiro lugar é apresentada a metodologia utilizada e também a forma pela qual será testada sua validação. Posteriormente será realizado o diagnóstico sócio demográfico do município de Palmas, e, por fim, a previsão para crescimento populacional até o ano de 2025 e os testes de sua consistência analítica, a partir da formulação de três cenários econômicos distintos, a saber: pessimista, tendencial e otimista. Estrutura etária e migração. Foram considerados três cenários econômicos futuros:

um cenário tendencial, onde os investimentos em infra-estrutura logística são parcialmente implantados, em especial a Ferrovia Norte-Sul (cenário 1), um cenário pessimista onde estes investimentos em logística permanecem estagnados (cenário 2) e um cenário otimista com todos os investimentos logísticos confirmados e com elevado nível de transbordo (cenário 3). Estes cenários significaram determinadas taxas esperadas de crescimento no futuro, de acordo com o comportamento histórico da variável e os futuros esperados.

A construção dos cenários de população consiste em gerar um coeficiente entre emprego e/ou crescimento do PIB com a população (FÍGOLI *ET al.*, 2007). Esse coeficiente será determinado ao relacionar o emprego e/ou crescimento tendencial projetado pelo impacto dos investimentos e a população tendencial projetada pelo estudo demográfico.

Nesse trabalho o modelo de projeção a variação real do Produto Interno Bruto (PIB) é estabelecido como variável explicativa do crescimento populacional, em ajuste logarítmico.

$$\text{População} = a + b \text{ PIB} + \text{Erro aleatório} \quad (1)$$

Foi verificado o poder explicativo do modelo ( $R^2$ ), para ver o quanto a variável crescimento populacional é de fato explicado por variações no Produto Interno Bruto.

$$R^2 = \frac{SQ_{\text{exp}}}{SQ_{\text{tot}}} = 1 - \frac{SQ_{\text{res}}}{SQ_{\text{tot}}} \quad (2)$$

Onde  $SQ_{\text{exp}}$  é soma dos quadrados esperados,  $SQ_{\text{res}}$  é a soma dos quadrados residuais e  $SQ_{\text{tot}}$  é a soma dos quadrados totais. Espera-se que quanto mais próximo  $R^2$  seja de 1, melhor seja o poder preditivo do modelo.

Assim, após este teste estatístico ( $R^2$ ), foi possível elaborar três cenários (tendencial, otimista e pessimista) para a projeção populacional até 2025. Porém, questiona-se mesmo sendo estatisticamente significativas, será que estas previsões são demograficamente consistentes? Para responder esta importante questão é que teremos a seção posterior.

## 2.2. Verificação dos erros de projeção populacional

Brito et al. (2010) alertam para o fato de que as projeções para áreas mais desagregadas, em especial para os municípios pequenos e médios, são afetadas por problemas de disponibilidade e confiabilidade de dados, pela grande influência da migração, pelo impacto de eventos especiais e por circunstâncias únicas de crescimento populacional, seus resultados são questionados quanto à confiabilidade. Por isso, os autores recomendam que seja importante a avaliação de todo o processo de elaboração de uma projeção populacional, especialmente para os domínios menores. Os critérios que podem ser tomados para avaliação são muitos e todos importantes para considerar um resultado como mais ou menos confiável.

Smith et al. (2001)<sup>2</sup> definiram alguns critérios que julgam ser mais relevantes para avaliação e seleção de método de projeções populacionais: precisão; nível de detalhes necessários; validade; plausibilidade; custos de produção; conveniência; facilidade de aplicação e explicação; utilidade como ferramenta analítica; e aceitação política. Neste trabalho é utilizado o mais relevante, que é o de precisão. Os outros critérios são mais bem discutidos em Brito (2007), Brito et al. (2008) e Brito et al. (2010).

Para Brito et al. (2010) o critério de precisão refere-se ao erro encontrado quando os resultados são comparados com os dados observados. A análise destes erros servirá para apontar a consistência do método de projeção escolhido neste trabalho. Sabe-se que sempre existirá erro de precisão, mas busca-se que este seja o menor possível.

O erro de precisão (E) pode ser definido como a diferença entre a população projetada (P) e a população observada (O), para um mesmo domínio e ano:

$$E_t = P_t - O_t, \text{ onde } t = \text{ano.}$$

---

<sup>2</sup> <sup>1</sup> APUD Brito et al (2010).

Sobre avaliação de projeções populacionais para pequenos domínios, Brito et al. (2010) verificaram que o critério de precisão é o mais utilizado. Há algumas medidas de precisão disponíveis para este tipo de análise, entre as quais duas são utilizadas com maior frequência e consideradas tradicionais: a medida de erro médio percentual - EMP; e a medida de erro médio percentual em módulo - EMPM (JUDSON et al., 2004)<sup>3</sup>. A primeira se traduz na média de todos os erros percentuais e a única diferença em relação à segunda é que esta fornece o módulo dos erros percentuais. Resumindo, o EMP é uma medida de tendência média e pode ser usada como base para testar a presença de tendência média significativa, enquanto o EMPM é uma medida de precisão que indica o quão "perto" as estimativas chegaram do valor observado, em média (DEVINE; COLEMAN, 2003)<sup>4</sup>.

$$EMP_t = \frac{\sum_{i=1,n} EP_{i,t}}{n} \text{ e } EMPM_t = \frac{\sum_{i=1,n} |EP_{i,t}|}{n}, \quad (4)$$

onde:  $n$  = número de domínios menores,  $i = 1..n$  domínios e  $t$  = anos.

Para Brito et al. (2010) definir uma margem de erro aceitável não é uma tarefa clara e, às vezes, pode parecer subjetiva. No entanto, diversas características como tamanho da população, taxa de crescimento populacional, horizonte de projeção, entre outras, influenciam na definição de um percentual mínimo de erro. Conforme coloca Howe (2004), para uma pequena população (por exemplo, 2.000 habitantes), um erro de 5% pode ser aceitável, no entanto, se a população for maior (ex. 200.000), essa margem pode não ser aceitável. O horizonte de projeção também dificulta a definição de uma margem de erro aceitável, pois, à medida que o horizonte aumenta, o erro também cresce. Segundo Smith et al. (2001), para um horizonte de projeção de dez anos, o EMPM aceitável para pequenos domínios, como municípios, tem ficado entre 8% e 14%.

---

<sup>3</sup> <sup>†</sup> APUD Brito et al (2010).

<sup>4</sup> <sup>†</sup> APUD Brito et al (2010).

No Brasil, os métodos de projeção populacional para pequenos domínios (municípios) considerados de boa precisão têm sido aqueles em que mais da metade dos municípios apresentam EP entre -10% e 10% (JARDIM, 1995; WALDVOGEL, 1997; WALDVOGEL; CAPASSI, 1998) <sup>5</sup>. Brito et al. (2010) destacam que se deve ressaltar que denominar municípios de pequenos domínios nem sempre corresponde à realidade, pois, no Brasil, o tamanho dos municípios varia enormemente. Assim, não basta definir a precisão somente em termos da divisão geográfica ou político-administrativa, mas também em comparação com o tamanho populacional e horizonte de projeção.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 . Diagnóstico sócio-demográfico**

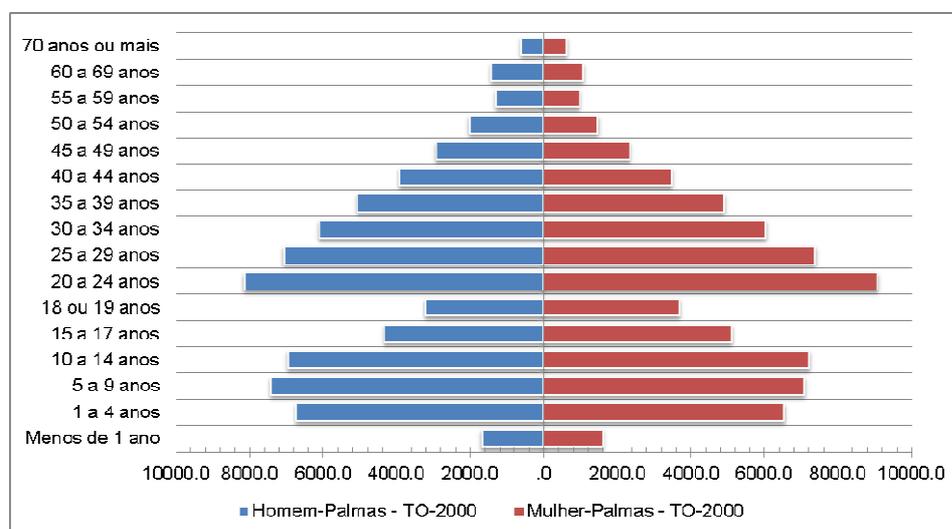
O município de Palmas - TO tem uma estrutura etária considerada como jovem se comparada com o padrão médio brasileiro. Porém, entre 2000 e 2010 já é possível verificar um maior achatamento do topo da pirâmide e um estreitamento de sua base, o que demonstra um menor nível de fecundidade relativa e o envelhecimento da população. Porém, é um ajuste que demorará algumas décadas para atingir os padrões demográficos das regiões com população estabilizada nos maiores centros urbana brasileira e do mundo. Pode-se dizer que Palmas-TO no início do processo de transição demográfica, o que significa que há uma tendência maior de crescimento natural da população, seja pela maior nupcialidade e / ou pela maior geração de filhos por mulher (Gráficos 1 a 4).

---

<sup>5</sup>

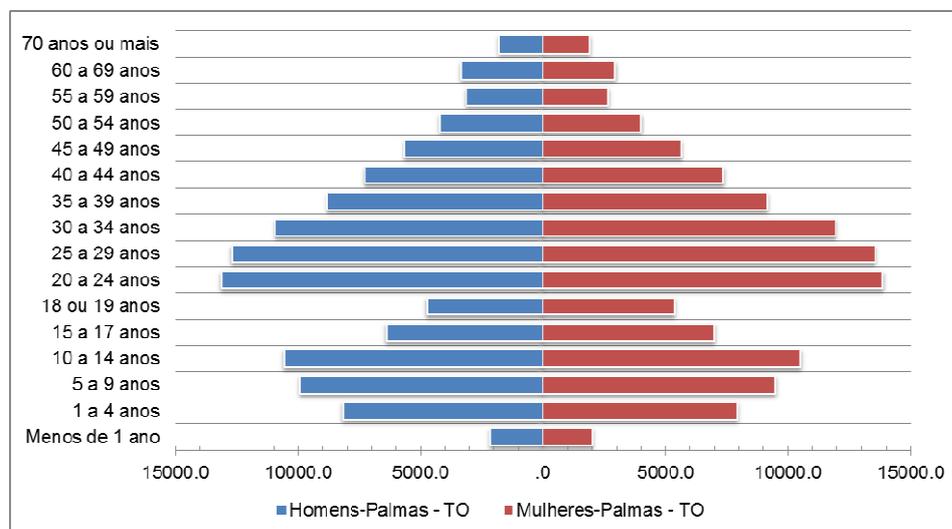
<sup>†</sup> APUD Brito et al (2010).

Gráfico 1. Pirâmide etária – Palmas – TO – 2000.



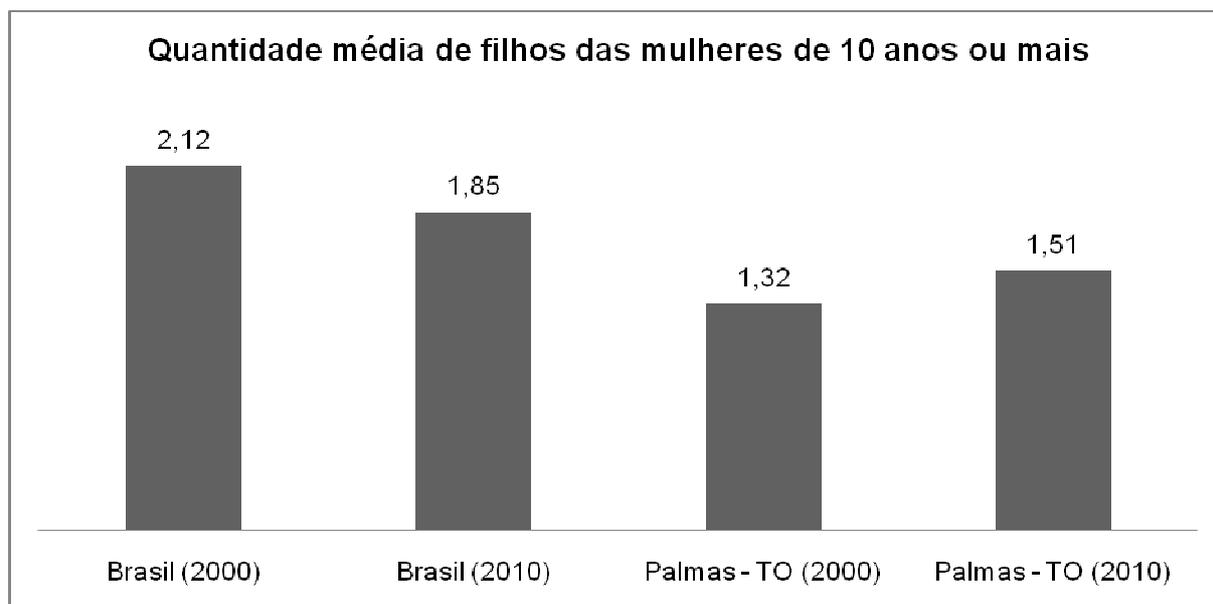
Fonte: IBGE (2000)

Gráfico 2. Pirâmide etária – Palmas – TO – 2010.



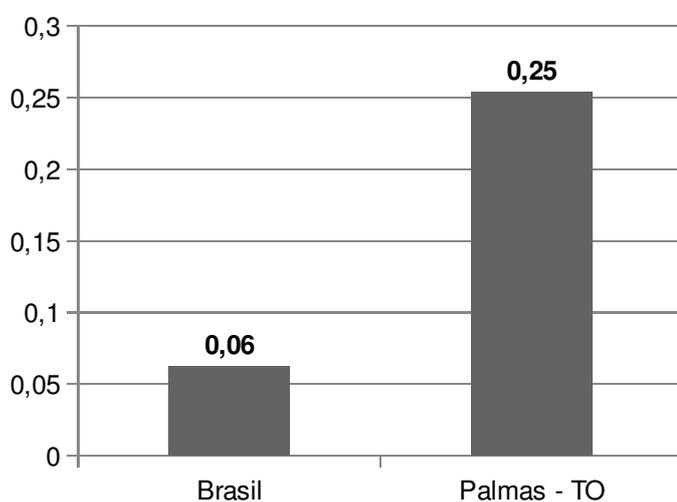
Fonte: IBGE (2010)

Gráfico 3. Taxa de fecundidade – Brasil e Palmas – 2000 a 2010.



Fonte: IBGE (2010)

Gráfico 4. Taxa de óbitos – Brasil e Palmas – 2010.

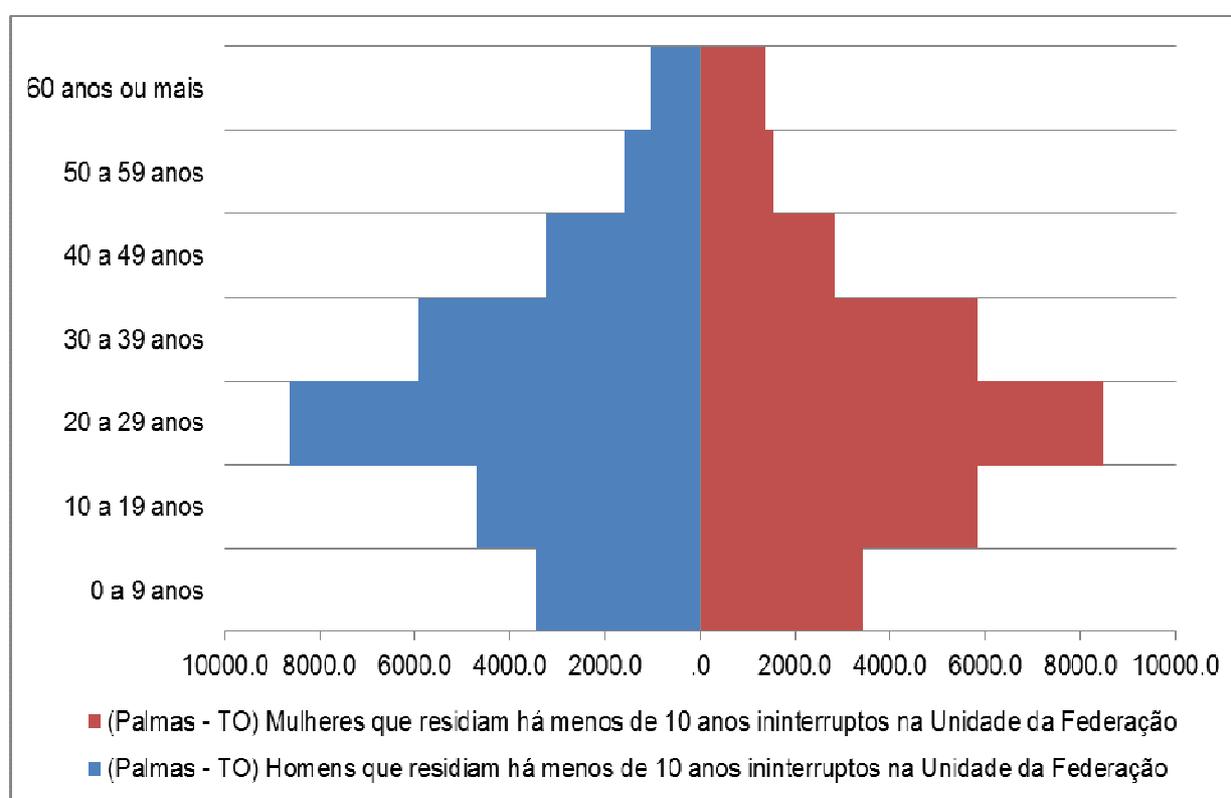


Fonte: IBGE (2010)

Por outro lado, Palmas – TO, por ser uma cidade jovem, com sua construção datada do início dos anos 1990, é bastante impactada pelos fluxos migratórios. Por exemplo, enquanto a

taxa bruta de migração no Brasil é de 6,2%, no município de Palmas é de 25,4% (Gráficos 5 e 6). Palmas, ainda poderá ser bastante suscetível aos fluxos migratórios, uma vez que apesar de ser capital, tem uma população em cerca de 250 mil pessoas. Ainda a cidade localiza-se em área de fronteira agropecuária, uma vez que a condição de redução dos custos de transporte via ferrovia Norte-Sul ou até mesmo a ocupação natural das terras em sua volta, pode trazer um novo impulso migratório para a cidade e região.

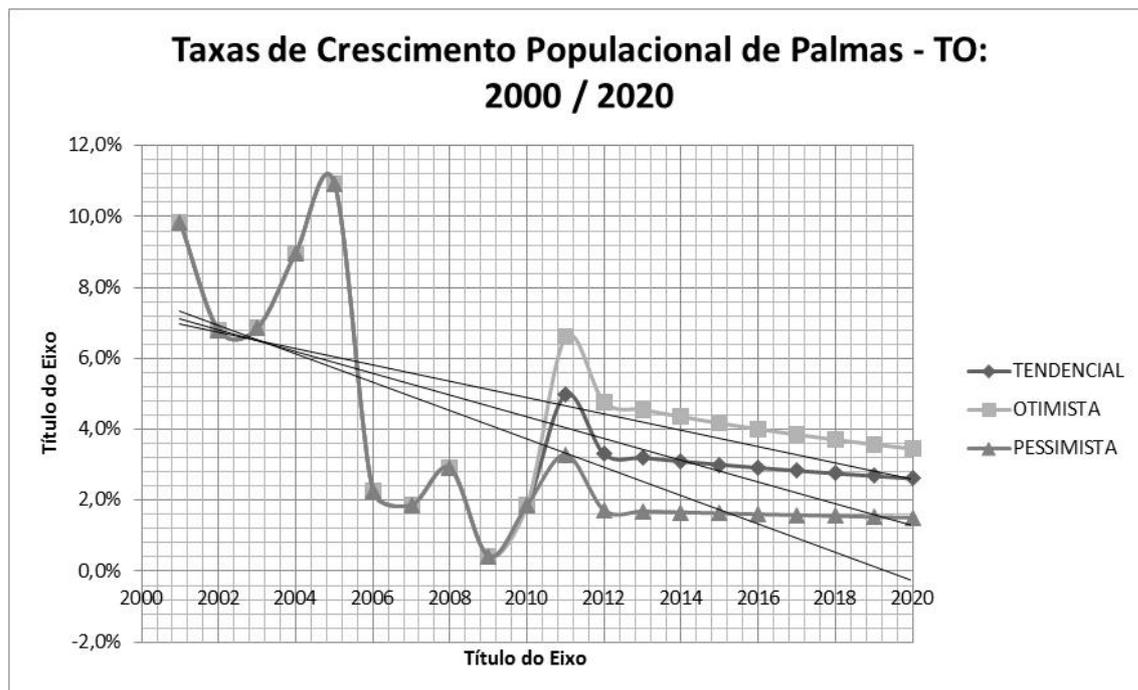
**Gráfico 5. Pirâmide migratória – Palmas – TO – 2010.**



Fonte: IBGE (2010)

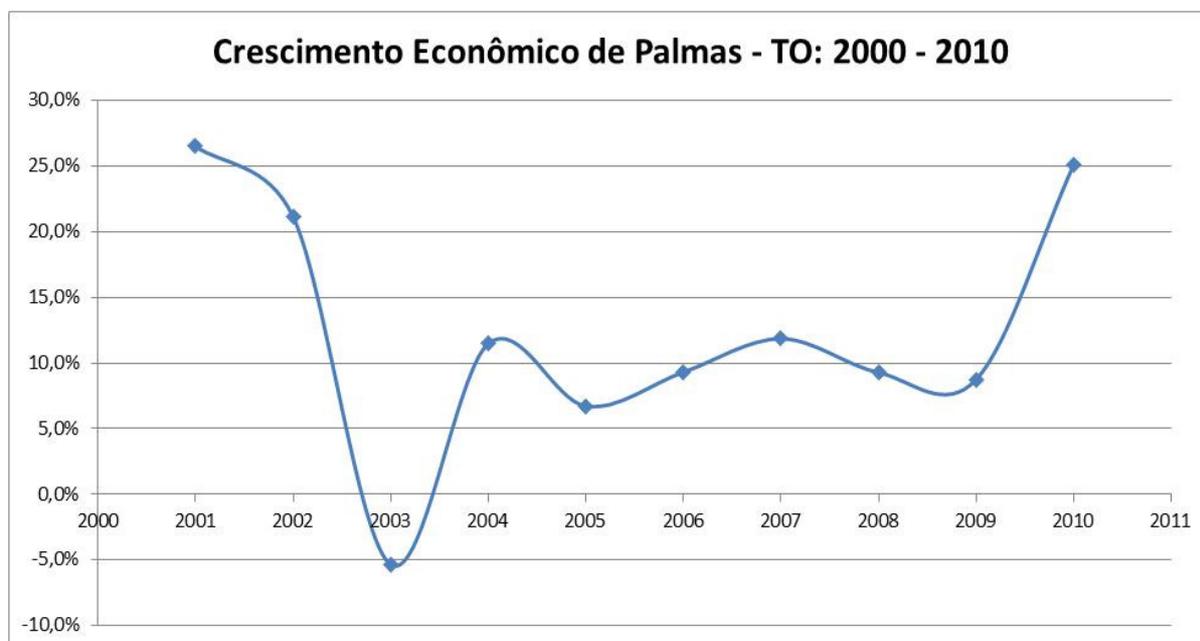
Entre 2000 e 2010 Palmas obteve um crescimento populacional médio de 5,3% ao ano, com fortes oscilações no período, o que demonstra que o crescimento populacional neste período foi centralmente influenciado pelos fluxos migratórios. Já o crescimento econômico médio, bastante oscilante, típico de uma economia em formação teve uma média de 7,9% ao ano (Gráficos 7 e 8).

Gráfico 6. Taxa de crescimento populacional – Palmas – TO – 2000/2020.



Fonte: IBGE e projeções.

Gráfico 7. Crescimento econômico – Palmas – TO – 2000/2020.



Fonte: IBGE e projeções.

### 3.2. Modelo de projeção populacional

No método escolhido, para projetar a população de Palmas – TO entre 2010 a 2025 deve-se primeiro firmar os pressupostos dos cenários econômicos. Estes cenários foram elaborados a partir do conhecimento do autor da realidade econômica local, expresso em Rodrigues (2011).

**Quadro 1. Pressupostos para os cenários econômicos futuros da economia de Palmas – TO**

| Cenários   | Características Esperadas   |
|------------|---|
| Otimista   | Espera-se um crescimento econômico médio de 10% ao ano, supondo o pleno funcionamento da ferrovia norte-sul, o perfeito funcionamento da Plataforma Multimodal de Porto Nacional, e uma forte expansão dos pólos atacadista, varejista e de serviços.         |
| Tendencial | Espera-se um crescimento econômico médio de 7,5% ao ano, supondo parcial funcionamento da ferrovia norte-sul, o parcial funcionamento da Plataforma Multimodal de Porto Nacional, e uma intermediária expansão dos pólos atacadista, varejista e de serviços. |
| Pessimista | Espera-se um crescimento econômico médio de 5% ao ano, supondo um pequeno funcionamento da ferrovia norte-sul, um precário funcionamento da Plataforma Multimodal de Porto Nacional, e uma pequena expansão dos pólos atacadista, varejista e de serviços.    |

Fonte: Elaboração própria.

Qual será o comportamento do crescimento populacional de Palmas – TO até 2025, a partir destes cenários. A equação obtida foi:

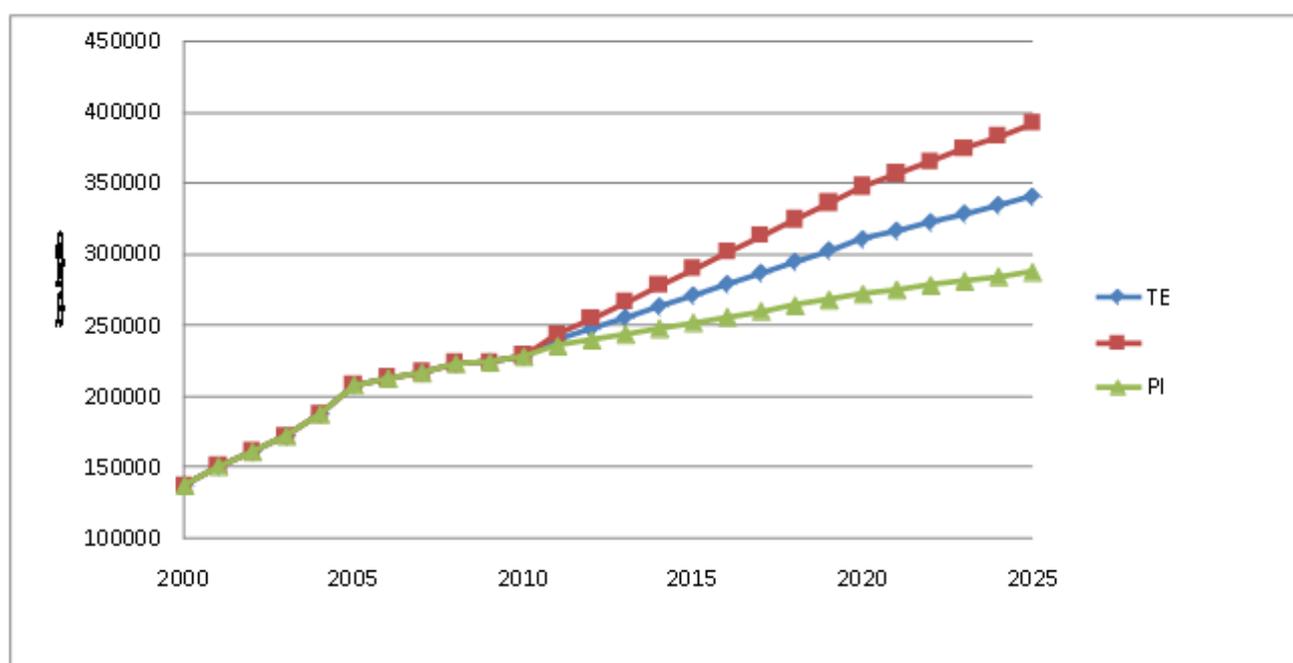
$$Pop = 93.629,10 \ln(PIB) - 1.175.605,08$$

$$R^2 = 0,87$$

O crescimento populacional foi encontrado em função do crescimento logarítmico do produto interno bruto, onde 87% destas variações são respondidas por esta variável. O que tornam as predições estatisticamente válidas.

Com base no modelo de projeção populacional utilizado com a variável econômica, espera-se que em 2020 Palmas tenha entre cerca de 260 mil a 335 mil pessoas, onde a tendência é cerca de 300 mil pessoas. Em 2025 entre cerca de 290 a 390 mil pessoas, onde a tendência é de 340 mil pessoas.

**Gráfico 8. Projeções populacionais para o município de Palmas – 2010 a 2025.**

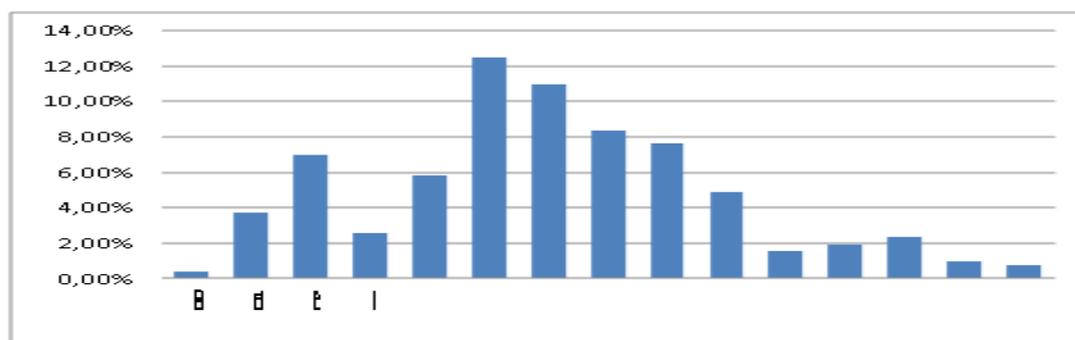


Fonte: Elaboração própria

### 3.3. Verificação dos erros de projeções populacionais

Estas estimativas populacionais realizadas tendo como variável explicativa o crescimento econômico são demograficamente confiáveis? Para responder esta questão, foram feitos com os valores estimados com aqueles já devidamente contados ou previstos pelo IBGE.

**Gráfico 9. Erro percentual em módulo (EPM) das projeções populacionais de Palmas - TO**



Fonte: Elaboração própria

A maior parte dos EPM's encontra-se no intervalo, entre -10% e 10%, o que é relatado como relativamente consistente por Brito et al. (2010), ainda a maior parte dos anos tem uma variação ainda menor, o que torna as predições como indícios de serem mais seguras.

Já o erro médio percentual em módulo (EMPM) foi 4,72%. Se considerado, somente o período de projeção disponibilizado pelas estimativas do IBGE, 2010 a 2014, o EMPM cai para 1,45%. Estes indicadores também são corroborados como adequados pela literatura nacional e internacional expressa no trabalho de Brito et al (2010).

Esta é uma constatação importante, na medida em poucos e pioneiros trabalhos no Brasil, conseguem incluir as variáveis econômicas como preditoras do comportamento do crescimento populacional futuro com segurança e confiabilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi utilizada uma metodologia para projeções populacional pouco utilizada no Brasil, com a inclusão de variáveis econômicas. Há um uso bem maior dos métodos demográficos puros, tais como os métodos AiBi (Apportionment Method), relação de coortes de Duchesne e correlação de razões. Fígoli et al., 2007 e Santos (2010) fizeram trabalhos pioneiros utilizando principalmente variáveis relacionadas à geração de ocupações

por investimentos com alto impacto em pequenos domínios, mas neste trabalho, em especial, conseguimos também demonstrar que o crescimento econômico do Produto Interno Bruto, neste caso em transformação logarítmica, também foi um bom preditor do crescimento populacional futuro.

Com base no modelo de projeção populacional utilizado com a variável econômica, espera-se que em 2020 Palmas tenha entre cerca de 260 mil a 335 mil pessoas, onde a tendência é cerca de 300 mil pessoas. Em 2025 entre cerca de 290 a 390 mil pessoas, onde a tendência é de 340 mil pessoas.

As projeções populacionais realizadas para Palmas – TO apresentaram um EMPM de 4,72%. Se considerado, somente o período de projeção disponibilizado pelas estimativas do IBGE, 2010 a 2014, o EMPM cai para 1,45%. Estes indicadores são corroborados como adequados pela literatura nacional e internacional expressas no trabalho de Brito et al (2010). Também, a maior parte dos erros encontra-se no intervalo, entre -10% e 10%, o que reforça ainda mais o bom caráter preditivo do modelo utilizado.

## 5. BIBLIOGRAFIA

BARBIERI, A. F e SANTOS, R. O. Projeção demográfica de pequenas áreas integrada a projeções econômicas: um estudo de cenários de migração para a região do Alto Paraopeba, Minas Gerais. **Revista paranaense de desenvolvimento, Curitiba, n.121, p.19-39, jul./dez. 2011.**

BRITO, L. P. G. de; CAVENAGHI, Suzana; JANNUZZI, Paulo de Martino. Estimativas e projeções populacionais para pequenos domínios: uma avaliação da precisão para municípios do Rio de Janeiro em 2000 e 2007. **Rev. bras. estud. popul.**, São Paulo, v. 27, n. 1, jun. 2010.

BRITO, L. P. G. **Avaliação da precisão de estimativas e projeções populacionais para pequenos domínios: Rio de Janeiro, 2000 e 2007.** Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: Ence/IBGE, 2007.

FÍGOLI, M. G. B. et al. **Estimativas populacionais considerando o impacto dos investimentos da CVRD sobre o emprego e o produto da região.** Belo Horizonte: Cedeplar, 2007. (Relatório de Pesquisa, 3).

HOWE, A. **Assessing the accuracy of Australia's small area population estimates.** Caberra: Australian Population Association - APA, 12th Biennial Conference, 2004.

IBGE. **Censo demográfico de 2000:** Brasil. Rio de Janeiro, 2000.

IBGE. **Censo demográfico de 2010**. Rio de Janeiro, 2012.

JARDIM, M L. **Utilização de variáveis sintomáticas para estimar a distribuição espacial de populações**: aplicação aos municípios do Rio Grande do Sul. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 1995.

JUDSON, D.; POPOFF, C.; BATUTIS-JR., M. An evaluation of the accuracy of U.S. Census Bureau county population estimates. **Statistics in Transition**, v. 5, n. 2, p. 205-235, 2004.

RODRIGUES, W. Cenários econômicos prospectivos para Palmas – TO no período de 2008 a 2020. **Revista de Economia, Anápolis**, v.8, n.2, p. 01-16, jul./dez. 2012.

SANTOS, R. O. dos. **Projeções populacionais para pequenas áreas a partir de cenários econômicos: aplicação de ratio methods para a região do Alto Paraopeba-MG, 2010-2025**. (Dissertação Mestrado). Belo Horizonte: UFMG / CEDEPLAR, 2010.

SMITH, S.; TAYMAN, J.; SWANSON, D. **State and local population projections: methodology and analysis**. New York: Kluwer, capítulos 1, 2, 12 e 13, 2001.

WALDVOGEL, B. **Técnicas de projeção populacional para o planejamento regional**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 1997 (Estudos Cedeplar, 1).

WALDVOGEL, B.; CAPASSI, R. Projeção populacional como instrumento de planejamento regional: o caso do Estado de São Paulo. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS. **Anais da Abep**. Belo Horizonte: Abep, 1998.