

A UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA NA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA EM VEÍCULO COM GÁS NATURAL VEICULAR INSTALADO

RESUMO

A correlação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção pode ajudar na identificação da capacidade produtiva de um Organismo de inspeção, uma vez que é difícil relacionar a produtividade desses organismos a sua infraestrutura e ao seu corpo técnico. O objetivo desse artigo é levantar a curva estatística entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção de segurança em veículo com GNV instalado, realizada por um Organismo de Inspeção Acreditado em Segurança Veicular, a fim de comprovar a eventual existência de correlação entre esses parâmetros. O estudo foi desenvolvido em duas dimensões: a primeira consistiu no levantamento de informação segundo os parâmetros da revisão bibliográfica; a outra dimensão implicou em realizar um estudo de caso sobre a relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção dentro dos Organismos de Inspeção Acreditados na Área de Segurança de Veículos com GNV instalado. Observa-se que não há relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção, de forma que em termos da duração da inspeção o ano de fabricação do veículo é irrelevante.

PALAVRAS-CHAVES: Ano; Fabricação; Veículo; Tempo; Inspeção.

USE OF STATISTICS IN SAFETY INSPECTION VEHICLE EQUIPPED WITH NATURAL GAS VEHICLE

ABSTRACT

The correlation between the year of manufacture of the vehicle and the time of inspection can assist in identifying the productive capacity of an inspection body, since it is difficult to relate the productivity of these body to their infrastructure and to its staff. The aim of this paper is to raise the statistical curve between the year of manufacture of the vehicle and the time of safety inspection Vehicle with NGV installed, performed by an Accredited Inspection Body for Vehicular Safety in order to prove the existence of any correlation between these parameters. The study was developed in two dimensions: the first consisted of the collection of the information according to the parameters of the literature review, the other dimension involved in performing a case study on the relationship between the year of manufacture of the vehicle and the time of inspection within Accredited Inspection Bodies in the Area of Security Vehicles with NGV installed. It is observed that there is no relationship between the year of manufacture of the vehicle and the time of inspection, so that in terms of the duration of the inspection, the year of manufacture of the vehicle is irrelevant.

KEYWORDS: Year; Manufacturing; Vehicles; Time; Inspection.

*Revista Brasileira de
Administração Científica,
Aquidabã, v.5, n.1, Jan, Fev, Mar,
Abr, Mai, Jun 2014.*

ISSN 2179-684X

SECTION: *Articles*
TOPIC: *Teoria Geral da
Administração*



DOI: 10.6008/SPC2179-684X.2014.001.0002

Jair Camporeze

*Instituto de Pesos e Medidas do
Estado de São Paulo, Brasil*

<http://lattes.cnpq.br/7483342938723360>
jaircamporeze@gmail.com

Reinaldo Wacha

*Instituto Nacional de Metrologia,
Qualidade e Tecnologia, Brasil*

<http://lattes.cnpq.br/4393942853816511>
rwacha@inmetro.gov.br

Ricardo Kropf Santos Fermam

*Instituto Nacional de Metrologia,
Qualidade e Tecnologia, Brasil*

<http://lattes.cnpq.br/4647785249181859>
rkfermam@inmetro.gov.br

Received: 12/09/2013

Approved: 03/02/2014

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Referencing this:

CAMPOREZE, J.; WACHA, R.; FERMAM, R. K. S.. A utilização da estatística na inspeção de segurança em veículo com gás natural veicular instalado. *Revista Brasileira de Administração Científica*, Aquidabã, v.5, n.1, p.23-40, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-684X.2014.001.0002>

INTRODUÇÃO

No início do século XX, o engenheiro americano Frederick Winslow Taylor, fundador da administração científica, publicou seu livro intitulado ‘Shop Management’ (Administração de Oficinas) o qual versava sobre as técnicas de racionalização do trabalho, por meio do estudo de tempos e movimentos, citado no livro como ‘*motion-time study*’. Conforme este estudo, o trabalho é executado melhor e mais economicamente por meio da divisão e subdivisão de todos os movimentos necessários à execução de cada operação de uma tarefa, o que se denominou análise do trabalho (CHIAVENATO, 2000).

Seguindo-se esta análise, procedia-se o estudo dos tempos e movimentos, ou seja, a determinação do tempo médio que um operário comum levaria para a execução da tarefa, por meio de um cronômetro. Meyers (1999, apud NOVASKI e SUGAI, 2002) diz que Taylor foi a primeira pessoa a usar o cronômetro para estudar o trabalho e, portanto é chamado “Pai do Estudo do Tempo”.

Conforme Almeida (2009), o estudo do tempo é uma técnica de medida do trabalho que serve para registrar os tempos e o ritmo de trabalho de uma tarefa especializada, como também, para analisar os dados obtidos a partir do estudo de tempos, com a finalidade de se determinar o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível de desempenho satisfatório. O resultado do estudo de tempos é o tempo, em minutos, que uma pessoa adaptada ao serviço e completamente treinada no método específico levará para executar a tarefa trabalhando em um ritmo considerado normal.

O objetivo do presente artigo é levantar a curva estatística entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção de segurança em veículo com GNV instalado, realizada por um Organismo de Inspeção Acreditado em Segurança Veicular, a fim de comprovar a eventual existência de correlação entre esses parâmetros. O estudo foi desenvolvido em duas dimensões: a primeira consistiu no levantamento de informação segundo os parâmetros da revisão bibliográfica; a outra dimensão implicou em realizar um estudo de caso sobre a relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção dentro dos Organismos de Inspeção Acreditados na Área de Segurança de Veículos com GNV instalado.

Ao longo deste artigo, entende-se como “tempo de inspeção” a aplicação das etapas de inspeção, conforme item 5.3, em cada veículo com GNV instalado pelos Organismos de Inspeção Acreditados por meio da inspeção de segurança veicular, que consiste no processo de avaliação de um veículo rodoviário automotor ou rebocado por meio de inspeção visual, de inspeção mecanizada e automatizada, e de ensaios dinâmicos, conforme determinado no Regulamento Técnico da Qualidade n.º 37 aprovado pela Portaria Inmetro 049 de 24/02/2010, visando comprovar o atendimento aos requisitos de segurança e ambientais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e operacionalizado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), por meio da Portaria INMETRO n.º 104 de 18 de abril de 2006.

O Brasil é um país de grandes dimensões e dispõe de grandes reservas de gás natural, como vem sendo recentemente divulgado. A frota brasileira de veículos é a maior da América do Sul e com um enorme potencial de crescimento, num país desse porte, existe espaço para todo o tipo de combustível para uso veicular.

No entanto, o uso do gás natural como combustível veicular não se resume ao simples abastecimento do mesmo em postos de GNV. Por se tratar de um combustível gasoso é necessário a realização de alterações nas características originais do veículo que é fabricado para receber combustível líquido e conseqüentemente submetido a inspeção de segurança por meio de um Organismo de Inspeção Acreditado em Segurança Veicular (OIA-SV).

A criação de uma ferramenta que seja capaz de mostrar se a quantidade total de documentos (CSV) emitidos é coerente com a capacidade produtiva de um Organismo de inspeção, adotando-se como uma ferramenta útil para identificar desvios das práticas produtivas usuais, o que pode apontar para alguma irregularidade.

Desta forma, justifica-se que, na determinação de uma curva estatística seja possível obter indícios quando um Organismo executa incorretamente as suas atividades e assim direcionar as avaliações durante as auditorias.

METODOLOGIA

A metodologia consiste na visita aos Organismos de Inspeção Acreditados em Segurança Veicular para o acompanhamento e cronometragem do tempo para realização da inspeção de segurança em veículos com GNV instalado, conforme a quantidade de inspetores utilizados durante a inspeção desses veículos.

A ênfase será para a inspeção de veículos com GNV instalado, devido a representatividade dessa atividade, junto aos Organismos de Inspeção, corresponder a aproximadamente oitenta por cento (80%) da produtividade mensal dos Organismos visitados.

Ainda será calculada a média e o desvio padrão geral dos tempos de inspeção para cálculo do intervalo de tempo da inspeção, conforme um nível de confiabilidade de 95% e a curva estatística que servirá como parâmetro para indicação se os organismos realizam corretamente as inspeções.

RESULTADOS

A seleção dos Organismos foi feita na região de São Paulo devido possuir a maior concentração de Organismos acreditados para esta modalidade, e por isso uma diversidade maior, e por ter uma grande frota de veículos com GNV instalado. Tomou-se o cuidado de tomar organismos de inspeção das diferentes regiões da cidade, a fim de evitar influências regionais

relacionadas aos diferentes anos de fabricação dos veículos com GNV instalado, que circulam nesses locais, que foram inspecionados.

A amostragem tomada foi de 10% dos Organismos acreditados para a região. Esta amostragem foi considerada adequada, uma vez que existe uma grande dificuldade na obtenção da colaboração dos organismos de inspeção para o acompanhamento das inspeções, com o levantamento da infraestrutura existente e a cronometragem do tempo tomado. Uma das possíveis razões para essa aparente falta de colaboração poderia ser a preocupação em não perder a sua confidencialidade ou ainda o eventual ressentimento de que durante o acompanhamento do processo aparecessem problemas que poderiam acarretar punições a sua acreditação.

Preservando a identificação dos Organismos de Inspeção Acreditados que colaboraram no trabalho, relacionamos a seguir, a localidade dentro da grande São Paulo dos organismos de inspeção que foram visitados:

- Organismo de Inspeção A: Bairro: Barra Funda – São Paulo – SP;
- Organismo de Inspeção B: Bairro: Tatuapé – São Paulo – SP;
- Organismo de Inspeção C: Bairro: Vila Maria – São Paulo – SP;
- Organismo de Inspeção D: Bairro: Jardim Belval – Barueri – SP;
- Organismo de Inspeção E: Bairro: Aricanduva – São Paulo – SP;
- Organismo de Inspeção F: Bairro: Mooca – São Paulo – SP.

Critério Utilizado para a Seleção das Amostras

O critério utilizado para a seleção das amostras foi o não probabilístico intencional (por julgamento), baseando-se nos veículos que possuem GNV instalado, que necessitam ser inspecionados para obtenção do CSV para serem registrados e licenciados junto ao Departamento de Trânsito (DETRAN) do Estado de São Paulo e que compareceram aos Organismos de Inspeção visitados para serem submetidos a inspeção de segurança veicular, devido possuírem gás natural instalado como combustível alternativo.

Caracterização de Amostras

As amostras foram baseadas nos veículos que foram aos organismos de inspeção, nos dias das visitas, para realizarem a inspeção de segurança veicular, uma vez que possuem o GNV instalado e necessitam da regularização do veículo para poderem circular normalmente por todo o território brasileiro. A totalidade desses veículos que terá a inspeção acompanhada e cronometrada será conforme a quantidade de veículos que compareceram aos organismos para a realização da inspeção nos dias de visita. Nota: As amostras são veículos reais existentes, registrados e emplacados pelo DETRAN do Estado de São Paulo.

Escopo Envolvido

O escopo de estudo está relacionado a inspeção de veículos com GNV instalado conforme estabelecido pelo Anexo A da Portaria INMETRO 049/2010 para as etapas relacionadas abaixo, não sendo obrigatório a realização da inspeção nesta mesma ordem de etapas:

Etapa 1: Inspeção de entrada e Verificação de preparação da amostra

- Abastecimento de combustível líquido (gasolina ou álcool);
- Abastecimento de combustível gasoso (GNV);
- Estado de conservação e calibração dos pneus.

Etapa 2: Linha de inspeção automatizada.

- Alinhamento das rodas;
- Eficiência dos freios;
- Balanceamento do sistema de suspensão;
- Verificação de folgas no sistema de direção.

Etapa 3: Fosso para inspeção visual na parte inferior do veículo.

- Tubulação de alta pressão de GNV;
- Vazamentos de GNV na tubulação de alta pressão;
- Vazamentos na válvula do cilindro (quando o cilindro for fixado na parte inferior do veículo);
- Posicionamento do cilindro e do suporte quanto ao ângulo de entrada e saída (quando fixado na parte inferior do veículo);
- Proteção do cilindro contra choques (quando fixado na parte inferior do veículo);
- Proteção Térmica do cilindro (quando fixado na parte inferior do veículo);
- Vazamentos do combustível líquido;
- Amortecedores;
- Folgas no sistema de direção e suspensão;
- Escapamento.

Etapa 4: Regloscópio.

- Regulagem do farol na posição alto e baixo;
- Intensidade Luminosa.

Etapa 5: Análise de Emissão de Gases.

- Para o combustível gasoso (GNV);
- Para o combustível líquido (gasolina e álcool).

Etapa 6: Inspeção Visual final.

- Equipamentos Obrigatórios: a) para-choques; b) espelhos retrovisores; c) limpador e lavador de para-brisa; d) para-sol; e) velocímetro; f) buzina; g) cintos de segurança; h) extintor de incêndio; i) triângulo de segurança; j) ferramentas; k) estepe; l) vidros.
- Sinalização do veículo;
- Iluminação do veículo;
- Componentes do sistema de GNV: a) Cilindro para armazenamento de GNV; b) Suporte para armazenamento do cilindro de GNV; c) Linha de alta pressão de GNV; d) Linha de baixa pressão de GNV; e) Válvula do cilindro para armazenamento de GNV; f) Válvula ou dispositivo de abastecimento de GNV (interno e/ou externo); g) Válvula de corte de linha de alta pressão de GNV; h) Válvula automática de corte de GNV; i) Redutor de pressão de GNV; j) Dosador de GNV; k) Chave comutadora ou seletora; l) Medidor de pressão de GNV ou manômetro; m) Indicador de quantidade de GNV; n) Sistema de Ventilação; o) Válvula de corte de combustível líquido; p) Ponto de aterramento.

Foi cronometrado individualmente somente cada uma das seis etapas da inspeção para cada veículo inspecionado. O tempo total de inspeção por veículo é o resultado da soma dos tempos das seis etapas.

O tempo total de inspeção por organismo é o resultado da soma dos tempos totais de inspeção de todos os veículos inspecionados. Este tempo total de inspeção por organismo será utilizado nos cálculos estatísticos como aplicado na tabela 1.

Tabela 1: Quantidade de inspetores e com o sequencial das etapas de inspeção para o veículo com gás natural instalado por organismo visitado.

Organismo de Inspeção	Quantidade de Inspetores	Sequencial das Etapas de Inspeção
A	1	1; 6; 5; 4; 2; 3
B	1	1; 5; 6; 4; 2; 3
C	1	1; 2; 4; 3; 5; 6
D	1	1; 5; 6; 4; 2; 3
E	1	1; 5; 6; 4; 2; 3
F	1	1; 4; 2; 3; 5; 6

Compilação de Dados

Tabela com os tempos de inspeção por veículo inspecionado, quantidade de inspetores e modelo/ano dos veículos inspecionados por cada organismo visitado:

Veículo	Data da visita	Veículo inspecionado	OIA-SV	Inspetor	Tempo da inspeção (min)
1	13/11/12	Doblô Ano 2004	A	1 (um)	30
2	13/11/12	Monza Ano 1994	A	1 (um)	26
3	13/11/12	Meriva Ano 2008	A	1 (um)	28
4	13/11/12	Saveiro Ano 1989	A	1 (um)	22
5	13/11/12	Kadet Ipanema Ano 1998	A	1 (um)	27
6	22/11/12	Fiat UNO Ano 2006	B	1 (um)	21
7	22/11/12	Fiat UNO Ano 1992	B	1 (um)	22
8	22/11/12	Escort Ano 1991	B	1 (um)	22
9	22/11/12	Astra Ano 1999	B	1 (um)	20
10	22/11/12	Courier Ano 2000	B	1 (um)	28
11	22/11/12	Palio Weekend Ano 2008	B	1 (um)	20
12	30/11/12	Cobalt LS Ano 2012	C	1 (um)	22
13	30/11/12	Blazer Ano 1998	C	1 (um)	28
14	30/11/12	Doblô Ano 2006	C	1 (um)	27
15	02/12/12	Palio Weekend Ano 1998	D	1 (um)	21
16	02/12/12	Mazda MX 3 P/B/ Ano 1994	D	1 (um)	20

17	02/12/12	Honda Civic Ano 2005	D	1 (um)	20
18	02/12/12	Vectra GLS Ano 1998	D	1 (um)	20
19	02/12/12	GM SPIN/ LTZ / Ano 2012	D	1 (um)	20
20	07/12/12	Caminhonete F250 Ano 1999	E	1 (um)	26
21	07/12/12	Elba 1.5 ie Ano 1995	E	1 (um)	19
22	07/12/12	Kombi Ano 1999	E	1 (um)	20
23	07/12/12	Ford KA Ano 2002	E	1 (um)	20
24	07/12/12	Doblô Ano 2004	E	1 (um)	20
25	07/12/12	Ford / F75 Ano 1980	E	1 (um)	23
26	07/12/12	Corsa Perua Ano 2002	E	1 (um)	21
27	07/12/12	Corsa Sedan Ano 2002	E	1 (um)	19
28	13/12/12	Celta 1000 Ano 2003	F	1(um)	26
29	13/12/12	Fiorino Ano 1997	F	1(um)	21
30	13/12/12	Palio Weekend Ano 1999	F	1(um)	20
31	13/12/12	Monza Ano 1994	F	1(um)	19
32	13/12/12	Idea Fiat Ano 2010	F	1(um)	21

Discussão

Neste item será calculada a média ponderada e o desvio padrão em torno da média ponderada dos tempos de inspeção para todos os organismos de modo geral, conforme os dados registrados na tabela 2 acima. Será utilizada a média ponderada, devido a quantidade de veículos inspecionados ser diferente para cada organismo visitado.

Cálculo da média ponderada dos tempos de inspeção (geral)

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \cdot p_i \quad [1]$$

$$X = 22,41 \quad \Rightarrow \quad X = 22\text{min e } 25\text{s}$$

Onde: X=média ponderada de todos os tempos de inspeção;

$\sum t_i \cdot p_i$ = somatória dos tempos de inspeção multiplicado pela quantidade de repetições do mesmo tempo independente do organismo;

n= quantidade total dos veículos inspecionados

Cálculo do desvio padrão (geral)

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{t_i^2}{n} - \left(\sum_{i=1}^n \frac{t_i \cdot p_i}{n} \right)^2} \quad [2]$$

$$s = 3,60 \implies s = 3\text{min e } 36\text{s}$$

Organismo A

Neste item é avaliada estatisticamente se há relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção, por meio do cálculo do coeficiente de correlação pelo método dos mínimos quadrados para emprego do teste de hipóteses, seguido do cálculo do coeficiente de correlação e pela análise de variância, conforme os dados registrados na tabela 2 deste artigo. Todos esses métodos utilizam uma relação linear e supõem que para cada valor de “x” há uma distribuição normal de possíveis valores de “y” e que todas as distribuições normais possuem o mesmo desvio padrão.

Cálculo dos coeficientes de correlação pelo método dos mínimos quadrados, entre o ano de fabricação dos veículos e o tempo de inspeção.

Então temos:

x= ano de fabricação dos veículos;

y= tempo de inspeção;

n= quantidade de veículos inspecionados neste organismo.

$$y = a + b \cdot x \quad [3]$$

$$a = \frac{\sum y - b \cdot \sum x}{n} \quad [4]$$

$$a = - 652,92$$

$$b = \frac{n \cdot (\sum [x \cdot y]) - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot (\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad [5]$$

$$b = 0,34$$

$$y = -652,92 + 0,34 \cdot x$$

Teste de Hipóteses

Este teste proporciona distinguir se as variáveis (y e x) de cada organismo são relacionadas (há significância) e situações em que as mesmas não o são. Quando as variáveis não são relacionadas, temos B=0 (variável y não responde a variações em x) então:

Hipótese Nula: $H_0 : B = 0$ (não há significância)

Hipótese Alternativa: $H_1 : B \neq 0$ (há significância – há relação entre as variáveis)

Portanto calculamos:

Erro padrão da Estimativa [6]

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a \cdot \sum y - b \cdot \sum x \cdot y}{n - 2}}$$

Se = 1,64 (Organismo A)

Erro padrão do coeficiente angular [7]

$$S_b = S_e \sqrt{\frac{1}{\sum x^2 - \left[\frac{(\sum x)^2}{n}\right]}}$$

Sb= 0,11

A significância do coeficiente angular de regressão que encontramos (b) pode ser testada comparando o tamanho relativo de “b” dado por:

$$\frac{t_{\text{teste}}}{sb} = \frac{b - B}{sb} \quad \text{onde: } B=0 \text{ (hipótese nula)} \quad [8]$$

$t_{\text{teste}} = 3,09$ (resultado da distribuição normal do teste de hipótese)

Sendo a amostra $n < 30$ utiliza-se a distribuição normal t (Student)

Nível de significância adotado= 5% = 0,05 (maior valor crítico considerado para teste de significância)

$n - 2 =$ graus de liberdade (utilizado como um dos parâmetros para consultar o valor crítico obtido de uma distribuição normal t)

$t_{0,05 \text{ crítico}} = \pm 2,353$

O coeficiente angular será diferente de zero se t_{teste} exceder $\pm t_{\text{crítico}}$. portanto: sendo $t_{\text{teste}} > t_{\text{crítico}}$ rejeitamos a hipótese alternativa $B \neq 0$, ou seja, não há relação entre o ano de fabricação e o tempo de inspeção (sem significância) para o organismo em estudo neste item.

Coeficiente de Correlação

Com o cálculo do coeficiente de correlação definimos a medida do grau em que os valores de y estão relacionados com x :

$$r^2 = \frac{1 - S_e^2}{S_y^2} \quad [9]$$

$$\text{onde: } S^2_y = \frac{(\sum y^2) - (\sum y)^2 / n}{n - 2} \quad [10]$$

$$S^2_y = 11,73$$

$r^2 = 0,77$: 77% é a relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção, quanto aos outros 23% significa que não há relação entre ambos.

Análise de Variância (Amostra Organismo A)

A análise de variância utiliza a relação entre a média dos tempos de inspeção e o desvio padrão em torno desta média do Organismo A e a média geral de todos os Organismos, para o cálculo do valor crítico obtido de uma distribuição normal t, por meio do teste de hipóteses. Portanto a finalidade é analisar a relação do tempo médio de inspeção de cada organismo (amostra) com o tempo médio da inspeção geral de todos os organismos (população), para avaliar se este tempo de cada organismo encontra-se dentro de um intervalo de confiança.

X = média do organismo A : X = 26,6

s = desvio padrão do organismo A : s = 2,65

n = amostras (veículos inspecionados) : n = 5

U = média dos organismos : U = 22,41

Como a amostra é pequena usaremos a distribuição normal t (Student)

Hipótese Nula = H_0 : U = 22,41

Hipótese Alternativa = H_1 : U < 22,41; H_1 : U > 22,41; H_1 : U ≠ 22,41

$$t_{\text{teste}} = \frac{X - U}{s / \sqrt{n}} \quad [11]$$

$$t_{\text{teste}} = 3,52$$

n - 1 = grau de liberdade = 4

$\alpha = 0,05$ (nível de significância, que corresponde a um intervalo de confiança de 95%)

para: H_1 : U < 22,41 então $t_0 = - 2,132$

H_1 : U > 22,41 então $t_0 = + 2,132$

H_1 : U ≠ 22,41 então $t_0 = - 2,776$ e $t_0 = + 2,776$

Nota: Este nível de significância foi dividido em 0,025, o que corresponde a cada lado (cauda) do gráfico da distribuição amostral, como temos dois lados (duas caudas) para o gráfico, resultando em $\alpha = 0,05$.

Portanto a situação então fica com $t_{\text{teste}} = 3,52$

Se a hipótese alternativa for:

a) H_1 : U < 22,41, então a região da rejeição de H_0 é $t_{\text{teste}} < - 2,132$. Como $t_{\text{teste}} > t_0$ então Aceitamos H_0 ;

b) $H_1 : U > 22,41$, então a região da rejeição de H_0 é $t_{teste} > 2,132$. Como $t_{teste} > t_0$ então Rejeitamos H_0 ;

c) $H_1 : U \neq 22,41$, então a região da rejeição de H_0 é $t_{teste} < - 2,776$ ou $t_{teste} > 2,776$. Como $t_{teste} > t_0$ então Rejeitamos H_0 .

Sendo assim, nesta análise o tempo médio de inspeção do organismo A deve estar abaixo da média geral dos organismos para que seja aceito, conforme esta análise de variância, onde concluímos que a média do tempo de inspeção deste organismo (26,6 min) está fora do intervalo de confiança.

Todos os parâmetros estatísticos utilizados para o Organismo A (item 5.4.3) foi aplicado para cada um dos outros Organismos (B, C, D, E e F) alvo de estudos deste artigo, resultando nos valores relacionados na tabela abaixo:

Organismos	Coefficiente de correlação pelo método dos mínimos quadrados ($y=a+bx$)	Teste de hipóteses $t_{teste} < t_{crítico}$ rejeitamos a hipótese nula $B = 0$ com significância	Coefficiente de correlação	Análise de Variância Hipótese Nula = $H_0: U = 22,41$ Hipótese alternativa = $H_1: U < 22,41$; $t_{teste} > t_0$ então Aceitamos H_0 ; $H_1 : U > 22,41$; como $t_{teste} < t_0$ então Aceitamos H_0 ; $H_1 : U \neq 22,41$ como $t_{teste} < t_0$ então Aceitamos H_0 .
B	$a = 182,11$ $b = - 0,08$	$Se = 3,31$ $Sb = 0,20$ $t_{teste} = - 0,40$ $t_{crítico=0,05} = 2,132$	$r^2 = 0,02 : 2\%$ sem correlação	$t_{teste} = - 0,04$ $H_1 : U < 22,41$ então $t_0 = - 2,015$ $H_1 : U > 22,41$ então $t_0 = + 2,015$ $H_1 : U \neq 22,41$ então $t_0 = - 2,571$ e $t_0 = + 2,571$
C	$a = 847,85$ $b = - 0,41$	$Se = 2,06$ $Sb = 20,6$ $t_{teste} = - 0,02$ $t_{crítico=0,05} = \pm 6,314$	$r^2 = 0,80 : 80\%$ com correlação	$t_{teste} = 0,73$ $H_1 : U < 22,41$ então $t_0 = - 2,920$ $H_1 : U > 22,41$ então $t_0 = + 2,920$ $H_1 : U \neq 22,41$ Então $t_0 = - 4,303$ e $t_0 = + 4,303$
D	$a = 60,23$ $b = - 0,02$	$Se = 0,42$ $Sb = 0,03$ $t_{teste} = - 0,67$ $t_{crítico=0,05} = \pm 2,353$	$r^2 = 0,35 : 35\%$ sem correlação	$t_{teste} = - 2,48$ $H_1 : U < 22,41$ então $t_0 = - 2,132$ $H_1 : U > 22,41$ então $t_0 = + 2,132$ $H_1 : U \neq 22,41$ então $t_0 = - 2,776$ e $t_0 = + 2,776$
E	$a = 220,79$ $b = - 0,10$	$Se = 2,42$ $Sb = 0,12$ $t_{teste} = - 0,83$ $t_{crítico=0,05} = \pm 1,943$	$r^2 = 0,12 : 12\%$ sem correlação	$t_{teste} = - 0,22$ $H_1 : U < 22,41$ então $t_0 = - 1,895$ $H_1 : U > 22,41$ então $t_0 = + 1,895$ $H_1 : U \neq 22,41$ então $t_0 = - 2,365$ e $t_0 = + 2,365$
F		$Se = 2,85$	$r^2 = 0,16 : 16\%$	$t_{teste} = - 0,19$

	a = - 318,70 b = 0,17	Sb= 0,23 t _{teste} = 0,74 t _{crítico=0,05} = ± 2,353	sem correlação	H ₁ : U < 22,41 então t ₀ = - 2,142 H ₁ : U > 22,41 então t ₀ = + 2,142 H ₁ : U ≠ 22,41 então t ₀ = - 2,776 e t ₀ = + 2,776
--	--------------------------	---	-------------------	--

Todos os Organismos (Geral)

Neste item é avaliada estatisticamente se há relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção, por meio do cálculo do coeficiente de correlação pelo método dos mínimos quadrados para emprego do teste de hipóteses, seguido do cálculo do coeficiente de correlação, conforme os dados registrados na tabela 2 deste artigo. Todos esses métodos utilizam uma relação linear e supõem que para cada valor de “x” há uma distribuição normal de possíveis valores de “y” e que todas as distribuições normais possuem o mesmo desvio padrão.

Cálculo dos coeficientes de correlação pelo método dos mínimos quadrados, entre o ano de fabricação dos veículos e o tempo de inspeção.

Então temos:

x= ano de fabricação dos veículos;

y= tempo de inspeção;

n= quantidade de veículos inspecionados em todos os organismos (conforme tabela 2)

$$Y = a + b X \quad [12]$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad [13]$$

$$a = 15,67$$

$$b = \frac{n \cdot (\sum xy) - (\sum x) \cdot (\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad [14]$$

$$b = 3,4 \times 10^{-3}$$

$$Y = 15,67 + 0,0034 X$$

Teste de Hipóteses

H₀ : B = 0 (não há significância)

H₁ : B ≠ 0 (com significância – há relação entre as variáveis)

Erro padrão da Estimativa

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a \sum y - b \sum xy}{n - 2}} \quad [15]$$

$S_e = 3,44$ (todos os Organismos)

Erro padrão do coeficiente angular

$$S_b = S_e \sqrt{\frac{1}{\sum x^2 - \left[\frac{(\sum x)^2}{n} \right]}} \quad [16]$$

$S_b = 3,44 \times 10^{-2}$

$$t_{\text{teste}} = \frac{b}{S_b} \quad t_{\text{teste}} = 0,10 \quad \Rightarrow \quad [17]$$

Para $n - 2 = \text{grau de liberdade} = 30$

significância = 5% = 0,05

$t_{\text{crítico } = 0,05} = 1,70$

Portanto: $t_{\text{teste}} < t_{\text{crítico}}$ rejeitamos a hipótese nula $B = 0$, ou seja, não há relação entre o ano de fabricação e o tempo de inspeção (sem significância).

Coefficiente de Correlação

$$r^2 = \frac{1 - S_e^2}{S_y^2} \quad [18]$$

$$\text{onde: } S_y^2 = \frac{(\sum y^2) - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n - 2} \quad [19]$$

$S_y^2 = 11,87$

$r^2 = 3,37 \times 10^{-3}$: Não há relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção destes veículos.

Tabela de comparação entre os resultados obtidos em cada organismo com todos os organismos em geral:

Organismo	Média (min)	Desvio Padrão (min)	Erro Padrão da Estimativa (min)	Coefficiente de correlação (r^2) (%)	Teste de Hipóteses (ano x tempo)
A	26,60	2,65	1,64	0,77	Não há relação
B	22,17	2,71	3,31	0,02	Há relação
C	25,67	2,59	2,06	0,80	Há relação
D	20,20	0,40	0,42	0,35	Há relação

E	21,00	2,24	2,42	0,12	Há relação
F	21,40	2,42	2,85	0,16	Há relação
GERAL	22,41	3,60	3,44	$3,37 \times 10^{-3}$	Não há relação

Regressão Estatística

a) Regressão Linear (32 veículos)

Sendo X= ano de fabricação do veículo e

Y= o tempo da inspeção.

$$Y = a + bX \quad [20]$$

$$Y = -13,59 + 1,81 X$$

$$\text{Correlação} = 3,4 \times 10^{-2}$$

$$\text{Covariância} = 0,87$$

b) Regressão logarítmica (32 veículos)

Sendo X= ano de fabricação do veículo e

Y= o tempo da inspeção.

$$Y = a + b \cdot \ln(X) \quad [21]$$

$$Y = -251,98 + 36,11 \cdot \ln(X)$$

$$\text{Correlação} = 3,8 \times 10^{-2}$$

$$\text{Covariância} = 4,36 \times 10^{-4}$$

Nota: Os cálculos foram realizados com o uso do programa Excel por meio das fórmulas a= intercepção (valores x; valores x)] e b= inclinação(valores y; valores ln x)

onde: y e x são os valores relacionados na tabela 2.

c) Regressão Exponencial (32 veículos)

Onde: X= ano de fabricação do veículo e

Y= o tempo da inspeção.

$$Y = a \cdot e^{bx}$$

$$Y = 7,82 \exp(5,23 \times 10^{-4} \cdot X) \quad [22]$$

$$\text{Correlação} = 2,6 \times 10^{-2}$$

$$\text{Covariância} = 2,52 \times 10^{-2}$$

Nota: Os cálculos foram realizados com o uso do programa Excel por meio das fórmulas a= EXP [intercepção (valores ln.y;valores x)] e b= inclinação (valores ln.y; valores x)

onde: y e x são os valores relacionados na tabela 2.

O melhor ajuste é o logarítmico, pois tem o maior coeficiente de correlação, conforme os resultados obtidos neste item, mesmo este valor sendo considerado ainda muito baixo.

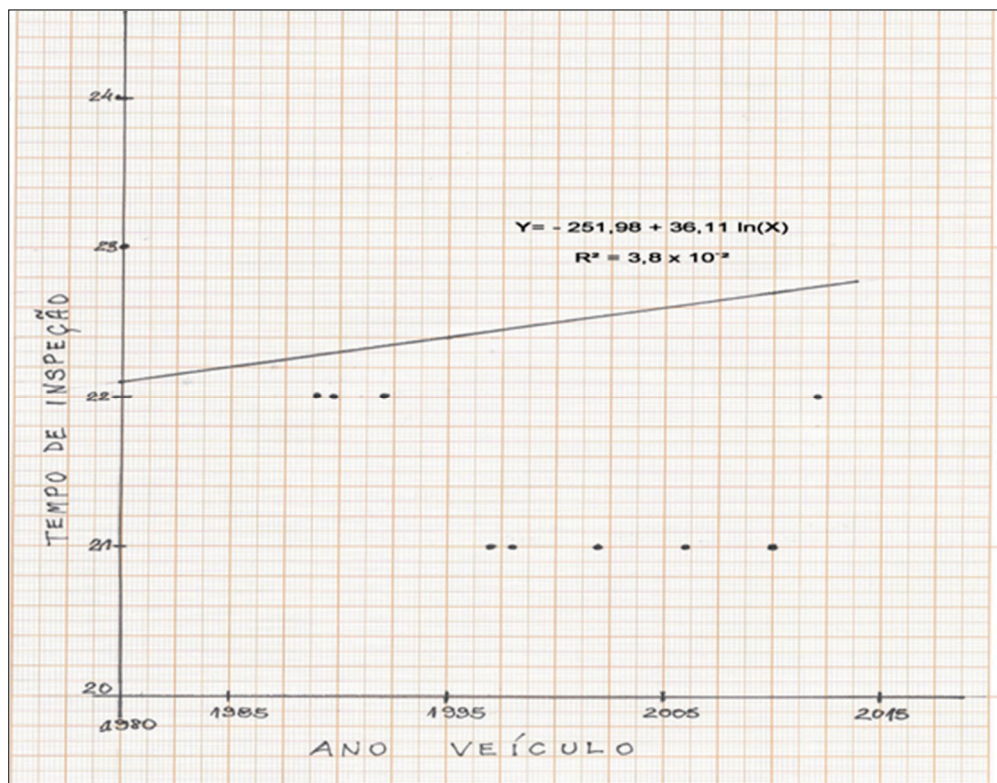
Gráfico – Curva Estatística

A seguir é estabelecida a tabela com os pontos amostrais que foram lançados no Gráfico 1, provenientes da tabela 2, para comparação com os valores que formam a reta logarítmica

$$[y = - 251,98 + 36,11 \cdot \ln(x)]$$

Ano do veículo	Tempo de inspeção
1980	23
1989	22
1991	22
1992	22
1997	21
1998	21
2002	21
2006	21
2010	21
2012	22

Curva Estatística que demonstra a correlação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção:



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo estatístico realizado e com os resultados relacionados na “Tabela 4 – Resultados estatísticos obtidos em cada organismo (amostras) e para todos os organismos em geral (população)”, conforme item 5.4.4, destacamos algumas particularidades de cada organismo, além

de realizarmos algumas comparações entre os resultados desses organismos em relação aos resultados de um modo geral:

Para o Organismo A é importante salientar que apesar da média dos tempos de inspeção encontrar-se bem acima da média geral dos organismos, pode caracterizar que o inspetor tenha maior dificuldade na realização da inspeção por não estar totalmente treinado ou ainda encontrar-se em fase de treinamento, resultando na falta de experiência na realização das inspeções.

Ao compararmos os resultados do Organismo A com os resultados gerais (todos organismos), verificamos que apesar da média dos tempos do organismo ser superior a média geral dos tempos, o desvio padrão da média (amostra) corresponde a 73,6% do desvio padrão geral (população), o erro padrão estimado corresponde a 49% do erro padrão estimado geral e, baseado no coeficiente de correlação (77%) concluímos que, no caso do Organismo A, há relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção, o que não ocorre com o coeficiente de correlação geral que caracteriza que esta correlação não é verdadeira.

Logo podemos concluir que a falta de experiência do inspetor pode ter elevado a média dos tempos de inspeção desse organismo, influenciando direto o ano de fabricação do veículo ao tempo de inspeção.

Para o Organismo B é importante salientar que a média dos tempos de inspeção, o erro padrão da estimativa e o coeficiente de correlação encontram-se bem próximos dos resultados gerais dos organismos.

Ao compararmos os resultados do Organismo B com os resultados gerais (todos organismos), verificamos que a média dos tempos do organismo é inferior a média geral dos tempos, o desvio padrão da média (amostra) corresponde a 75,3% do desvio padrão geral (população), o erro padrão estimado basicamente é o mesmo entre ambos e, o coeficiente de correlação também consideramos o mesmo entre ambos, devido a diferença ser insignificante, o que resulta na conclusão que para ambos os casos não há correlação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção.

Para o Organismo C é importante salientar que foram inspecionados apenas três veículos, caracterizando uma amostra muito pequena em relação aos outros organismos, podendo ter influenciado diretamente na elevada média dos tempos de inspeção em relação a média geral dos organismos.

Ao compararmos os resultados do Organismo C com os resultados gerais (todos organismos), verificamos que apesar da média dos tempos do organismo ser superior a média geral dos tempos, o desvio padrão da média (amostra) corresponde a 72% do desvio padrão geral (população), o erro padrão estimado corresponde a 62% do erro padrão estimado geral e, baseado no coeficiente de correlação (80%) concluímos que, no caso do Organismo C, há relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção, o que não ocorre com o coeficiente de correlação geral que caracteriza que esta correlação não é verdadeira.

Logo podemos concluir que a quantidade de veículos inspecionados (amostras) muito pequena juntamente com a elevada média dos tempos de inspeção, podem influenciar diretamente na relação entre o tempo de inspeção e o ano de fabricação do veículo, conforme constatado no alto valor encontrado para o coeficiente de correlação do Organismo.

Para o Organismo D é importante salientar que devido a média de inspeção ser aproximadamente 20min (calculada 20,20min) e o desvio padrão em torno da média ser muito baixo, podem caracterizar que as inspeções realizadas por este Organismo estão praticamente padronizadas, independente do veículo inspecionado, conforme ainda podemos verificar nos tempos de inspeção cronometrados e relacionados na “Tabela 2 – Informações obtidas no acompanhamento das inspeções dentro das dependências dos organismos visitados”.

Ao comparamos os resultados do Organismo D com os resultados gerais (todos organismos), verificamos que a média dos tempos do organismo é bem inferior a média geral dos tempos, o desvio padrão da média (amostra) corresponde a apenas 11% do desvio padrão geral (população), o erro padrão estimado corresponde a somente 12,6% do erro padrão estimado geral e, baseado no coeficiente de correlação (35%) concluímos que, no caso do Organismo D, a relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção pode ser considerado desprezível como ocorre com o coeficiente de correlação geral, caracterizando que esta correlação não existe.

Para o Organismo E é importante salientar que os valores calculados encontram-se abaixo dos valores dos organismos em geral, além do coeficiente de correlação ser considerado desprezível.

Ao comparamos os resultados do Organismo E com os resultados gerais (todos organismos), verificamos que a média dos tempos do organismo é inferior a média geral dos tempos, o desvio padrão da média (amostra) corresponde a 62% do desvio padrão geral (população), o erro padrão estimado corresponde a 72,5% do erro padrão estimado geral e, baseado no coeficiente de correlação (12%) concluímos que, no caso do Organismo E, a relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção é desprezível, conforme o coeficiente de correlação geral que caracteriza que esta correlação não existe.

Para o Organismo F é importante salientar que os valores calculados encontram-se abaixo dos valores dos organismos em geral, além do coeficiente de correlação ser considerado desprezível.

Ao comparamos os resultados do Organismo F com os resultados gerais (todos organismos), verificamos que a média dos tempos do organismo é inferior a média geral dos tempos, o desvio padrão da média (amostra) corresponde a 67% do desvio padrão geral (população), o erro padrão estimado corresponde a 85,3% do erro padrão estimado geral e, baseado no coeficiente de correlação (16%) concluímos que, no caso do Organismo F, a relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção é desprezível, conforme o coeficiente de correlação geral que caracteriza que esta correlação não existe.

Com a curva estatística definida no item 5.5.1, concluímos que não há relação entre o ano de fabricação do veículo e o tempo de inspeção, ou seja, para a duração da inspeção o ano de fabricação do veículo é irrelevante, o que ratifica o resultado encontrado para o coeficiente de correlação geral mencionado na tabela 4, que realmente não há esta relação.

Portanto, para que este estudo seja aplicado na sua íntegra é necessário que o Organismo de Inspeção seja Acreditado pela CGCRE do INMETRO.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, B. F. O.. **Método da elaboração de folha de processos em sistemas de manufatura.** Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.
- ARNOT, A. C.. **Estatística Fácil.** São Paulo: Saraiva, 1991.
- CHIAVENATO, I.. **Introdução à Teoria Geral da Administração.** 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- INMETRO. **Aprovar a revisão do Regulamento Técnico da Qualidade n.º 37.** Rio de Janeiro, 2010.
- INMETRO. **Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ) n.º 37.** Rio de Janeiro, 2006.
- MEYERS, F. E.. **Motion and Time Study: for lean manufacturing.** 2 ed. **Prentice-Hall**, 1999.
- NOVASKI, O.; SUGAI, M.. **MTM como ferramenta para redução de custos: o taylorismo aplicado com sucesso nas empresas de hoje.** **Revista Produção Online**, v.2, n.2, 2002.
- STEVESON, W. J.. **Estatística Aplicada à Administração.** Harbra, 1981.