

IDENTIFICAÇÃO DA COMPONENTE SAZONAL EM ALGUMAS SÉRIES TEMPORAIS MENSIS RELACIONADAS À PRODUÇÃO DE BENS E SERVIÇOS NO MUNICÍPIO DE ITABUNA-BA, ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE PERIODOGRAMAS¹

João Paulo Tourinho Braga²
Claudia Simas e Silva³
Marcelo Inácio Ferreira Ferraz⁴

1. INTRODUÇÃO

Obter previsões de determinado fenômeno não constitui um fato absolutamente recente. Ao longo do tempo, surgiram diversas metodologias para o estudo de séries temporais. A análise de periodicidade foi originalmente utilizada para detectar e estimar a amplitude da componente senóide de frequência conhecida. Após, usada por Box & Jenkins para verificar a aleatoriedade em séries temporais. Série temporal é um conjunto de observações corretamente ordenadas em intervalos de tempo equidistantes e que apresentam uma interdependência serial. Sendo assim, o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, valores diários do preço das ações de uma empresa, valores mensais da temperatura de uma cidade, inflação anual de um país, valores do índice do PIB no Brasil, representam alguns exemplos destas séries. Constituindo objeto de estudo das mais diversas áreas do conhecimento, a análise de tais dados tem por objetivo determinar se eles apresentam algum padrão aleatório. Métodos de predição em séries temporais baseiam-se na idéia de que observações passadas contêm informações de possível comportamento futuro.

Uma série temporal também pode ser analisada no domínio da frequência nestes casos; estamos interessados na frequência com que certos eventos ocorrem em um período de tempo (movimentos cíclicos por exemplos). A ferramenta utilizada é o espectro (transformação da função de autocorrelação) e a análise é baseada em modelos não paramétricos.

Assim, este outro caminho de analisar uma série temporal está baseado nas ondas de seno e cosseno para diferentes frequências. Esta análise no domínio da frequência constitui uma ótima ferramenta na procura de características determinísticas de uma série temporal.

Nesse sentido, este trabalho propõe-se a analisar o comportamento de algumas séries mensais relacionadas à produção de bens e serviços no município de Itabuna-BA. Especificamente pretende-se verificar em cada uma das séries em estudo a existência, ou não, da componente sazonal significativa, utilizando a *Análise Spectral*, a fim de maior conhecimento do fenômeno sob consideração, obtenção de conclusões em termos estatísticos e adequação do modelo em termos preditivos.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste estudo baseou-se em documentação indireta, predominantemente através da utilização de pesquisa bibliográfica e documental. Os dados necessários para a sua consecução foram previamente coletados e tabulados pelo Centro de Dados Conjunturais do Grupo de Pesquisa em Estatística Aplicada da Universidade Estadual de Santa Cruz.

A metodologia do trabalho fundamentou-se na construção e análise de periodogramas para as séries em estudo, cujo procedimento encontra-se adiante detalhado.

¹ Pesquisa desenvolvida sob a orientação do Professor Marcelo Inácio Ferreira Ferraz. Agência Financiadora: Programa Interno de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Santa Cruz – PROIIC/UESC.

² Acadêmico do Curso de Ciências Contábeis da Universidade Estadual de Santa Cruz, Bolsista do PROIIC/UESC.

³ Graduada em Administração de Empresas, Departamento de Ciências Administrativas e Contábeis – DCAC/UESC

⁴ Professor Mestre do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas.

- O periodograma da série a_t $t = 1, 2, \dots, n$ é definido por:

$$I_a(f_i) = \frac{2}{n} \left[\left(\sum_{t=1}^n a_t \cos \frac{2\pi i}{n} t \right)^2 + \left(\sum_{t=1}^n a_t \sin \frac{2\pi i}{n} t \right)^2 \right]$$

Onde a_t é a série estudada e t é o número de períodos observados, com $0 < f_i < \frac{1}{2}$, e $I(f_i)$ indica a intensidade da frequência f_i .

- O periodograma acumulado proporciona um meio eficaz de detectar a não randomicidade periódica. A chamada função espectral $p(f)$ para o ruído branco tem um valor constante $2\sigma_a^2$ no domínio da frequência de 0 a 0,5 ciclos, conseqüentemente a função espectral acumulada para o ruído branco é:

$$p(f) = P_a(f) = \int_0^f p_a(g) dg = \begin{cases} 0, & f < 0 \\ 2\sigma_a^2 f, & 0 \leq f < 1/2 \\ \sigma_a^2, & f \geq 1/2. \end{cases}$$

- Para ruído branco o espectro varia linearmente com a frequência. Então quando a série \bar{a}_t se aproxima do ruído branco a função $C(f) \times f$ tem comportamento linear entre os pontos (0, 0) e (0.5, 1) e aceitamos o modelo fixo como válido.
- A periodicidade da série pode ser verificada observando a existência de picos na frequência $f_i = i/n$, o que indica uma periodicidade de período $1/f$. O procedimento inicial é fazer o gráfico do periodograma tendo na ordenada as frequências. Se observarmos que no periodograma existe mais de um pico, não se pode concluir imediatamente se esses picos correspondem a componentes periódicos da série, devemos, portanto aplicar um teste para verificar se o pico é um componente periódico genuíno.

- O teste de Fisher para verificar a existência de periodicidade foi proposto inicialmente para o maior período:

$$g^* = \frac{\max(I_p)}{\sum_{p=1}^{N/2} I_p}$$

- Porém, foi estendida para os períodos de menor intensidade, e a estatística do teste é dada por:

$$g = \frac{I_p}{\left\{ \sum_{p=1}^{N/2} I_p \right\} - I_p}$$

A distribuição exata para g é dado por : $P(g > z) = \alpha = n(1 - z)^{n-1}$, onde $n = \frac{N}{2}$ e α é o nível de significância. São testadas as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0: \text{existe periodicidade} \\ H_1: \text{n\~ao existe periodicidade} \end{cases}$$

- Assim, se $g \geq z$ rejeitamos H_0 ou seja, a s\u00e9rie n\u00e3o apresentam per\u00edodo p .
- Comprovada a exist\u00eancia de periodicidade, s\u00f3 podemos inferir que h\u00e1 componente sazonal quando o per\u00edodo significativo da s\u00e9rie estudada for de ordem igual ou inferior a 12 (doze).

3. RESULTADOS E CONCLUS\u00c3O

As s\u00e9ries relacionadas \u00e0 produ\u00e7\u00e3o de bens e servi\u00e7os no munic\u00edpio de Itabuna, utilizadas nesta pesquisa, encontram-se abaixo relacionadas:

- consultas ao Servi\u00e7o de Prote\u00e7\u00e3o ao Cr\u00e9dito;
- embarque de Passageiros Interestaduais na Rodovi\u00e1ria;
- embarque de Passageiros Intermunicipais na Rodovi\u00e1ria;
- consultas ao Servi\u00e7o de Tele-Cheque;
- evolu\u00e7\u00e3o do N\u00edvel de Emprego
- t\u00edtulos protestados.

Para maior detalhamento do processo, a figura 1 e a tabela 2 apresentam, respectivamente, o resultado obtido ap\u00f3s utiliza\u00e7\u00e3o do periodograma e da An\u00e1lise Spectral, para uma das vari\u00e1veis envolvidas neste estudo, em que ficou comprovada a exist\u00eancia de sazonalidade significativa, segundo o modelo de an\u00e1lise proposto na metodologia.

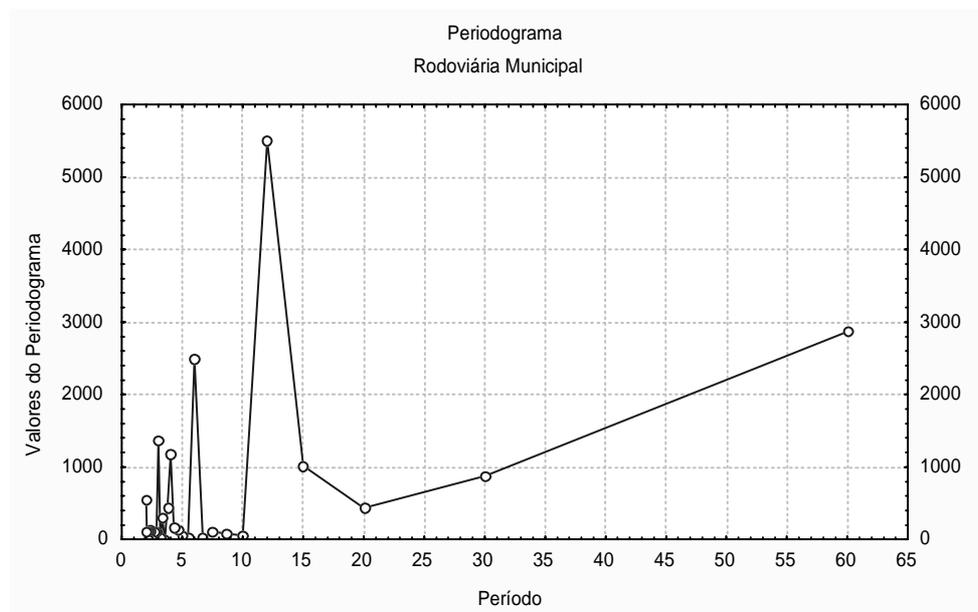


Figura 1 – Periodograma da s\u00e9rie de passageiros intermunicipais na Rodovi\u00e1ria de Itabuna-BA no qu\u00ednqu\u00eanio 1998-2002

Tabela 2 – Análise Spectral para a série de passageiros intermunicipais na Rodoviária de Itabuna-BA no quinquênio 1998-2002

Frequência	Período	Periodograma	Teste G de Fisher	0,1979
0,0833	12,00	5497,54	0,2980	*
0,0167	60,00	2867,91	0,1555	n/s
0,1667	6,00	2490,54	0,1350	n/s
0,3333	3,00	1369,89	0,0743	n/s
0,2500	4,00	1166,56	0,0632	n/s
0,0667	15,00	1018,59	0,0552	n/s
0,0333	30,00	876,67	0,0475	n/s
0,5000	2,00	547,74	0,0297	n/s
0,2667	3,75	445,78	0,0242	n/s
0,0500	20,00	436,27	0,0237	n/s

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: A distribuição G ao nível de 5% de probabilidade é de 0,1979.

(*) período significativo e (n/s) período não significativo.

Em suma, os resultados apontaram ao nível de 5% de probabilidade a inexistência de períodos significativos e, conseqüentemente, ausência da componente sazonal na série de Títulos Protestados. As séries de Consultas ao Serviço de Proteção ao Crédito, Embarque de Passageiros Interestaduais na Rodoviária e Embarque de Passageiros Intermunicipais na Rodoviária apresentaram períodos significativos de ordem igual ou inferior a 12, indicando movimentos oscilatórios e aproximadamente regular dos dados no curto prazo, evidenciando a presença de sazonalidade naquelas séries.

A análise das séries de Consultas ao Serviço de Tele-Cheque e Evolução do Nível de Emprego indicou a existência de períodos com expressivas magnitudes. Contudo, as séries não apresentam componente sazonal, já que os períodos observados possuem ordem superior a 12 e referem-se a movimentos oscilatórios de longo prazo.

A tabela 3 apresenta as cinco maiores frequências obtidas com a aplicação da *análise spectral* para cada uma das séries relacionadas à produção de bens e serviços no município de Itabuna-Ba no quinquênio 1998-2002, analisadas neste trabalho.

Tabela 3 – Cinco maiores frequências obtidas com a aplicação da *análise spectral* para as séries relacionadas à produção de bens e serviços no município de Itabuna-Ba no quinquênio 1998-2002

	Frequência	Período	Periodograma	Teste G de Fisher	0,1979
Consultas ao Serviço de Proteção ao Crédito	0,0833	12,00	5497,54	0,2980	*
	0,0167	60,00	2867,91	0,1555	n/s
	0,1667	6,00	2490,54	0,1350	n/s
	0,3333	3,00	1369,89	0,0743	n/s
	0,2500	4,00	1166,56	0,0632	n/s
Embarque de Passageiros Interestaduais na Rodoviária	0,1667	6,00	6710,89	0,7769	*
	0,0833	12,00	6126,68	0,6643	*
	0,3333	3,00	852,09	0,0588	n/s
	0,2500	4,00	419,50	0,0281	n/s
	0,1833	5,45	254,51	0,0169	n/s
Embarque de Passageiros Intermunicipais na Rodoviária	0,1667	6,00	2338,78	0,6206	*
	0,0833	12,00	1567,31	0,3452	*
	0,3333	3,00	654,07	0,1199	n/s
	0,0333	30,00	379,59	0,0663	n/s
	0,2500	4,00	296,72	0,0511	n/s

Consultas ao Serviço de Tele-Cheque	0,0500	20,00	3176,55	0,2385	*
	0,0833	12,00	2327,43	0,1643	n/s
	0,1667	6,00	2053,20	0,1421	n/s
	0,0333	30,00	1991,57	0,1373	n/s
	0,1000	10,00	961,32	0,0619	n/s
Títulos Protestados	0,01667	60,00	8217,41	0,13566	n/s
	0,30000	3,33	7161,52	0,11620	n/s
	0,05000	20,00	7071,27	0,11457	n/s
	0,08333	12,00	5452,88	0,08609	n/s
	0,26667	3,75	4882,46	0,07640	n/s
Evolução do Nível de Emprego	0,0167	60,00	53,65	0,8581	*
	0,0333	30,00	41,43	0,5542	*
	0,0667	15,00	6,51	0,0593	n/s
	0,0833	12,00	2,37	0,0208	n/s
	0,1333	7,50	2,32	0,0204	n/s

Nota: A distribuição G ao nível de 5% de probabilidade é de 0,1979.

(*) período significativo e (n/s) período não significativo.

Fonte: dados da pesquisa

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da *Análise Spectral* e do *Teste G de Fisher* atendeu satisfatoriamente aos objetivos propostos, permitindo caracterizar com fidelidade as séries em observação.

Os resultados obtidos sugerem posterior ajuste sazonal através do filtro de médias móveis *ARIMA X-11*, a fim de uma maior adequação do modelo em termos preditivos.

A aplicação deste procedimento nas séries anteriormente relacionadas é de fundamental importância para utilização das mesmas em estudos mais aprofundados, principalmente em relação ao comportamento e evolução da economia municipal.

5. REFERÊNCIAS

BOX, G. E.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. **Time series analysis: forecasting and Control**. 3ed. New Jersey: Prentice Hall, 1994. 598p.

DINIZ, Eliezer Martins. Sazonalidade em Séries Temporais. O caso do Imec. *Economia Aplicada*, v.3, 2, 1999, pp. 289-308.

ENDO, Seiti Kaneko. **Métodos Quantitativos: Números Índices**. São Paulo: Atual, 1986. 74p.

MILONE, Giuseppe; ANGELINI, Flávio. **Estatística Aplicada: Números Índices, Regressão e Correlação, Séries Temporais**. São Paulo: Atlas, 1995.

MORRETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. de C. **Modelos para Previsão de Séries Temporais**. Rio de Janeiro: CNPq/IMPA. v.1, 1981. 356p.

PRISTLEY, M. B. **Spectral Analysis**. V.1: Univariate Series; V.2: Multivariate Series, Prediction and Control. New York: Academic Press. 1981. 890p.