

COMPARANDO MODELOS: A INFLUÊNCIA DAS IMPORTAÇÕES E EXPORTAÇÕES SOBRE O FATURAMENTO DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

Wanessa Chaves Guedes
wanessaguedes@institutocensus.com.br
graduanda em estatística pela UFAM e
Trainer do Instituto Census

Sidney Costa
sidneycosta@gmail.com
mestrando em Gestão
Internacional pela ESPM-SP

Geraldo Lopes de Souza Júnior
geraldosouza@institutocensus.com.br
Mestre em estatística e
Diretor do Instituto Census

Josinete Cavalcante Costa
jcosta@seplan.am.gov.br
Assessora do Departamento de estudos,
Pesquisas e Informações da SEPLAN-AM

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é discutir a influência das importações e das exportações sobre o faturamento do Polo Industrial de Manaus (PIM), implementando as técnicas de Regressão com o intuito de entender o comportamento do faturamento do PIM. Este estudo é realizado devido à importância do PIM sobre o PIB e conseqüentemente para a formulação, direcionamento de políticas estratégicas para o governo do estado e empresas da Zona Franca de Manaus. Um alto faturamento implica em um alto PIB. E um PIB "bom" atrai investimentos para o estado, uma vez que este apresenta um norte para os empresários e gestores públicos. Isto será possível a partir dos dados fornecidos pela Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico do Amazonas (SEPLAN-AM) e pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA). Uma série de análises de regressão permitirá entender essas relações. Apresentamos um estudo de regressão linear entre as variáveis faturamento do PIM, importações do PIM, exportações do PIM e Tempo usando dados disponibilizados pela SUFRAMA.

Palavras chaves: modelos de regressão; Polo Industrial de Manaus; faturamento; importações e exportações.

INTRODUÇÃO

Com o objetivo de discutir a influência das importações e das exportações sobre o faturamento do Polo Industrial de Manaus (PIM), implementamos as técnicas de Regressão com o intuito de entender tal comportamento do faturamento do PIM. Usamos como base do nosso estudo, dados para o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2009. Primeiramente apresentamos um estudo de regressão linear entre as variáveis faturamento do PIM e importações de insumos para o PIM e entre as variáveis faturamento do PIM e exportações do PIM usando dados disponibilizados pela SUFRAMA. Analisando a rotina de funcionamento do PIM nos deparamos com as seguintes questões:

- 1 - Se as importações se dão antes do faturamento não seria lógico relacionar o faturamento no tempo t com as importações no tempo t-1?
- 2 - Se as empresas do PIM negociam seus produtos e entregam para o cliente antes de faturar não seria prudente relacionar, também, o faturamento no tempo t com as exportações no tempo t-1?
- 3 - Considerando o crescimento constante do faturamento do PIM, não seria correto incluir o tempo como uma variável determinante?
- 4 - O quão sensível são os processos de importação, exportação e faturamento do PIM? Essa sensibilidade pode confundir os modelos?

Para responder essas dúvidas construímos uma série de modelos de regressão.

REGRESSÃO LINEAR

O termo regressão é usado para designar a expressão de uma variável dependente (Y) em função de outra (X), considerada independente. Diz-se regressão de Y sobre X. Se a relação funcional entre elas é expressa por uma equação de 1º grau, cuja representação geométrica é uma linha reta, nesse caso a regressão é dita linear.

Dados experimentais devem ser obtidos e correlacionados através de uma equação matemática, do tipo $Y=f(x)$, sendo X a variável independente e Y a variável dependente. Para o caso de apenas uma variável independente envolvida, tem-se a chamada Regressão Linear Simples.

Ao identificar uma correlação entre as variáveis, é interessante que se expresse seu relacionamento por meio de uma equação. Esse é o objetivo da análise de regressão, a qual, por meio de sua expressão matemática, permite que se efetuem, além da identificação da relação das variáveis, importantes projeções futuras.

Pretendeu-se ao longo deste estudo, correlacionar as variáveis e desta forma expressar esta relação matematicamente. Para uma relação linear, a expressão da reta ajustada, em que os valores de X explicarão os de Y (a variável Y é função da variável X), é definida por:

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Em que:

Y = variável explicada ou dependente. É a variável que normalmente se deseja estudar e efetuar previsões sobre seu comportamento;

X = variável explicativa ou independente;

a = parâmetro linear do modelo, ou seja, representa o ponto onde a reta de ajuste corta o eixo da variável Y (ordenada de origem);

b = parâmetro angular, também definido por coeficiente de inclinação ou declividade da reta de regressão.

O problema consiste em estimar os parâmetros a e b para que se conheça a equação da reta. Dizemos então que o problema consiste em ajustar uma regressão linear simples, isto é, a equação de uma reta ajustada aos dados, segundo a relação funcional.

As constantes 'a' e 'b' serão estimadas a partir da técnica denominada "Técnica dos mínimos quadrados".

Dessa forma, a partir de um conjunto de valores X e Y a ser estudado, o modelo de regressão linear estabelece, com base nesses valores observados, a reta que identifica a efetiva relação entre as variáveis. No presente trabalho, os valores em questão serão os relativos ao faturamento do PIM, importações de insumos do PIM e exportações do PIM.

Geralmente, tem-se o interesse em avaliar a relação de uma variável de interesse Y (variável dependente ou variável resposta) em relação a k variáveis X_j (variável independente ou covariável), $j = 1, 2, \dots, k$. Portanto, um possível modelo para avaliar essa relação pode ser dado por

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \epsilon_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

em que, n é o número de indivíduos, y_i é a observação da variável dependente para o i -ésimo indivíduo, $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ é um vetor de observações das variáveis independentes para o i -ésimo indivíduo, $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ é um vetor de coeficientes de regressão (parâmetros) e ϵ_i é um componente de erro aleatório.

Assume-se que esses erros são independentes e seguem distribuição normal com média zero e variância desconhecida σ^2 . O modelo (1) é chamado de regressão linear múltipla, pois envolve mais de um coeficiente de regressão. O adjetivo "linear" indica que o modelo é linear em relação aos $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$, e não porque y é uma função linear dos x 's.

Decomposição da soma de quadrados totais

Quando fazemos uma regressão linear, os valores observados (x_{ij}, y_i) estão espalhados ao redor da reta de regressão definida acima. Quanto menor for este espalhamento, melhor a reta de regressão representa o conjunto de valores observados. A variância amostral total, como estimador do espalhamento, pode ser decomposta da seguinte forma:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3)$$

Os três elementos desta equação correspondem, respectivamente, às três somas dos quadrados:

$$SQ_{total} = SQ_{regressão} + SQ_{resíduos} \quad (4)$$

onde:

SQ_{TOTAL} = variância total de Y

$SQ_{REGRESSÃO}$ = variância explicada pela regressão

$SQ_{RESÍDUOS}$ = variância não explicada pela regressão

Medida de qualidade do ajuste, o R-quadrado:

Podemos verificar que percentual da variância total que é explicada pela reta obtida de um modelo de regressão linear, utilizando:

$$R^2 = \frac{SQ_{REGRESSÃO}}{\frac{1}{(n-1)} SQ_{TOTAL}} \quad (5)$$

Nota: os denominadores 1 e $n-1$ correspondem aos graus de liberdade de $SQ_{regressão}$ e SQ_{total} .

RESULTADOS

Com o intuito de responder as questões já expostas, resolvemos construir uma série de modelos. Preparamos o banco agrupando os dados em observações anuais (A), semestrais (S), trimestrais (T), Bimestrais (B) e Mensais (M). Em seguida observamos as seguintes relações:

A relação faturamento do PIM e as importações

Modelando o Faturamento mensal do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatM_t = 292555256,7 + 3,38 \times ImpM_t \text{ e } R^2 = 0,79$$

Modelando o Faturamento mensal do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatM_t = 599463195,6 + 3,05 \times ImpM_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,67$$

Modelando o Faturamento bimestral do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatB_t = 215974400,32 + 3,587 \times ImpB_t \text{ e } R^2 = 0,83$$

Modelando o Faturamento bimestral do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatB_t = 929242102,18 + 3,24 \times ImpB_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,71$$

Modelando o Faturamento trimestral do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatT_t = 67002480,71 + 3,68 \times ImpT_t \text{ e } R^2 = 0,85$$

Modelando o Faturamento trimestral do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatT_t = 1375722377,77 + 3,27 \times ImpT_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,71$$

Modelando o Faturamento semestral do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatS_t = -669829661,37 + 3,84 \times ImpS_t \text{ e } R^2 = 0,91$$

Modelando o Faturamento semestral do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatS_t = 4228586347,97 + 3,06 \times ImpS_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,66$$

Modelando o Faturamento anual do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatA_t = -3160275518,99 + 4,01 \times ImpA_t \text{ e } R^2 = 0,95$$

Modelando o Faturamento anual do PIM em função da Importação de insumos temos:

$$FatA_t = 3917443358,18 + 3,57 \times ImpA_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,88$$

A relação faturamento do PIM e as exportações

Modelando o Faturamento mensal do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatM_t = 2555355951,5 + 3,03 \times ExpM_t \text{ e } R^2 = 0,073$$

Modelando o Faturamento mensal do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatM_t = 2658277255,68 + 2,65 \times ExpM_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,057$$

Modelando o Faturamento bimestral do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatB_t = 5230684912,37 + 2,769 \times ExpB_t \text{ e } R^2 = 0,06$$

Modelando o Faturamento bimestral do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatB_t = 5496692250,35 + 2,33 \times ExpB_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,044$$

Modelando o Faturamento trimestral do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatT_t = 7985192263,7 + 2,56 \times ExpT_t \text{ e } R^2 = 0,049$$

Modelando o Faturamento trimestral do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatT_t = 8245560262,49 + 2,39 \times ExpT_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,046$$

Modelando o Faturamento semestral do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatS_t = 15960427983,15 + 2,57 \times ExpS_t \text{ e } R^2 = 0,049$$

Modelando o Faturamento semestral do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatS_t = 16482034648,85 + 2,57 \times ExpS_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,056$$

Modelando o Faturamento anual do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatA_t = 27165291480,08 + 3,82 \times ExpA_t \text{ e } R^2 = 0,095$$

Modelando o Faturamento anual do PIM em função da Exportação de insumos temos:

$$FatA_t = 21458564138,49 + 6,48 \times ExpA_{t-1} \text{ e } R^2 = 0,311$$

A relação faturamento do PIM, as importações e o tempo

Modelando o Faturamento mensal do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $FatM_t = 588709366,92 + 1,89 \times ImpM_t + 16531077,83 \times TempM_t$ e $R^2 = 0,89$

Modelando o Faturamento mensal do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $FatM_t = 986975256,55 + 1,14 \times ImpM_{t-1} + 21308519,07 \times TempM_t$ e $R^2 = 0,82$

Modelando o Faturamento bimestral do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $FatB_t = 1171168395,31 + 1,88 \times ImpB_t + 66372911,72 \times TempB_t$ e $R^2 = 0,91$

Modelando o Faturamento bimestral do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $FatB_t =$

$2169936260,48 + 0,98 \times \text{ImpB}_{t-1} + 89394096,89 \times \text{TempB}_t$ e $R^2 = 0,85$

Modelando o Faturamento trimestral do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $\text{FatT}_t = 1859466432,3 + 1,795 \times \text{ImpT}_t + 154430442,55 \times \text{TempT}_t$ e $R^2 = 0,92$

Modelando o Faturamento trimestral do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $\text{FatT}_t = 3847350371,02 + 0,60 \times \text{ImpT}_{t-1} + 223903793,1 \times \text{TempT}_t$ e $R^2 = 0,86$

Modelando o Faturamento semestral do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $\text{FatS}_t = 2553469495,12 + 2,2 \times \text{ImpS}_t + 513401201,4 \times \text{TempS}_t$ e $R^2 = 0,95$

Modelando o Faturamento semestral do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $\text{FatS}_t = 10769386878,2 - 0,398 \times \text{ImpS}_{t-1} + 1135650189,03 \times \text{TempS}_t$ e $R^2 = 0,88$

Modelando o Faturamento anual do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $\text{FatA}_t = 2374643664,94 + 2,459 \times \text{ImpA}_t + 1676173381,689 \times \text{TempA}_t$ e $R^2 = 0,975$

Modelando o Faturamento anual do PIM em função da Importação de insumos e do Tempo temos: $\text{FatA}_t = 15393950495 + 0,186 \times \text{ImpA}_{t-1} + 3949154646,77 \times \text{TempA}_t$ e $R^2 = 0,92$

A relação faturamento do PIM, as exportações e o tempo

Modelando o Faturamento mensal do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatM}_t = 805855753,14 + 2,92 \times \text{ExpM}_t + 29331105,4 \times \text{TempM}_t$ e $R^2 = 0,86$

Modelando o Faturamento mensal do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatM}_t = 968585031,96 + 2,4 \times \text{ExpM}_{t-1} + 29079221,1 \times \text{TempM}_t$ e $R^2 = 0,84$

Modelando o Faturamento bimestral do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatB}_t = 1703642541,45 + 2,64 \times \text{ExpB}_t + 117450123,6 \times \text{TempB}_t$ e $R^2 = 0,89$

Modelando o Faturamento bimestral do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatB}_t = 2171989569,6 + 1,99 \times \text{ExpB}_{t-1} + 115918660,6 \times \text{TempB}_t$ e $R^2 = 0,867$

Modelando o Faturamento trimestral do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatT}_t = 2660576109,69 + 2,4 \times \text{ExpT}_t + 264190705,19 \times \text{TempT}_t$ e $R^2 = 0,92$

Modelando o Faturamento trimestral do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatT}_t = 3400881130,3 + 1,89 \times \text{ExpT}_{t-1} + 259267699,6 \times \text{TempT}_t$ e $R^2 = 0,89$

Modelando o Faturamento semestral do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatS}_t = 5057178936,4 + 2,468 \times \text{ExpS}_t + 1051924907,04 \times \text{TempS}_t$ e $R^2 = 0,935$

Modelando o Faturamento semestral do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatS}_t = 7652919187,778 + 1,62 \times \text{ExpS}_{t-1} + 1015551286,43 \times \text{TempS}_t$ e $R^2 = 0,89$

Modelando o Faturamento anual do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatA}_t = 9149655074,87 + 1,7244 \times \text{ExpA}_t + 3915595109,92 \times \text{TempA}_t$ e $R^2 = 0,95$

Modelando o Faturamento anual do PIM em função da Exportação e do Tempo temos: $\text{FatA}_t = 11048500599,8 + 2,62 \times \text{ExpA}_{t-1} + 3783702819,9 \times \text{TempA}_t$ e $R^2 = 0,965$

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Percebemos, através dos modelos de regressão linear simples, faturamento em função das exportações, que as exportações não explicam o faturamento. Tanto quando

relacionamos o faturamento no tempo t com as exportações no tempo t, como quando relacionamos faturamento no tempo t com as exportações no tempo t-1. Isso se deve por causa da estrutura de funcionamento da Zona Franca de Manaus. Esse modelo imposto pelos militares ainda na década de 1960, assegurava que todo produto oriundo da ZFM deveria atender o mercado brasileiro e somente o mercado brasileiro. Como, décadas após sua instalação, as empresas começaram a produzir mais do que o consumo interno exigia, as empresas começaram e exportar seus poucos excedentes. Quando incorporamos o tempo como variável no estudo, encontramos modelos muito mais significativos.

Analisando a influência das Importações sobre o Faturamento, notamos através dos modelos de regressão linear simples, que a medida que vamos agrupando os dados, maior é o R^2 , o seja, mais forte fica a relação. Logo, podemos afirmar que a análise de dados anuais é mais forte que a relação quando analisadas semestralmente e assim por diante. Quando incorporamos o tempo como variável no estudo, encontramos modelos muito mais significativos.

Essas análises nos fazem refletir sobre a importância da variável Tempo em nosso estudo. Acreditamos que possa haver algum outro fator, desconhecido até então, que influencie significativamente o faturamento. Temos, assim, uma proposta para um futuro estudo: descobrir novas variáveis relacionadas ao Faturamento do PIM.

REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, Alexandre. Mercado financeiro. 7ª. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 302 p.
- COSTA, S.; SAMPAIO, G; SOUZA Júnior, G. L.; A Estimação do PIB do Amazonas Comparando Modelos de Regressão. In: 11ª Escola de Modelos de Regressão, 2009.
- LAPPONI, Juan Carlos. Estatística Usando Excel. 2ª Edição. São Paulo: Campus, 14/03/2005.
- MONTEIRO, C; HERASME, M. PIB por unidade da federação: Valores correntes e constantes 1985-1996. Texto para discussão, Rio de Janeiro, 1998.
- MONTGOMERY, D. C., PECK, E. A. & VINING, G. G. (2001), Introduction to Linear Regression Analysis, Wiley Series in Probability and Statistics: Texts, References, and Pocketbooks Section, third edn, Wiley-Interscience, New York.
- MONTGOMERY, Douglas C. et al. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. 2ª Edição. São Paulo: LTC, 20/09/2003.
- MONTGOMERY, Douglas C; PECK, Elizabeth A.; VINING, G. Geoffrey. Introduction to linear regression analysis. 3ª ed. New York: Wiley, 2001.
- SEFAZ-AM. Disponível em <www.sefaz.am.gov.br> Acesso em março de 2009.
- SUFRAMA. Disponível em <www.suframa.gov.br> Acesso em junho de 2010.
- WERKEMA, Maria Cristina Catarino e AGUIAR, Silvio (1996). Análise de regressão: Como entender o relacionamento entre as variáveis de um processo. 1. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, UFMG

