



PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.

PROBABILITY AND STATISTICS APPLIED IN ENGINEERING: CONTROL CHART, NON-PARAMETRIC TEST AND PROCESS CAPACITY.

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA APLICADA EN INGENIERÍA: GRÁFICO DE CONTROL, PRUEBA NO PARAMÉTRICA Y CAPACIDAD DE PROCESO

Sarley de Araújo Silva¹

e361562

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i6.1562>

PUBLICADO: 06/2022

RESUMO

O presente trabalho consiste em utilizar conceitos de probabilidade e estatística em aplicações problemas mediados pelo *software* como metodologia para o ensino de engenharia. O objetivo deste trabalho foi analisar problemas através do Minitab que é um recurso facilitador no ensino aprendizagem dos educadores e educandos no ensino superior. Os resultados obtidos nos gráficos mostram as variáveis analisadas em problemas de estatística com maior visualização e precisão. Concluiu-se que a metodologia aplicada de forma adequada traz melhoria para o ensino por parte dos professores e educandos facilitando o estudo de problemas em engenharia. Foi possível verificar que o uso da ferramenta contribuiu consideravelmente no ensino aprendizagem, daí a necessidade de práticas com o *software* no ensino superior.

PALAVRAS-CHAVE: Regressão Linear Múltipla. Testes Qui-Quadrado. Distribuição Normal.

ABSTRACT

The present work consists of using concepts of probability and statistics in applications to problems mediated by software as a methodology for engineering education. The objective of this work was to analyze problems through Minitab, which is a resource that facilitates the teaching and learning of educators and students in higher education. The results obtained in the graphs show the variables analyzed in statistical problems with greater visualization and precision. It was concluded that the methodology applied in an adequate way brings improvement to the teaching by the teachers and educating, facilitating the study of problems in engineering. It was possible to verify that the use of the tool contributed considerably in teaching and learning, hence the need for practices with the software in higher education.

KEYWORDS: Multiple Linear Regression. Chi-Square Tests. Normal Distribution.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en utilizar conceptos de probabilidad y estadística en problemas de aplicaciones mediados por el software como metodología para la enseñanza de la ingeniería. El objetivo de este trabajo fue analizar problemas a través de Minitab, que es un recurso facilitador en la enseñanza de educadores y estudiantes de educación superior. Los resultados obtenidos en los gráficos muestran las variables analizadas en problemas estadísticos con mayor visualización y precisión. Se concluyó que la metodología aplicada adecuadamente aporta mejoras a la enseñanza por parte de profesores y estudiantes facilitando el estudio de problemas de ingeniería. Se pudo

¹ Professor de Estatística no Instituto Federal do Amazonas, lotado no CMDI Distrito Industrial Manaus-AM. Possui programação Estatística Aplicada a Laboratório de Estatística, (DIVUS TECNOLOGIA MANAUS-AM), Especialização em Estatística Aplicada e Matemática Financeira-UCAM. Mestre em Engenharia de Processos pela UFPA - Aplicação de Software Estatístico na Prática de Ensino em Ciência da Educação.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

comprobar que el uso de la herramienta contribuía considerablemente en el aprendizaje docente, de ahí la necesidad de prácticas con el software en la educación superior.

PALABRAS CLAVE: *Regresión Lineal Múltiple. Pruebas de Chi-cuadrado. Distribución normal.*

1 INTRODUÇÃO

A temática deste trabalho aborda análise estatística e construção de gráficos. A Estatística pode ser conceituada como a área do conhecimento que trata da coleção, organização e análise de dados que trazem informações sobre características de grupos. A estatística é uma disciplina que trata da organização e resumo dos dados, inferência de características a respeito de um grupo de pessoas ou coisas quando somente uma parte dessas características está disponível para estudo (CLIFFORD BLAIR; TAYLOR, 2013). É um ramo de grande importância da matemática que desenvolve técnicas como a coleta de dados, análise e interpretação de gráficos. Segundo Fávero (2009), a estatística descritiva permite ao pesquisador uma melhor compreensão do comportamento dos dados por meio de tabelas, gráficos e medidas-resumo, identificando tendências, variabilidade e valores atípicos.

Conforme Fávero *et al.* (2009), as técnicas de interdependência são empregadas, por exemplo, quando se tem o interesse na inter-relação de muitas variáveis, na existência de aleatoriedade na combinação de categorias de variáveis não-métricas ou na determinação de grupos que contenham observações com comportamentos semelhantes em relação a determinadas variáveis. Ela pode ser utilizada para descrever dados, denominada Estatística Descritiva, mostrando a frequência, distribuição, média, entre outros. Quando destinada à comparação de grupos e generalizações a partir de resultados obtidos denomina-se Estatística Indutiva ou Analítica (DORIA FILHO, 1999).

As técnicas paramétricas são escolhidas para teste, se as observações forem independentes, retiradas de populações normalmente distribuídas, com variâncias iguais ou com relação entre as variâncias conhecidas e com as escalas de mensuração que permitam serem efetuadas operações aritméticas com elas (COOPER; SCHINDLER, 2003; MATTAR, 1998).

Conforme Callegari-Jacques (2003), nos testes paramétricos os valores da variável estudada devem ter distribuição normal ou aproximação normal. Já os testes não-paramétricos, também chamados por testes de distribuição livre, não têm exigências quanto ao conhecimento da distribuição da variável na população.

O intuito do trabalho é construir e analisar gráficos como método de ensino nas turmas do ensino superior, utilizando ferramentas estatísticas para o auxílio nas resoluções de problemas. Tendo como objetivos específicos: Escolha da metodologia aplicada aos problemas, explorar conceitos, estimar parâmetros, propor alternativas para resolver as aplicações, aplicação das ferramentas nas análises estatística e interpretação dos gráficos. O artigo tem como tema principal o



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

ensino das técnicas em aplicações de engenharia, utilizando as ferramentas estatísticas na melhoria do ensino.

A problemática do trabalho fundamentou-se em contribuir nas interpretações dos resultados analisados dos problemas práticos em probabilidade e estatística. O estudo através das ferramentas de estatística é de suma importância na melhoria do ensino aprendizagem do educador e educando servindo como recurso para outras ciências a partir das premissas que procura levar o conhecimento dos educandos a utilização do *software* como recurso na engenharia. Diante dessa ferramenta tecnológica considera-se que o ensino de estatística mediada pelo uso de *software* na engenharia contribuir no processo de ensino e aprendizagem dos instrutores facilitadores do ensino e educandos.

Vila e Callejo (2006, p. 29) corroboram esse entendimento:

Um problema é uma situação, proposta com finalidade educativa, que propõe uma questão matemática cujo método de solução não é imediatamente acessível ao aluno/resolvedor ou ao grupo de alunos que tenta resolvê-la, porque não dispõe de um algoritmo que relaciona os dados e a incógnita ou de um processo que identifique automaticamente os dados com a conclusão e, portanto, deverá buscar, investigar, estabelecer relações e envolver suas emoções para enfrentar uma situação nova.

A resolução de problemas, quando bem desenvolvida pelos professores, constitui-se em mecanismo fomentador de alunos autônomos e críticos, conforme afirmam Echeverría e Pozo (1998, p. 15).

A aprendizagem da solução de problemas somente se transformará em autônoma e espontânea se transportada para o âmbito do cotidiano, se for gerada no aluno a atitude de procurar respostas para suas próprias perguntas/problemas, se ele se habituar a questionar-se ao invés de receber somente respostas já elaboradas por outros, seja pelo livro-texto, pelo professor ou pela televisão. O verdadeiro objetivo final da aprendizagem pela solução de problemas é fazer com que o aluno adquira o hábito de propor-se problemas e de resolvê-los de forma a aprender.

A resolução de problemas contribui para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, possibilitando ao aluno criar diversas habilidades, como: iniciativa, criatividade, independência e raciocínio lógico. Distanciando-se de aulas condicionadas somente a exercícios rotineiros descontextualizados, os quais valorizam apenas a aprendizagem por imitação e reprodução (SALIN, 2013).

Sendo o problema o ponto relevante para a construção do conhecimento científico, a definição de conceitos isolados fica irrelevante. Em processos de ensinar e aprender conceitos e ideias matemáticas, é importante explorar, por meio de problemas, situações que incitem os alunos a criar estratégias para encontrar soluções (ROMANATTO, 2012). A resolução de problemas contempla a concepção do conhecimento, visto que estimula e amplia a rede de significação dos elementos apreendidos na realidade. Estabelece uma relação de continuidade e ruptura na análise, levantamento dos dados e também na construção de hipóteses. Permite a reflexão e o pensamento crítico em todas as etapas da resolução (ANASTASIOU, 2012).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

Segundo Lopes:

Uma educação estatística crítica requer do professor uma atitude de respeito aos saberes que o estudante traz à escola, que foram adquiridos por sua vida em sociedade. Em nosso modo de entender, seria necessária a discussão de temas, como a poluição de rios e mares, os baixos níveis do bem-estar das populações, o abandono da saúde pública, entre outros; questões que estão em manchetes de jornais e revistas e em reportagens de televisão. Trabalhando uma análise dessas questões que estão sempre envolvidas em índices, tabelas, gráficos etc., podemos estar viabilizando a formação de cidadãos críticos, éticos e reflexivos (LOPES, 2008, p. 62).

A seguir são apresentadas aplicações problemas práticos que propiciam a construção dos conceitos e características relacionados ao estudo da probabilidade e estatística. Na resolução problema das aplicações é utilizado o *software* estatístico como recurso tecnológico para auxiliar no processo da construção do conhecimento tecnológico.

A regressão linear múltipla foi o procedimento estatístico utilizado. De acordo com Ragsdale (2001), a análise de regressão é um método de modelagem que avalia a associação entre uma variável dependente Y e uma ou mais variáveis independentes X, com a finalidade de reconhecer a melhor função que descreve a relação entre as variáveis. é definida por Tabacknick (1996) como um conjunto de técnicas estatísticas que possibilitam a avaliação do relacionamento de uma variável dependente com diversas variáveis independentes. A análise de regressão múltipla é uma técnica utilizada para investigar a relação entre uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes (MONTGOMERY; RUNGER, 2009). A técnica permite a estimação de valores futuros para a variável dependente, dado um conjunto de dados de entrada para as variáveis independentes (PEDRINI, 2009; DOWNING, 2002).

O modelo base de regressão linear múltipla onde para $j = 0, 1, 2, \dots, k$ são coeficientes de regressão é a variável dependente dos regressões e o valor e é o erro aleatório da equação (MONTGOMERY, 2009). De uma forma geral, o modelo de regressão múltipla pode ser apresentado como:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + e.$$

O teste Qui-quadrado é utilizado para testar a significância da associação observada entre categorias numa tabela cruzada ou de contingência (MALHOTRA, 2001). É considerado um teste não paramétrico tem como objetivo comparar proporções, ou seja, possíveis divergências entre as frequências observadas e esperadas para um certo evento.

Fórmula do Teste Qui-quadrado.

Para avaliar as possíveis discrepâncias entre proporções observadas e esperadas: em que, o = frequência observada para cada classe e e = frequência esperada para aquela classe.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right]$$

A capacidade do processo é uma ferramenta que permite verificar se o processo atende às especificações de projeto, ou seja, tem o objetivo de diagnosticar se os processos são capazes de satisfazer os requisitos dos clientes (MONTGOMERY, 2004). Descreve que a análise da capacidade do processo busca quantificar a variabilidade do processo permitindo comparar os dados coletados do processo com as especificações técnicas do produto, relatando a uniformidade em sua produção. (MONTGOMERY, 2004). Conforme Montgomery (1997) e Deleryd (1999), *apud* Gonçalves e Werner (2009), quatro são os índices de capacidade para dados normalmente distribuídos. Todos estes índices são números adimensionais que permitem a quantificação do desempenho de processos, sendo eles: Cp, Cpk, Cpm e Cpmk. Neste estudo o Cp é o índice de capacidade potencial e o Cpk índice de capacidade efetiva, predizem o processamento e quantificação de informações para avaliar se o processo é capaz de gerar produtos que possam atender as especificações.

Uma das características importantes das distribuições assimétricas é que elas preservam as propriedades matemáticas da distribuição da qual foi gerada. Por exemplo, a distribuição normal assimétrica e a distribuição t- *Student* assimétrica, ambas permanecem com as propriedades dos submodelos normal e t - *Student*, respectivamente (AZZALINI, 1985).

Distribuição Normal: É uma das importantes distribuições de propriedade, sendo aplicada em inúmeros fenômenos e constantemente utilizada para o desenvolvimento teórico da inferência estatística (FONSECA, 1982).

Seja X variável aleatória contínua. X terá distribuição normal se:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, -\infty < x < \infty$$

Onde $\pi = 3.14159 \dots$ e $e = 2.71828$.

em que os parâmetros μ e σ^2 são respectivamente sua média e variância.

O teste F é considerado um teste robusto, pouco sensível a problemas de não adequação dos dados aos pré-requisitos da análise de variância (MOORE, 2000). É usado para comparar variâncias e determinar se a variabilidade entre as médias do grupo é maior que a variabilidade das observações dentro dos grupos. Segundo Moore & Mc Cabe (2002), os testes de hipóteses estão entre os tipos mais comuns de inferência.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

2 MÉTODO

A metodologia tem como ênfase há identificação e resoluções de problemas a partir do recurso do *Software* Minitab. É uma ferramenta que nos permite realizar cálculos estatísticos complexos e visualizar os resultados, tornando as análises de dados acessíveis para o utilizador casual e conveniente para o utilizador mais experiente, conforme (PEREIRA; PATRÍCIO, 2016). A metodologia *software* aplicada na resolução de problemas vem como estratégias no encontro das análises e resoluções.

Etapas das aplicações.

Etapa 1 – Identificação do problema.

Etapa 2 – Coleta de dados.

Etapa 3 – Construção de gráficos.

Etapa 4 – Análise dos resultados obtidos.

Os conceitos de probabilidade e estatísticas são apresentados nas construções e análise dos gráficos.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos nas aplicações com o Minitab foram de suma importância na construção e análise de gráficos em engenharia pelos mediadores do conhecimento e educandos, pois mostraram interesse pelas práticas. Este trabalho teve um impacto positivo no uso da tecnologia facilitando na interpretação e visualização dos dados. As ferramentas estatísticas ajudam na melhoria da qualidade dos dados em engenharia. O *software* educativo é um conjunto de recursos informáticos projetados com a intenção de serem usados em contexto de ensino e aprendizagem" (SANCHO, 1998, p. 169). As atividades ligadas ao computador ajudam o aluno a descobrir que aprender pode ser mais divertido e prazeroso. Esta característica eleva os *softwares* educativos a dar apoio positivo aos professores em seu fazer pedagógico (MARATORI, 2003).

Entretanto faz-se necessário o emprego desse instrumento no ensino aprendizagem:

A tecnologia é presença constante nas escolas, propiciando uma revolução nos processos de ensino-aprendizagem, provocando mudanças nos paradigmas pedagógicos com o uso do computador nas atividades, transformando métodos tradicionais de educação em sistemas informatizados, possibilitando interações simultâneas entre aluno e máquina, fazendo do aluno o construtor do seu próprio conhecimento (VALENTE, 2009).

A utilização do *software* estatístico é indispensável na área da engenharia auxiliando no processo de ensino aprendizagem. O emprego dessa ferramenta melhora as aulas de estatística, pois é recurso facilitador muito importante na construção do conhecimento.

Aplicação de Probabilidade e Estatística em *Software*.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

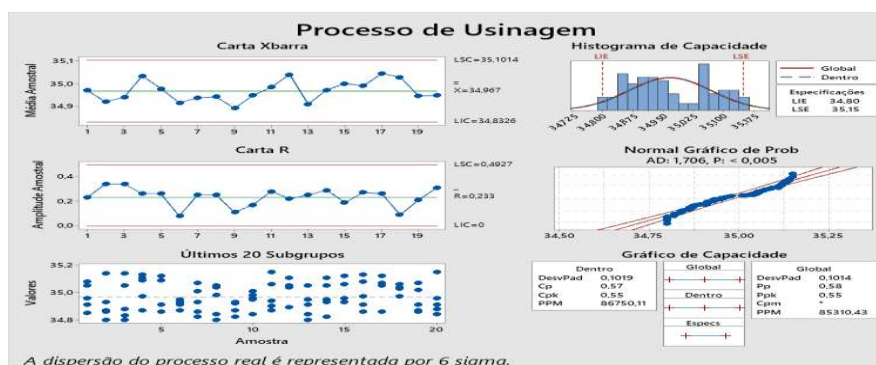
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

- Um eixo tem o seu diâmetro definido em projeto tendo uma dimensão de 35 mm, mais 0,15 mm e menos 0,20 mm de tolerância ($35,00 \begin{matrix} 0,15 \\ -0,20 \end{matrix}$), estamos querendo definir o índice Cp do processo de usinagem em que ele é fabricado. Retirou-se um lote de 20 amostras com cinco peças cada, os dados coletados estão apresentados na tabela a seguir.
- De acordo com a Tabela 1 são apresentados os dados amostrais observados em 20 amostras com cinco peças cada lote.

Subgrupo M	Amostras Replicadas N				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	35,05	34,85	35,08	34,91	34,96
2	34,80	34,87	34,93	34,86	35,14
3	34,80	34,83	34,88	35,05	35,14
4	34,87	35,09	35,11	35,13	34,97
5	34,91	35,09	34,91	35,12	34,86
6	34,95	34,91	34,92	34,93	34,87
7	35,07	35,01	34,82	34,93	34,86
8	34,80	35,04	34,84	35,05	34,98
9	34,82	34,93	34,92	34,92	34,87
10	34,98	34,96	35,01	34,84	34,95
11	34,94	34,87	35,06	35,15	34,90
12	34,89	35,05	35,11	35,11	35,04
13	34,84	34,80	35,05	34,95	34,91
14	34,82	35,11	34,93	35,05	34,95
15	34,93	35,12	34,96	35,06	34,93
16	34,97	34,86	35,08	35,13	34,91
17	34,86	35,12	35,07	35,12	35,05
18	35,06	35,04	35,03	34,97	35,04
19	34,87	34,86	34,91	35,02	35,07
20	34,91	34,96	35,15	34,84	34,88

Fonte: NETTO, 2017.

Figura 1 – Capacidade do Processo de Usinagem.



Fonte: Autoral.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

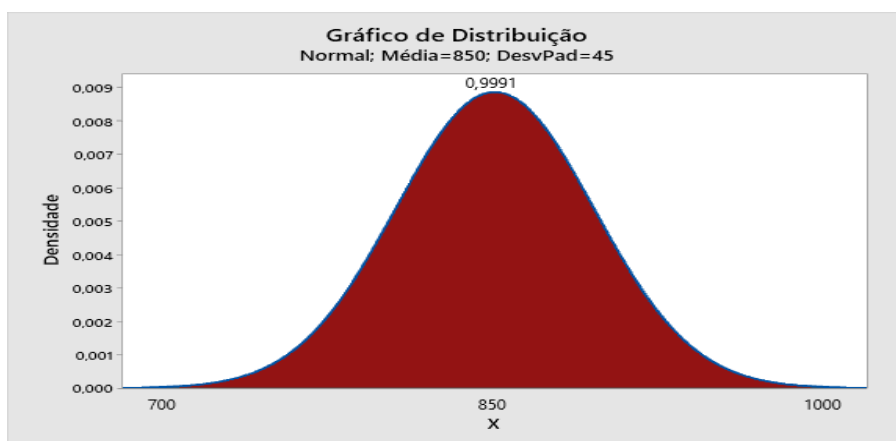
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

Conclusão: Se C_p e C_{pk} forem diferentes, o processo não está centralizado. Portanto, o P_{pk} é baixo (0,55), e a capacidade global do processo é insuficiente.

2) A duração de vida de um certo componente eletrônico tem média de 850 dias e desvio padrão de 45 dias. Calcular a probabilidade desse componente durar:

- A) entre 700 e 1000 dias
- B) mais que 800 dias
- C) menos que 750 dias

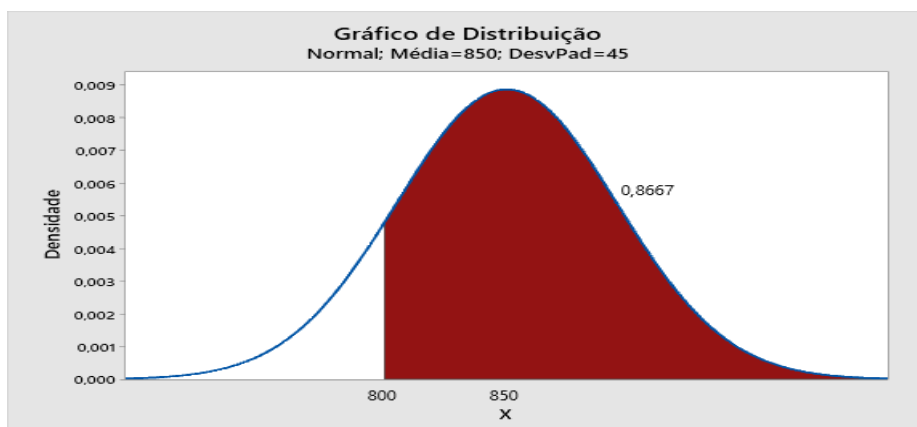
Figura 2 – Curva normal – $P(700 < X < 1000)$ = é igual a região pintada.



Fonte: Autoral.

Conclusão: A probabilidade desse componente durar entre 700 e 1000 dias é de 100%.

Figura 3 – Curva Normal: Área da probabilidade procurada $P(X > 800)$.



Fonte: Autoral.

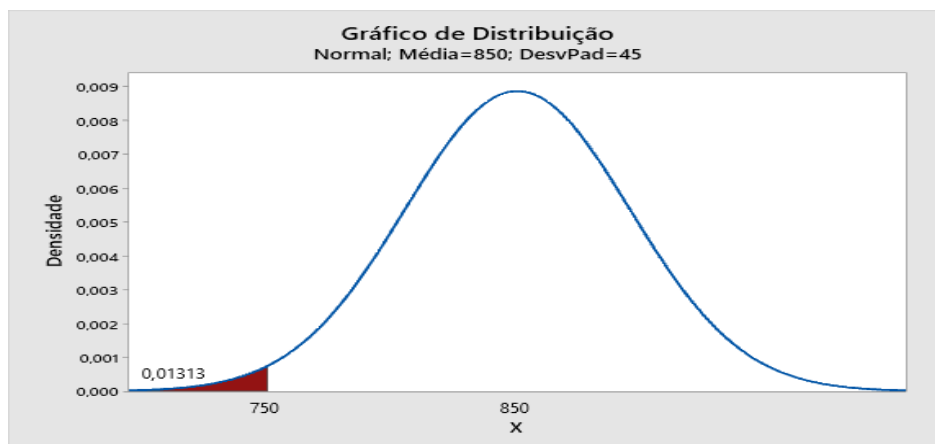


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

Conclusão: A probabilidade desse componente durar mais de 800 dias é de 86,67%.

Figura 4 – Curva Normal: Área da probabilidade procurada $P(X < 750)$.



Fonte: Autoral.

Conclusão: A probabilidade desse componente durar menos de 750 dias é de 0,01313%.

03) Sejam os dados de inventários florestais realizados por amostragem em duas áreas distintas, onde foram lançadas 10 unidades de amostra de mesma área e totalizados os volumes de cada unidade:

Tabela .2 - Os dados de inventários florestais realizados por amostragem em duas áreas distintas.

Parcela	Área I	Área II
1	26	100
2	38	93
3	45	23
4	17	66
5	93	47
6	65	11
7	99	77
8	21	28
9	53	14
10	5	107

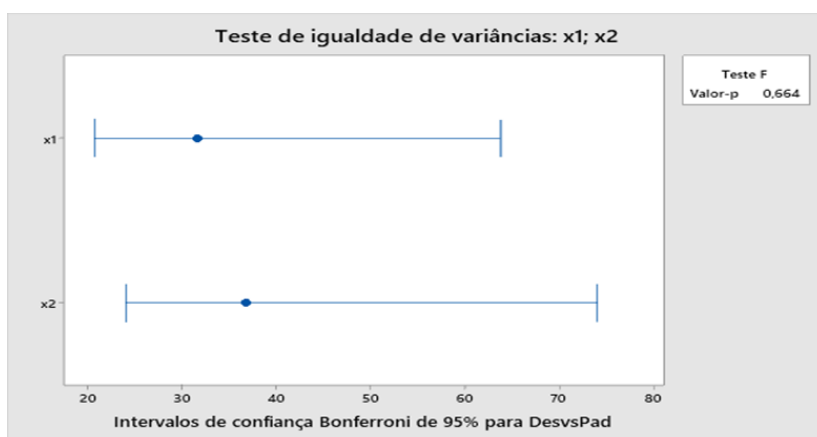
Tabela: (CAMPOS, 2017).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

Figura 5 – Teste F.



Fonte: Autoral.

Conclusão: Aplicando-se o teste F para verificar a igualdade entre as variâncias dos volumes das áreas I e II, a 5% de significância, tem-se o seguinte resultado: Aceita-se a hipótese H_0 ou seja, as variância dos volumes das parcelas dos dois inventários Áreas I e II são estatisticamente iguais, a 5% de significância, pelo teste $F = \frac{1004,4}{1354,0} = 0,74$ e valor $P=0,664$.

04) Um inspetor de qualidade toma uma amostra de 220 artigos num centro de distribuição. Se sabe que cada produto pode vir de uma de três fábricas e pode ou não estar defeituoso. O inspetor avalia todos os produtos e obtém os seguintes resultados H_0 : A proporção de produtos defeituosos é a mesma para todas as fábricas são independentes.

Tabela 3 - Amostra de 220 artigos num centro de distribuição.

	F_1	F_2	F_3	
Defeituoso	8	15	11	34
Não Defeituoso	62	67	57	186
	70	82	68	220

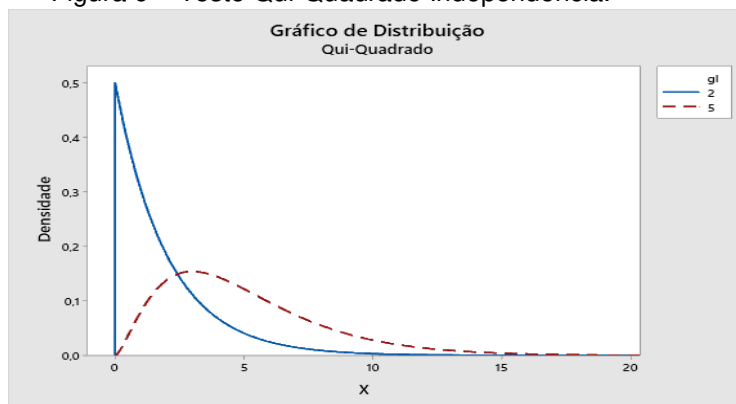
Tabela: (BEIGUELMAN, 1996).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

Figura 6 – Teste Qui-Quadrado Independência.



Fonte: Autoral.

Conclusão: o valor do teste Qui-Quadrado $X^2_{cal} = 1,401$ menor que $X^2_{Tab} = 5,99$, grau 2 de liberdade 5% de significância é valor-p = 0,844, ou seja, aceitamos a hipótese de independência dos eventos entre peça defeituosa e peça não defeituosa.

05) Em 2005 foi realizado um estudo no município de Toledo que levantou a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do município de Toledo. As coletas foram divididas em 11 setores de coleta que indicam os bairros, conforme descrito na tabela abaixo.

Tabela 4: A composição gravimétrica, dos resíduos sólidos domiciliares da área urbana e rural destinados ao aterro do município (%).

Setor de Coleta	Matéria Orgânica (%)	Plástico (%)	Vidro (%)	Metal/Alumínio (%)	Papel (%)	Outros (%)	Perda (%)
1	67,60	9,80	2,30	0,70	12,70	4,00	2,90
2	80,00	7,20	1,40	0,60	6,30	1,80	2,70
3	69,00	6,40	1,40	0,80	10,80	7,80	3,80
4	54,50	9,10	2,30	0,60	15,60	16,90	1,00
5	60,30	9,20	0,70	1,00	12,00	12,20	4,60
6	71,20	11,00	0,70	1,30	6,20	8,90	0,70
7	71,00	8,20	2,20	0,80	6,20	10,20	1,40
8	64,10	8,50	0,60	1,50	8,20	14,60	2,50
9	76,00	6,70	1,30	1,00	5,60	7,70	1,70
10	74,20	6,30	1,30	1,10	8,20	6,10	2,80
11	73,40	10,50	0,90	1,0	7,80	4,80	1,60
Média	69,21	8,45	1,37	0,95	9,05	8,63	2,34

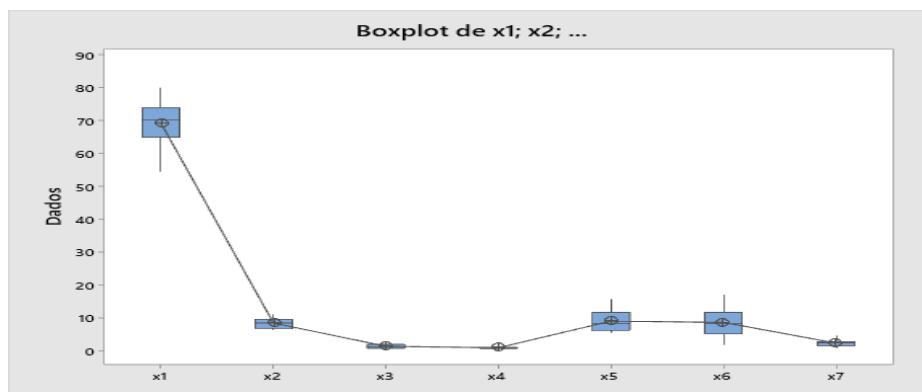
Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Toledo-PR (2011).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

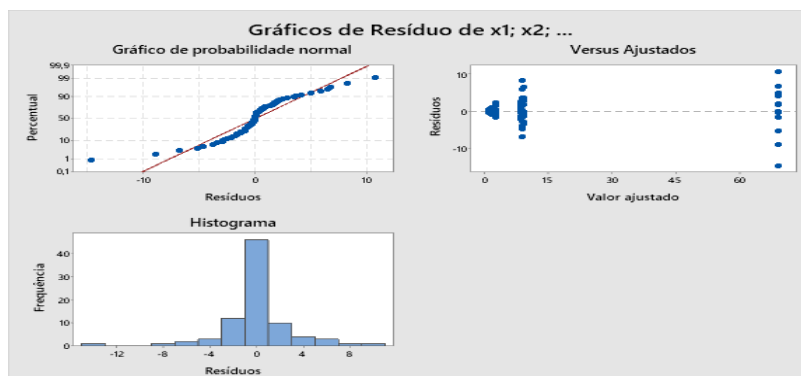
Figura 7 – Boxplot.



Fonte: Autoral.

Conclusão: Boxplot mostra resíduos sólidos domiciliares produzido na área urbana e rural do município de Toledo. As medianas, quartis e amplitudes para os grupos são diferentes.

Figura – 8 Gráfico de resíduo contravalores estimado



Fonte: Autoral.

Conclusão: A curva distribuição assimétrica dos desvios padrão e variâncias estão de acordo com a normal padrão os pontos caem aproximadamente em torno da linha reta de forma positiva os resíduos apresentam-se de forma ajustada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do *software* na engenharia em probabilidade e estatística vem como uma ferramenta auxiliar para os educadores e educandos nas resoluções de problemas no processo ensino aprendizagem. Nessa perspectiva ressalta-se que os problemas de estatística aplicada devem sempre utilizar-se desses instrumentos, pois eles trazem benefício na melhoria da qualidade das questões. Notou-se por parte dos educandos a compreensão dos conceitos de estatística que é visivelmente percebida através da construção e interpretação de gráficos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

Os resultados obtidos nos gráficos apresentados no decorrer deste estudo permitiram analisar problemas de estatística fornecendo soluções claras e precisas. Concluiu-se que a metodologia em estudo é adequada na resolução de aplicações de estatística, oportunizando aos educandos a compreensão e análise de gráficos.

Sendo assim sugere-se que o educador trabalhe com as aplicações problemas mediados pela ferramenta e práticas. Os educandos participaram na própria construção do conhecimento de forma ativa. O educador saiu da posição de transmissor do conhecimento para mediador da aprendizagem. Vale ressaltar que o uso do Minitab não substitui a aula expositiva do educador, todavia possibilitam visualizar melhor as aplicações contribuindo melhor na formação dos educandos possibilitando o desenvolvimento das capacidades cognitivas por meio da tecnologia através das análises e aplicações.

O estudo alcançou seu objetivo ao possibilitar melhor compreensão dos conceitos de estatística e melhor visualização dos dados pelo *software* nas aplicações de engenharia. Dessa forma, conclui-se que o software é de grande importância para auxiliar o educador e o educando nas aulas de probabilidade e estatística essa metodologia mostra-se eficaz no estudo das aplicações por meio dela estimulou os professores e motivou os alunos proporcionando melhor aprendizado.

REFERÊNCIAS

- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de Ensino na Universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: UNIVILLE, 2012. 145p.
- AZZALINI, A. A. Class of Distributions Which Includes The Normal ones. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 12, n, 2, p. 171-178, 1985.
- BEIGUELMAN, B. **Curso de Bioestatística Básica**. 4. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1996.
- CALLEGARI-JACQUES, Sídia M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal**: perguntas e respostas. 5. ed. Viçosa: Editora UFV. 2017. 636 p.
- CLIFFORD BLAIR, R.; TAYLOR, R. **Bioestatística para Ciências da Saúde**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- DORIA FILHO, U. **Introdução à Bioestatística**: para simples mortais. São Paulo: Elsevier, 1999.
- ECHEVERRÍA, M. D. P. A solução de Problemas em Matemática. *In*: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 44-65.
- FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia; SILVA, Fabiana Lopes da; CHAN, Betty Lilian. **Análise de dados – Modelagem Multivariada para Tomada de Decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
 Sarley de Araújo Silva

FONSECA, Jairo Simon da; MARTINS, Gilberto de Andrade. **Curso de Estatística**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1982.

GONÇALEZ, P. U.; WERNER, L. Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais. **Gestão e Produção**, v. 16, p. 121-132, jan./mar. 2009.

LOPES, Celi Espasandin. O Ensino da Estatística e da Probabilidade na Educação Básica e a Formação dos Professores. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 28, n. 74, 2008.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2004.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade Para Engenheiros**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2009.

MOORE, D.; MCCABE, G. P. **Introdução à Prática da Estatística**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2002.

MOORE, David. **A Estatística e sua Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora, 2000.

MORATORI, Patrick Barbosa. **Por que Utilizar jogos Educativos no Processo de Ensino Aprendizagem?**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

NETTO, ALFREDO. **Controle Estatístico do Processo**. Indaial: UNIASSELVI, 2017.

PEDRINI, D. C. **Proposta de um método para aplicação de gráficos de controle de regressão no monitoramento de processos**. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2009.

PEREIRA, A.; PATRÍCIO, T. **SPSS – Guia Prático de Utilização**. Lisboa: Editora Silabo, 2016.

RAGSDALE, C. T. **Spreadsheet Modeling and Decision Analysis**. 3. ed. Ohio: South Western College Publishing, 2001.

ROMANATTO, M. C. Resolução de Problemas nas Aulas de Matemática. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos (SP), v. 6, n. 1, p. 299-311, maio 2012.

SALIN, E. B. Geometria Espacial: A aprendizagem através da Construção de Sólidos Geométricos e da Resolução de Problemas. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis (SC), v. 08, n. 2, p. 261-274, 2013.

SANCHO, Juana. **Para uma Tecnologia Educacional**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

TABACKNICK, B.; FIDEL, L. S. **Using Multivariate Statistics**. New York: Harper Collins, 1996. p. 173-6; 173-6.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA APLICADA NA ENGENHARIA: GRÁFICO DE CONTROLE, TESTE
NÃO-PARAMÉTRICO E CAPACIDADE DE PROCESSOS.
Sarley de Araújo Silva

TOLEDO (Prefeitura Municipal). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Toledo-PR**. Toledo: Prefeitura Municipal de Toledo, 2011.

VALENTE, José Armando. **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. [S. l.; s. n.], 2009.
Disponível em: <http://www.renatoamorim.oi.com.br/set/estudo/livro02.pdf#page=71>. Acesso em: 19 out 2009.

VILA, A.; CALLEJO, M. L. **Matemática para Aprender a Pensar: o papel das crenças na Resolução de Problemas**. Porto Alegre: Artmed, 2006.