



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Arraial do Cabo

Pós-graduação em Tecnologias Digitais Aplicadas ao
Ensino

Dr. Cahue Sbrana

**ANÁLISE DE DADOS EM EXCEL PARA APRIMORAR
HABILIDADES ANALÍTICAS E DECISÓRIAS EM ENGENHARIA**

Arraial do Cabo – RJ
2024

Dr. CAHUE SBRANA

ANÁLISE DE DADOS EM EXCEL PARA APRIMORAR HABILIDADES
ANALÍTICAS E DECISÓRIAS EM ENGENHARIA

Trabalho de conclusão do curso de Pós-graduação
Tecnologias Digitais Aplicadas ao Ensino, como
requisito parcial de obtenção do título.

Orientador: Prof. Dr. Ralph dos Santos Mansur

Arraial do Cabo – RJ
2024

S276

Sbrana, Cahue.

Análise de dados em Excel para aprimorar habilidades analíticas e decisórias em Engenharia / Cahue Sbrana – Arraial do Cabo, RJ, 2024.
26 f. : il. ; 21 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em
Tecnologias Digitais Aplicadas ao Ensino,) – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Ralph dos Santos Mansur.

1. Excel (Programa de Computador) 2. Planilhas eletrônicas. 3. I.
Mansur, Ralph dos Santos. III. Título.

IFRJ/CAC/CoBib

CDU 004.42EXCEL

ANÁLISE DE DADOS EM EXCEL PARA APRIMORAR HABILIDADES
ANALÍTICAS E DECISÓRIAS EM ENGENHARIA

Dr. CAHUE SBRANA

Trabalho de conclusão do curso de Pós-graduação
Tecnologias Digitais Aplicadas ao Ensino, como
requisito parcial de obtenção do título.

Orientador: Prof. Dr. Ralph dos Santos Mansur

Aprovado em 12 de dezembro de 2024, por:

Documento assinado digitalmente
 MARGARETE PEREIRA FRIEDRICH
Data: 12/12/2024 21:38:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dr. Margareth Pereira Friedrich
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Profa. Me. Flavia Targa Martins
Universidade Veiga de Almeida (UVA)

Documento assinado digitalmente
 RALPH DOS SANTOS MANSUR
Data: 12/12/2024 21:12:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ralph dos Santos Mansur
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Arraial do Cabo
2024

ANÁLISE DE DADOS EM EXCEL PARA APRIMORAR HABILIDADES ANALÍTICAS E DECISÓRIAS EM ENGENHARIA

Resumo

Este estudo teve como propósito desenvolver e empregar uma planilha eletrônica concebida para fins educacionais e práticos na indústria, destinada a auxiliar no tratamento de dados e na tomada de decisões tanto em ambientes educacionais como industriais. A pesquisa adotou uma abordagem quantitativa e descritiva. O desenvolvimento focalizou uma planilha no Excel, direcionada a alunos de engenharia de produção e analistas de processos industriais. Essa ferramenta abrange funcionalidades para apoiar o controle estatístico de processos, incluindo estudos de capacidade, teste de normalidade, identificação de *outliers*, análises de dispersão, histograma, simulação de Monte Carlo, média e desvio padrão. Os resultados indicaram que o uso do software Excel representa uma tecnologia digital significativa e eficaz para a construção de conhecimento no ambiente educacional, bem como para aprimorar o processo de aprendizagem em salas de aula e oferecer suporte à tomada de decisões em ambientes de trabalho. Além disso, evidenciou-se a oportunidade de explorar mais amplamente essa ferramenta nos contextos escolares.

Palavras chave: Software Excel, Controle Estatístico de Processo, Planilha eletrônica, Educação, Tecnologia digital.

"DATA ANALYSIS IN EXCEL TO ENHANCE ANALYTICAL AND DECISION MAKING SKILLS IN ENGINEERING"

Abstract

This study aimed to develop and utilize an electronic spreadsheet designed for educational and industrial purposes, intended to assist in data processing and decision-making in both educational and industrial environments. The research adopts a quantitative and descriptive approach. The development focused on an Excel spreadsheet tailored for undergraduate engineering students and industrial process analysts. This tool encompasses features to support statistical process control, including capability studies, normality testing, outlier identification, dispersion analyses, histogram, Monte Carlo simulation, mean, and standard deviation. The results indicated that the use of Excel software represents a significant and effective digital technology for knowledge construction in the educational environment, enhancing the learning process in classrooms, and supporting decision-making in workplace settings. Furthermore, there is an opportunity to further explore this tool in educational contexts.

Keywords: Software Excel, Statistical Process Control, Electronic spreadsheet, Education, Digital technology.

Sumário

1 – INTRODUÇÃO	7
1.1 – Considerações iniciais.....	7
1.2 – Justificativa	10
1.3 – Problema.....	10
1.4 – Hipótese.....	10
1.5 – Objetivo Geral	10
1.5.1 – Objetivos Específicos	11
2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1 – Amostragem.....	11
2.2 – Média	12
2.3 - Desvio Padrão	12
2.4 - Distribuição Normal.....	13
2.5 – Histograma.....	14
2.6 - Limite de Especificação e de Controle	15
2.7 – Estudo de Capabilidade	16
2.8 - Simulação de Monte Carlo	16
2.9 – Diagrama de Dispersão.....	17
3 – METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS	26

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Considerações iniciais

O mundo atual está cada vez mais tecnológico, criando ondas de inovações disruptivas cada vez mais frequentes, que alteram constantemente as maneiras de se interagir com a sociedade, e principalmente de se relacionar com o mercado de trabalho. Para se adaptar a essa realidade, as pessoas precisam se manter atualizadas e preparadas para esse processo de renovação contínua, sendo necessário um esforço em conjunto entre os indivíduos, sociedades e governos, caso contrário, encontrarão dificuldades em se manter ou encontrar novas oportunidades de trabalho. Essas considerações se tornam ainda mais relevantes quando se analisa o contexto brasileiro, onde o choque entre as realidades social e econômica é mais acentuado devido à elevada desigualdade.

Essa disparidade se reflete também nos processos educativos, que enfrentam dificuldades para acompanhar o rápido desenvolvimento tecnológico, especialmente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, que apresentam baixos índices de desenvolvimento humano (IDH). A evolução tecnológica possui a tendência de acelerar exponencialmente ao longo do tempo, portanto, se faz necessário que os processos educativos encontrem novos meios de evoluir e caminhar lado a lado com essas inovações.

No último século os processos básicos de educação sofreram poucas alterações, somente algumas escolas elitizadas, conseguiram nas últimas duas décadas, incorporar metodologias de ensino digitais as suas estruturas. A grande maioria das escolas, principalmente as públicas, ainda possui estruturas similares as dos séculos passados, como podemos observar nas comparações entre as Figuras 1 e 2.

Figura 1: sala de aula do colégio dos Órfãos na década de 1920.



Fonte: Arquivo Histórico Municipal do Porto.

Figura 2: sala de aula no município de Santa Leopoldina no Espírito Santo em 2020.



Fonte: Arquivo do site da prefeitura de Santa Leopoldina - ES.

Na era contemporânea, a apatia dos estudantes representa um desafio significativo para os sistemas de ensino. Apesar das notáveis transformações na sociedade, as escolas e os modelos tradicionais de ensino, caracterizados pela mera transmissão de conteúdos pelos professores e onde os alunos apenas copiam, permaneceram praticamente inalterados ao longo de séculos. Urge a necessidade de uma modernização desses métodos educacionais para reacender o entusiasmo dos estudantes pelo processo de aprendizagem (Papert, 1994).

A atual revolução tecnológica representa uma oportunidade valiosa para aprimorar a educação, transformando a sala de aula em um ambiente mais alinhado

à realidade dos alunos. A aplicação das tecnologias digitais no ensino pode ser a chave para remodelar os modelos educacionais. A utilização de ferramentas tecnológicas, como computadores, *notebooks*, *tablets*, *smart TVs* e *smartphones*, no contexto educacional, oferece acesso a uma ampla gama de recursos educativos, incluindo aplicativos, simulações, vídeos e jogos educativos. Essas inovações têm o potencial não apenas de elevar a qualidade do ensino, mas também de facilitar o processo de aprendizado, proporcionando novas formas de interação, engajamento e acesso à informação.

A efetiva fusão do ensino de qualidade com as tecnologias digitais demanda uma abordagem ponderada e equilibrada, percebendo a tecnologia como uma ferramenta aprimoradora da prática educacional, capaz de contribuir para um ambiente de aprendizado mais eficaz e envolvente. Para facilitar essa integração, é essencial identificar as necessidades específicas dos alunos e identificar oportunidades em que as tecnologias digitais possam enriquecer a experiência de ensino e aprendizagem. A escolha das tecnologias digitais deve ser criteriosa, buscando complementar e enriquecer a prática educativa, alinhando-se às necessidades individuais dos alunos e aos objetivos curriculares estabelecidos.

Essas tecnologias precisam estimular a participação ativa dos alunos, incorporar atividades interativas que envolvam os estudantes de maneira prática e reflexiva, oferecer feedback instantâneo e garantir acessibilidade a todos, levando em conta diversos estilos de aprendizagem e necessidades especiais. A eficaz incorporação dessas tecnologias no ensino tem o potencial de promover uma aprendizagem mais personalizada, colaborativa, envolvente e que promova a equidade, preparando os alunos para os desafios da revolução digital.

Embora as tecnologias digitais tragam muitos benefícios para a educação, é imperativo abordar e mitigar os desafios e riscos associados ao seu uso, como a falta de acesso a dispositivos e recursos de aprendizagem em comunidades de baixa renda e áreas rurais e a necessidade de treinamento para professores. Somente assim conseguiremos assegurar um futuro mais equitativo, ético e sustentável para a humanidade. Nesse contexto, regulamentações adequadas, educação digital abrangente e o desenvolvimento responsável de tecnologias emergem como elementos cruciais para orientar esse processo (Papert, 1994).

1.2 – Justificativa

Estudar maneiras de como adequar as condições de ensino atuais com as necessidades do mercado globalizado em sincronismo com tecnologias modernas, se torna imprescindível para a atualização das tendências globais de uso das tecnologias, evitando assim a substituição da mão-de-obra pelas máquinas automáticas, robôs e pelas inteligências artificiais. Ferramentas simples e acessíveis como planilhas de Excel podem simular e simplificar o uso de softwares complexos e auxiliar alunos e professores no ensino e aprendizados de diversas ferramentas matemáticas de modelagem, simulação e de tratamento de dados, facilitando assim, aos aprendizes, efetuarem análises de resultados práticos e chegarem em conclusões assertivas, mantendo a aprendizagem em constante renovação.

1.3 – Problema

Como deve ser a transformação das ferramentas de ensino, diante das principais dificuldades existentes, para se adequar as demandas sociais e tecnológicas dos cenários atuais e futuros?

1.4 – Hipótese

Para que as ferramentas educacionais consigam atender as demandas atuais, elas necessitam ser integradas com as novas tecnologias digitais. Entretanto, para que isso ocorra, se faz necessário uma adaptação lenta, iniciada com o uso de ferramentas simples, para que os docentes e discentes possam evoluir conjuntamente para o uso de ferramentas mais complexas. Por isso o uso de ferramentas acessíveis e simples como planilhas de cálculo, podem ser consideradas boas opções para iniciar esse processo de transição.

1.5 – Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta simplificada, alinhada às necessidades dos alunos e aos recursos disponíveis de ensino, com o objetivo de estabelecer um ambiente propício para a aprendizagem centrada no estudante e em harmonia com as tecnologias digitais. Isso seria alcançado por meio da integração entre teoria e prática no contexto educacional, fazendo uso de ferramentas desenvolvidas para

otimizar as rotinas industriais, fundamentadas em planilhas de cálculo no *software* Excel da Microsoft.

1.5.1 – Objetivos Específicos

- Comentar sobre modelos de ensino e suas principais dificuldades;
- Mencionar ferramentas digitais simples e como elas podem contribuir para mitigar os problemas atuais;
- Desenvolver uma ferramenta baseada em planilhas do *software* Excel que simule e simplifique outros *softwares* e cálculos mais complexos, como R e Minitab;
- Utilizar as planilhas elaboradas como instrumentos auxiliares de ensino em salas de aula e em análise de processos industriais.

2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No contexto das tecnologias digitais, um dos maiores desafios é sua aplicação eficaz no ensino. Para superar esse desafio, é essencial integrar conhecimentos de pensamento computacional, modelagem matemática e de teorias e práticas de aprendizagem, permitindo que a tecnologia seja usada de forma estratégica e pedagógica. Este trabalho aplicou esses conhecimentos a sistemas de controle de processos industriais, que é uma área fundamental da engenharia e da automação, cujo objetivo é garantir que processos produtivos operem de maneira eficiente, segura e com qualidade constante. Essas ferramentas são comumente aplicadas em diversos setores, como indústria de alimentos, química, petroquímica, farmacêutica, manufatura, entre outros. A partir desse ponto, é necessário apresentar alguns conceitos-chave para facilitar o entendimento deste trabalho.

2.1 – Amostragem

Amostra é um subconjunto representativo de uma população maior, que se refere ao conjunto completo de elementos que possuem uma característica específica que está sendo estudada. A amostra é escolhida de forma a representar adequadamente as características da população, permitindo que as conclusões obtidas pela análise da amostra, possa representar o melhor possível, a população como um todo (Morettin, 2010).

Existem diferentes métodos para selecionar amostras, dependendo dos tipos de estudo que serão realizados e dos objetivos que a pesquisa pretende atingir. A escolha de uma amostra representativa é muito importante para garantir que as conclusões tiradas, a partir das amostras, possam ser generalizadas de maneira confiável para a população total (Freund, 2009).

O ramo da estatística que utiliza amostras para fazer inferências ou generalizações sobre as características de uma população é denominado de estatística inferencial. O uso de amostras é um processo muito comum, pois muitas vezes é impraticável ou impossível estudar toda uma população devido a restrições de tempo, recursos financeiros ou logísticos (Morettin, 2010).

2.2 – Média

Média é uma medida estatística que representa o valor típico ou central de um conjunto de dados, sendo calculada através da soma de todos os valores em um conjunto e dividindo esse total pelo número de elementos no conjunto, conforme mostrado na equação 1 (Freund, 2009).

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

2.3 - Desvio Padrão

Desvio padrão é uma medida estatística que expressa a dispersão ou variabilidade de um conjunto de dados. Ele indica o quanto os valores de um conjunto estão distantes, em média, da média desse conjunto. Em outras palavras, o desvio padrão fornece uma medida da dispersão dos dados em torno da média (Freund, 2009). Um desvio padrão alto indica que os dados da amostra estão distantes da média. Um desvio padrão baixo indica que os dados estão próximos à média, ou concentrados em torno da média, ou seja, menos dispersos.

O cálculo do desvio padrão envolve várias etapas. Primeiro, calcula-se a diferença entre cada valor individual e a média do conjunto de dados. Em seguida, essas diferenças são elevadas ao quadrado, a média desses quadrados é calculada e, finalmente, a raiz quadrada dessa média é tomada (Morettin, 2010).

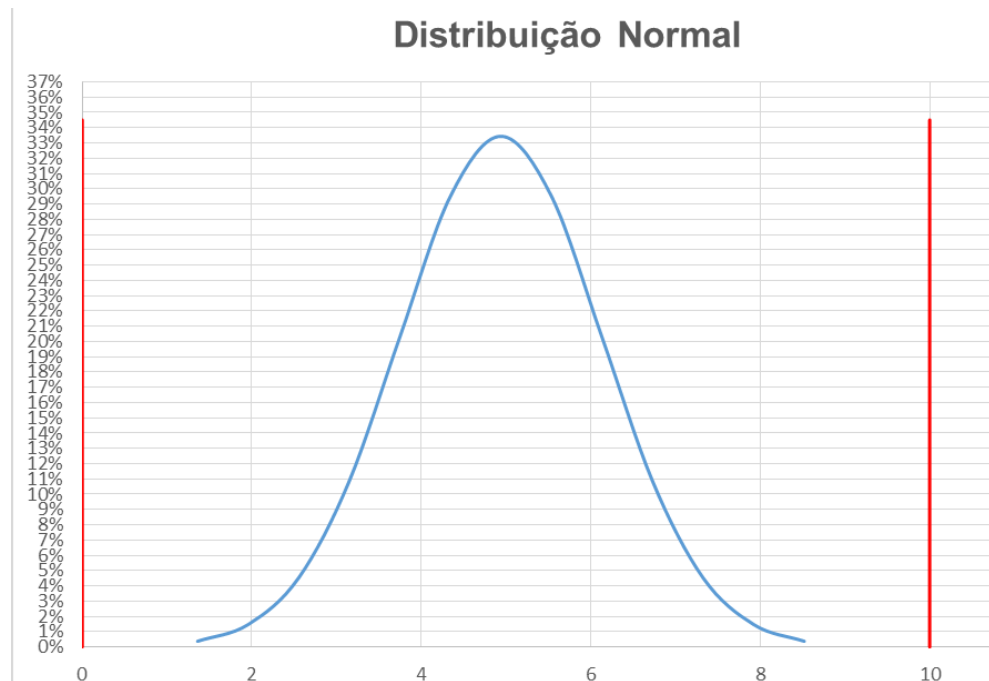
A fórmula do desvio padrão (σ para uma população ou s para uma amostra) é dada pela equação 2:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$
(2)

2.4 - Distribuição Normal

A distribuição normal, também conhecida como curva Gaussiana ou curva de Gauss, é um conceito fundamental em estatística e probabilidade, bem como em controles de processos industriais, apresentando aplicações tanto práticas quanto teóricas. Ela é composta por uma curva simétrica em forma de sino, na qual a maioria dos dados se concentra em torno da média, e a dispersão dos dados diminui à medida que se afasta da média, conforme pode ser observado na Figura 3. A distribuição normal é completamente definida por dois parâmetros: a média (ou valor esperado) e o desvio padrão, onde o eixo horizontal representa um parâmetro a ser estudado e o eixo vertical a quantidade de vezes, frequência ou porcentagem, que um valor ocorre para esse determinado parâmetro (Viali, 2014).

Figura 3: Exemplo de curva simétrica em forma de sino da distribuição normal



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Atualmente, ela é amplamente utilizada em diversas áreas, como, por exemplo, na avaliação de controles estatísticos de processos industriais e controles de qualidade, na interpretação de fenômenos naturais, em análises financeiras e em análises psicológicas como as pontuações de testes de QI que geralmente seguem

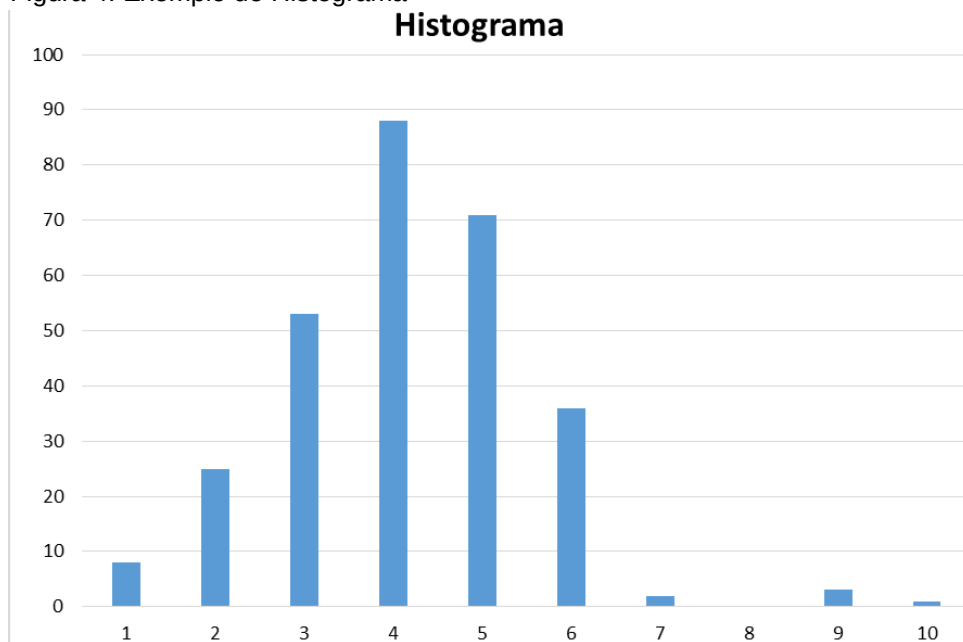
uma distribuição normal. Do ponto de vista teórico, a distribuição normal desempenha um papel fundamental na inferência estatística, sendo calculada pela equação 3. Muitos métodos estatísticos, como intervalos de confiança e testes de hipóteses, são baseados na suposição de normalidade dos dados, bem como o Teorema do Limite Central (Freund, 2009).

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (3)$$

2.5 – Histograma

Histogramas são representações gráficas da distribuição de um conjunto de dados. Eles são comumente utilizados em estatística para mostrar a frequência com que determinados valores ocorrem em um conjunto de observações. O eixo horizontal do histograma representa as diferentes categorias ou intervalos dos dados e o eixo vertical representa a frequência com que esses dados ocorrem, conforme é exemplificado na Figura 4, onde há uma maior frequência dos dados referentes ao intervalo 4 (Freund, 2009).

Figura 4: Exemplo de Histograma



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

São ferramentas poderosas para ajudar no entendimento sobre distribuições de dados, para identificar padrões, tendências e *outliers*. Fornecem uma forma clara de visualizar o formato das distribuições de dados, mostrando se elas são, por exemplo, simétricas, assimétricas, unimodais, bimodais, entre outros. Isso pode ser

útil em análises estatísticas e tomada de decisões em diversos campos, como finanças, ciências naturais, ciências sociais, entre outros (Freund, 2009).

2.6 - Limite de Especificação e de Controle

O Limite de Especificação (LE) refere-se aos valores extremos ou limites definidos para as características de um produto ou processo. Essas especificações são estabelecidas com base nos requisitos ou padrões criados para garantir a qualidade e o desempenho desejados (Carpinetti, 2012).

O Limite de Controle (LC) se refere aos limites que são estabelecidos em um controle de um sistema para monitorar a variabilidade de um processo ao longo do tempo. É um conceito muito utilizado em controle estatístico de processos (CEP) e em estatística (Carpinetti, 2012).

Existem dois tipos principais de limites:

- Limite Superior (LS) é o valor máximo aceitável para uma determinada característica. Qualquer resultado ou medida que ultrapasse esse limite pode ser considerado fora.
- Limite Inferior (LI) é o valor mínimo aceitável para uma determinada característica. Qualquer resultado ou média abaixo desse limite também é considerado fora.

Os limites de especificação são frequentemente usados em controle de qualidade e garantia da qualidade industrial para garantir que os produtos atendam aos requisitos estabelecidos. A análise, compreensão e o controle desses limites são essenciais para garantir a conformidade dos produtos ou processos (Carpinetti, 2012).

O principal uso de limites de controle é identificar padrões ou variações significativas que possam indicar problemas no processo. Um gráfico de controle é frequentemente utilizado para monitorar a estabilidade e a consistência de um processo ao longo do tempo. Quando os pontos de dados caem fora dos limites de controle, a análise (controle) estatística sugere a necessidade de investigação para entender e corrigir as causas da variação (Carpinetti, 2012).

2.7 – Estudo de Capacidade

O estudo ou análise de capacidade é uma abordagem estatística utilizada para avaliar a capacidade de um processo em atender às especificações ou requisitos de um produto ou serviço. Esse tipo de análise é comumente aplicado em ambientes de produção industrial, mas também pode ser utilizado em diversas outras aplicações.

A análise de capacidade é frequentemente realizada por meio de índices de capacidade, como o Índice de Capacidade do Processo (C_p) e o Índice de Capacidade do Processo em Relação à Centralização (C_{pk}). Esses índices avaliam a variabilidade do processo em relação às tolerâncias especificadas e indicam se o processo está operando dentro dos limites aceitáveis (Reis, 2001), estudo essencial para a tomada de decisão para continuidade do processo.

O Índice de Capacidade do Processo (C_p) é uma medida da variabilidade do processo em relação às especificações do produto. Quanto maior o valor de C_p , menor é a variabilidade em comparação com as tolerâncias especificadas. O Índice de Capacidade do Processo em Relação à Centralização (C_{pk}) leva em consideração não apenas a variabilidade, mas também a posição do processo em relação ao centro das especificações. Um valor de C_{pk} maior indica que o processo está centralizado dentro das tolerâncias (Reis, 2001).

2.8 - Simulação de Monte Carlo

A Simulação de Monte Carlo é uma técnica estatística usada para modelar a probabilidade de diferentes resultados em processos que envolvem elementos de aleatoriedade. Essa técnica é frequentemente aplicada em áreas como finanças, engenharia, ciências, produção e gestão de projetos para analisar o impacto de incertezas nas decisões e prever resultados prováveis (Saraiva; Tabosa; Costa, 2011).

A simulação de Monte Carlo recebe esse nome em homenagem ao famoso cassino de Monte Carlo, conhecido por seus jogos de azar. A ideia central por trás dessa técnica é utilizar a aleatoriedade para resolver problemas que podem ser determinísticos por natureza.

Para se realizar uma simulação de Monte Carlo inicialmente deve-se identificar e definir um modelo matemático ou lógico do sistema em estudo. Isso inclui variáveis, parâmetros e relações entre eles. Em seguida, deve-se atribuir valores às variáveis

do modelo, e em muitos casos, esses valores são amostrados aleatoriamente com base em distribuições de probabilidade que refletem a incerteza associada a essas variáveis. Na sequência, deve-se realizar várias simulações, onde os valores das variáveis são amostrados repetidamente, e cada execução da simulação representa um cenário possível (Saraiva; Tabosa; Costa, 2011).

Finalmente deve-se realizar a avaliação dos resultados, através da coleta e análise dos resultados das simulações para entender a variabilidade e a distribuição dos resultados possíveis, e com base neles é que serão tomadas as decisões (Saraiva; Tabosa; Costa, 2011).

2.9 – Diagrama de Dispersão

O Diagrama ou Gráfico de Dispersão é uma representação gráfica que ilustra a relação entre duas variáveis, sendo uma representada no eixo X (variável independente) e a outra no eixo Y (variável dependente), como, por exemplo, altura e peso, ou tempo de estudo e notas obtidas. Ele é usado para visualizar padrões de distribuição, e identificar correlações e possíveis tendências entre os conjuntos de dados. No diagrama de dispersão, cada ponto no gráfico representa uma combinação específica de valores para as duas variáveis (Carpinetti, 2012).

A disposição dos pontos no gráfico pode indicar se existe uma relação entre as duas variáveis, como por exemplo, uma correlação positiva ou diretamente proporcional, ou se ambos os pontos seguem uma tendência crescente, uma correlação negativa ou inversamente proporcional, ou ainda se ambos os pontos seguem uma tendência decrescente. Ela também consegue medir a intensidade dessa correlação, mostrando se é muito forte, forte, média, muito fraca, fraca ou se não existe nenhuma correlação (Carpinetti, 2012).

3 – METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa empregado é do tipo descritivo, uma vez que se destina a detalhar as características das ferramentas matemáticas aplicadas nas planilhas do Excel, proporcionando suporte aos processos analíticos. Além disso, adota uma abordagem quantitativa, uma vez que, mediante a coleta de amostras, as planilhas

realizarão a análise dos dados numéricos, visando compreender padrões e correlações.

A pesquisa centrou-se na elaboração de uma planilha do Excel destinada a estudantes do curso de graduação em engenharia de produção e a analistas de processos industriais. O Microsoft Excel é um *software* de planilha eletrônica amplamente utilizado para organizar, analisar e visualizar dados. Ele oferece ferramentas para cálculos matemáticos, criação de gráficos, tabelas dinâmicas e análise de dados complexos, sendo utilizado em diversas áreas, como finanças, contabilidade, pesquisa e administração.

Essa planilha abrange diversas ferramentas essenciais para facilitar o controle estatístico de processos, incluindo estudos de capacidade, testes de normalidade, detecção de *outliers*, análises de dispersão, construção de histogramas, simulação de Monte Carlo, média e desvio padrão, que serão demonstradas mais adiante no item “Resultados e Discussões”.

O arquivo do Excel foi organizado em diversas planilhas, cada uma dedicada à análise individual de uma ferramenta específica. Os principais resultados foram consolidados em uma planilha inicial principal. Cada ferramenta passou por uma revisão teórica prévia, identificando a melhor abordagem para sua simulação no *software* Excel. Além disso, foi realizada uma análise cuidadosa sobre a melhor maneira de estruturar a interface da ferramenta digital, visando oferecer a máxima facilidade de uso. Esse esforço foi direcionado para otimizar a integração, utilização e aceitação tanto por parte dos docentes quanto dos discentes. Com base nessas considerações, cada ferramenta foi desenvolvida individualmente, culminando na integração final em uma planilha que sintetiza os resultados obtidos.

A validação da ferramenta ocorreu por meio de testes realizados com estudantes do curso de engenharia e analistas industriais, visando avaliar sua praticidade para implantação. No entanto, é relevante observar que não estava prevista, nem considerada como uma necessidade nos objetivos do trabalho, a medição formal dos indicadores de aceitação e viabilidade. Nesse contexto, a avaliação desses indicadores de satisfação foi mantida de forma subjetiva, sendo realizada exclusivamente com base nas percepções e experiências do autor durante a aplicação e utilização das ferramentas.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A eficácia da planilha do Excel foi avaliada tanto no ambiente acadêmico, por meio de duas turmas de engenharia de produção nas disciplinas de engenharia de processos e análise de risco, quanto no ambiente profissional, onde foi testada por analistas de produção industrial e de qualidade.

O recurso consiste em um arquivo do Excel composto por sete abas de planilhas inter-relacionadas e complementares. A primeira planilha atua como a interface inicial, oferecendo espaço para a inserção de dados amostrais, com a capacidade de analisar até 5.000 amostras. Caso estejam disponíveis, é possível adicionar limites de controle ou especificações. Em situações em que não haja dados amostrais, mas apenas informações sobre o comportamento do sistema desejado para estudo, é viável incluir apenas a média e o desvio padrão, permitindo a realização da simulação de Monte Carlo. As demais planilhas não exigem a inclusão de informações, sendo destinadas exclusivamente à visualização do tratamento de dados ou à condução de análises mais aprofundadas.

Na planilha inicial, é onde devem ser adicionados os dados a serem estudados, na primeira tabela denominada “Banco de dados”, especificamente na coluna C da planilha logo abaixo da identificação “Amostra” (nas células com fundo branco). Essa tela inicial também torna possível se obter uma visão consolidada dos resultados gerados pelas outras seis planilhas do arquivo. Adicionalmente, foram incorporados botões com links de acesso direto, dispostos em formato de menu, que conduzem de forma eficiente e ágil às demais planilhas, conforme ilustrado na Figura 5.

Todas as planilhas subsequentes, além da primeira, contêm um botão de retorno à planilha principal do menu, simplificando a navegação entre elas.

Figura 5: Planilha do menu principal com resumo de resultados

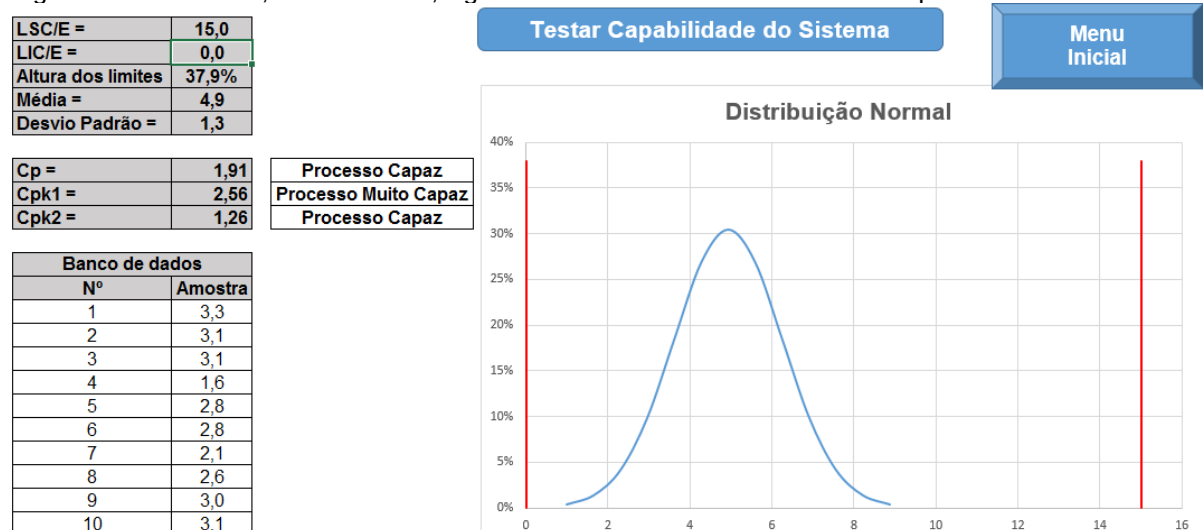
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Banco de dados		Análise inicial dos dados				LSC/E = 10,0		Estudo de Capacibilidade Testar Normalidade Modelagens			
2	Nº	Amostra	Ordem	Nº	Amostra	LIC/E = 0,0						
3	1	3,3	30	1	3,3	Altura dos limites 3,79%						
4	2	3,1	32	2	3,1	Simulação Monte Carlo		Simulação de Monte Carlo Histograma Outliers				
5	3	3,1	32	3	3,1	Média = 4,9						
6	4	1,6	50	4	1,6	Desvio Padrão = 1,3						
7	5	2,8	40	5	2,8	Título da Amostra						
8	6	2,8	40	6	2,8							
9	7	2,1	48	7	2,1							
10	8	2,6	43	8	2,6							
11	9	3,0	37	9	3,0							
12	10	3,1	32	10	3,1							
13	11	3,7	24	11	3,7							
14	12	2,5	44	12	2,5							
15	13	3,1	32	13	3,1							
16	14	2,5	44	14	2,5							
17	15	3,1	32	15	3,1							
18	16	2,1	48	16	2,1							
19	17	2,5	44	17	2,5							
20	18	4,6	15	18	4,6							
21	19	3,7	24	19	3,7							
22	20	5,3	9	20	5,3							
23												

Resumo das Informações	
Média =	4,9
Desvio Padrão =	1,3
Número de Amostras =	288
Número de outliers =	4
Teste de normalidade Shapiro-Wilk	Os dados são provenientes de uma distribuição Normal.
Teste de normalidade Shapiro-Wilk	Não se aplica para amostras maiores que 50.
Teste de Capacibilidade Cp	Processo Capaz
Teste de Capacibilidade Cpk1	Processo Capaz
Teste de Capacibilidade Cpk2	Processo Capaz
	</

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Na segunda planilha, realiza-se o teste de capacidade das amostras inseridas na primeira planilha, comparando-as com os limites de controle ou especificações. Para realizar essa análise, é essencial ter dados de entrada para os limites e que a distribuição das amostras siga o padrão normal. A planilha calcula a média e o desvio padrão das amostras, além dos indicadores Cp, Cpk1 e Cpk2. Posteriormente, apresenta se cada indicador é considerado capaz, incapaz ou muito capaz. Também exibe um gráfico que representa a distribuição normal das amostras, com barras verticais vermelhas indicando os limites de controle ou especificação, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Cálculos, indicadores, gráfico e resultados sobre a capacidade do sistema



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

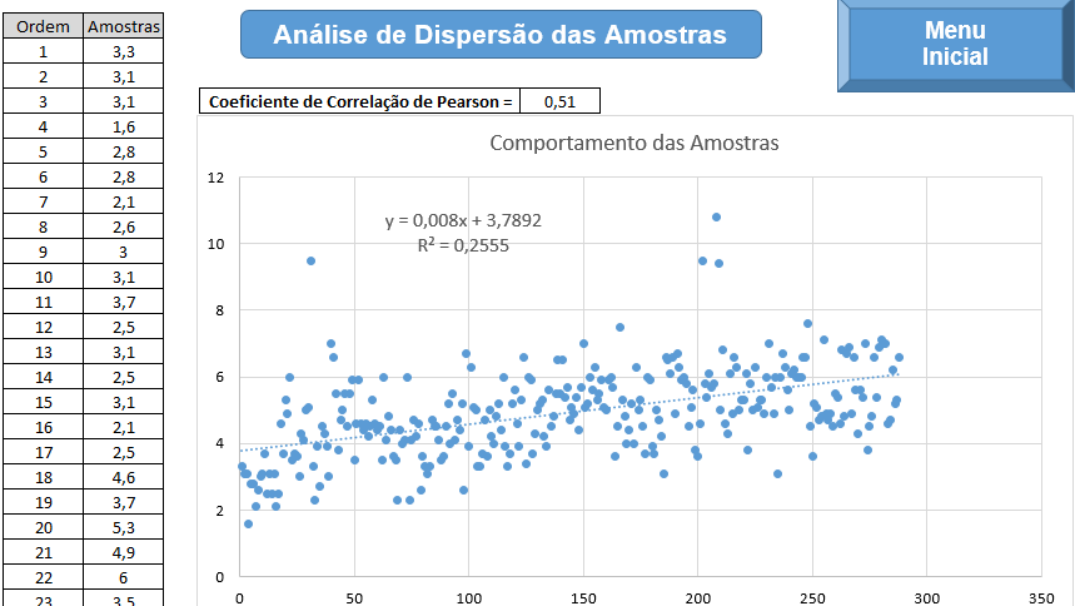
O indicador "muito capaz" foi introduzido pelo autor, não sendo oficialmente reconhecido nos padrões de estudos de capacidade. No entanto, o autor considerou relevante informar aos usuários da ferramenta que, por vezes, algo que parece

excessivamente bom pode não ser tão vantajoso. Quando um processo é considerado "muito capaz", isso sugere que o projeto subjacente desse sistema está superdimensionado. Em outras palavras, indica que foram alocados mais recursos do que o necessário para que o sistema em estudo produza as amostras em questão. Essa constatação aponta para a possibilidade de otimização, destacando que recursos como o investimento financeiro na aquisição de equipamentos, o tempo dedicado à execução de atividades e o número de pessoas envolvidas na tarefa, poderiam ter sido reduzidos.

Essas otimizações de recursos desempenham um papel crucial no contexto industrial, onde a competição entre empresas é intensa, podendo determinar quais permanecem no mercado e quais são compelidas a encerrar suas atividades.

A terceira planilha realiza a análise de dispersão das amostras, exibindo o comportamento dos pontos em um gráfico e gerando uma linha de tendência para ilustrar esse padrão. Durante essa análise, são calculados indicadores cruciais, como a equação da reta, R^2 (R ao quadrado) e o coeficiente de correlação de Pearson. Esses indicadores desempenham um papel fundamental para compreender o sistema em estudo e realizar previsões sobre seus comportamentos futuros, como demonstrado na Figura 7, onde a equação da reta tenta mostrar o comportamento entre as variáveis e a tendência dos pontos, contudo, o R^2 e o coeficiente de Pearson mostram que essa correlação é fraca e que não é prudente utilizar a equação da reta para representar o sistema em estudo.

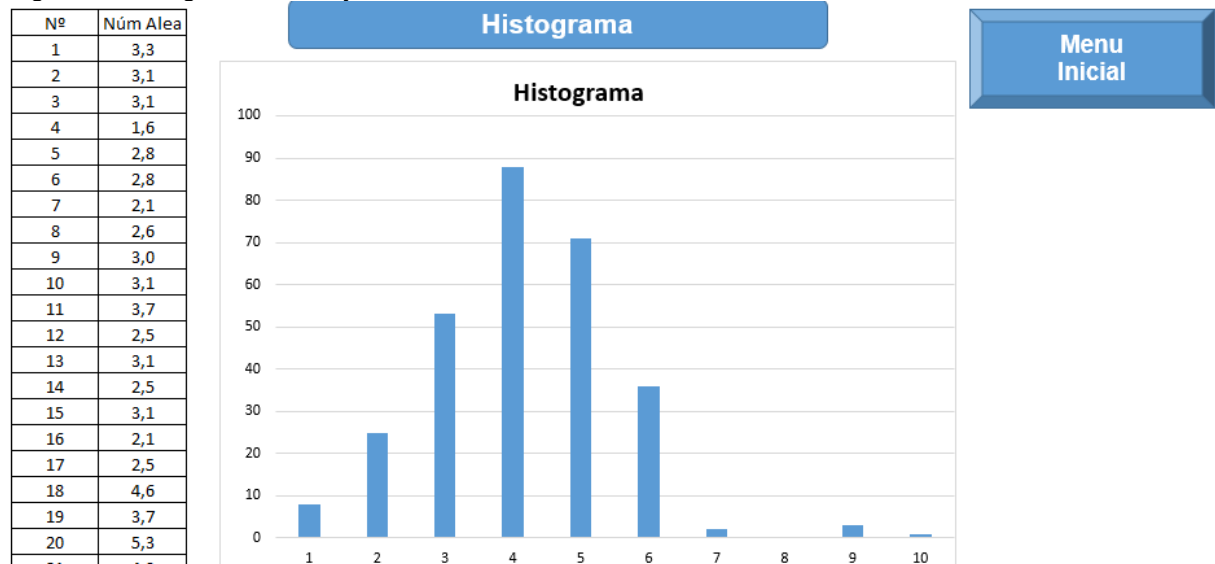
Figura 7: Análise de Dispersão



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A quarta planilha exibe o histograma comportamental das amostras, oferecendo uma representação mais tangível do comportamento de cada amostra no contexto geral. Isso facilita a interpretação da posição central da porção predominante dos resultados das amostras, além de proporcionar insights sobre a quantidade de amostras que podem apresentar resultados indesejados, conforme exemplificado na Figura 8.

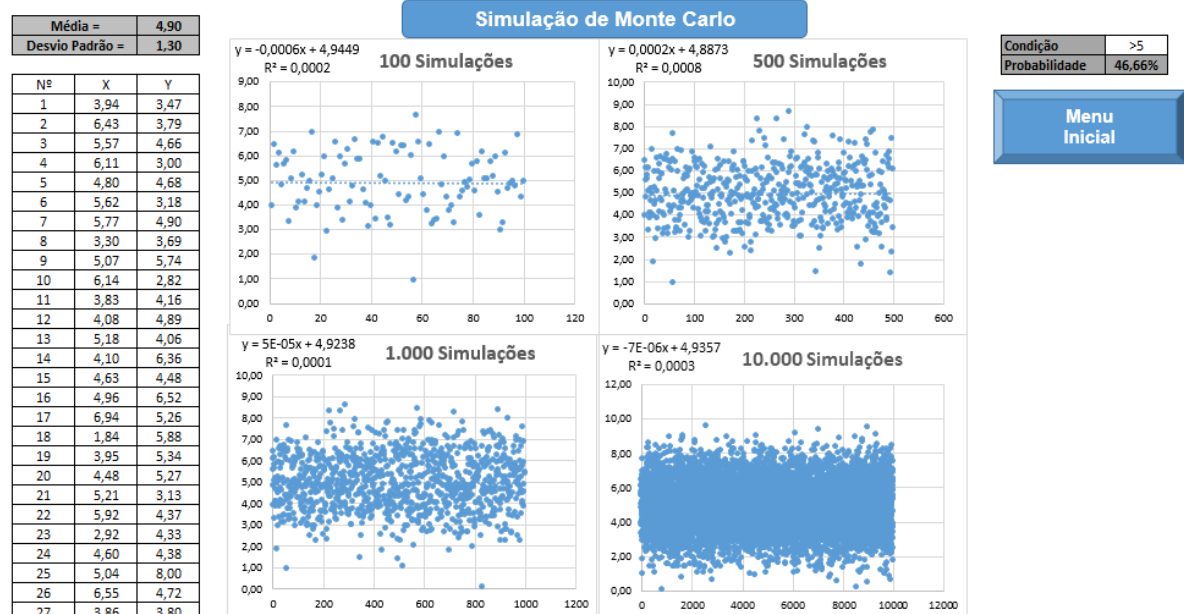
Figura 8: Histograma do conjunto de amostras



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A quinta planilha realiza a simulação de Monte Carlo, uma ferramenta especialmente valiosa quando não se dispõe de amostras específicas do sistema a ser estudado, contando apenas com o conhecimento do comportamento populacional, como média e desvio padrão, por exemplo. Ao inserir essas informações, a planilha realiza até 10 mil simulações de amostras pseudoaleatórias que poderiam representar o sistema em questão. Em seguida, apresenta uma análise dos possíveis perfis comportamentais, incluindo a equação da reta, R^2 e probabilidade de ocorrência de eventos, para conjuntos de 100, 500, 1.000 e 10.000 amostras, como ilustrado na Figura 9.

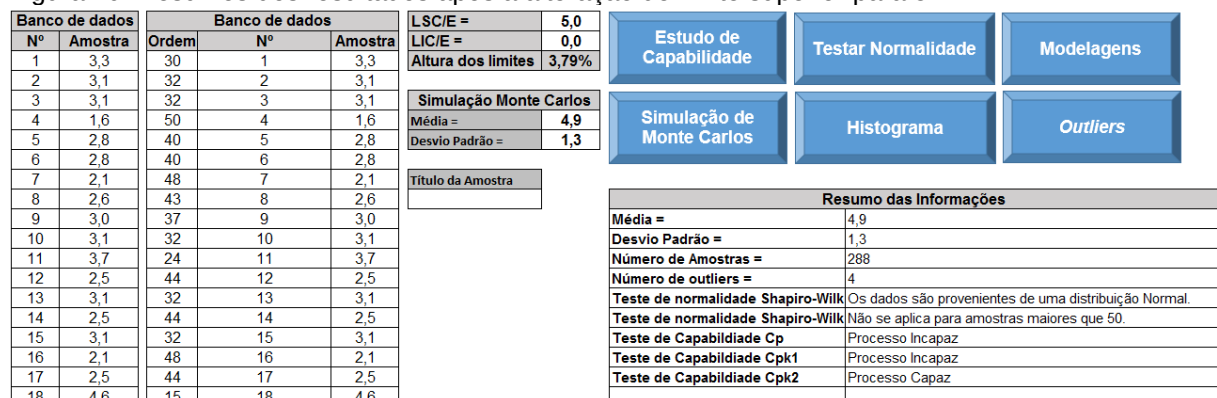
Figura 9: Simulação de Monte Carlo



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

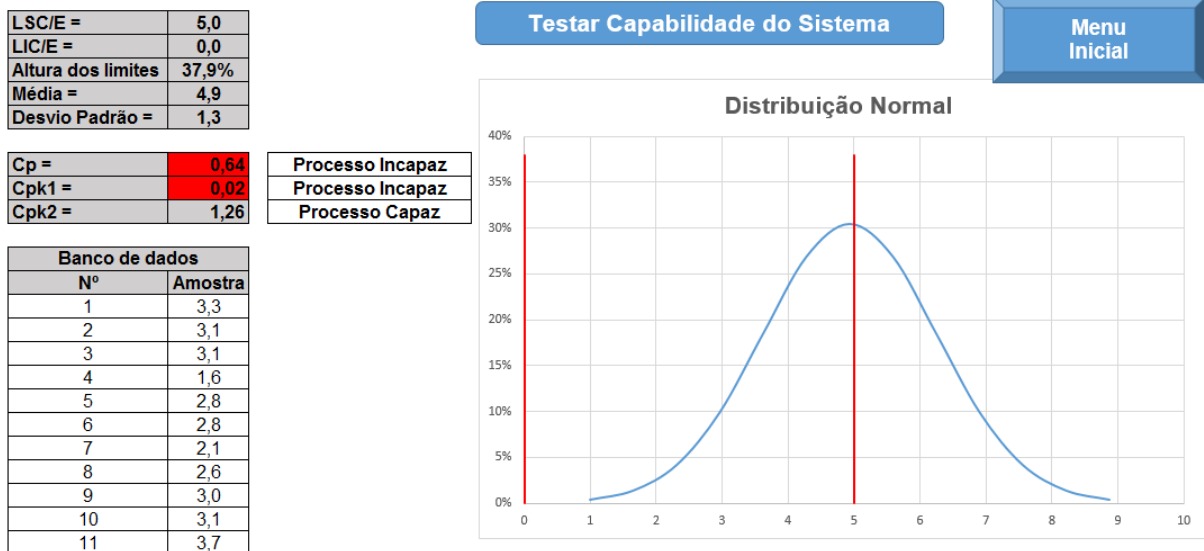
Além da análise inicial do sistema, é possível conduzir análises secundárias, igualmente cruciais, como a variação dos limites inferiores ou superiores de especificação ou controle. Essa variação evidencia até que ponto o sistema pode ser modificado e ainda assim manter sua capacidade, ou seja, permanecer sob controle, produzindo itens com qualidade adequada. Essa informação é particularmente vital em sistemas produtivos que têm controle de peso, por exemplo, onde a geração de produtos abaixo da especificação pode resultar em multas para as empresas, e pesos acima da especificação podem resultar no envio gratuito de produtos aos clientes. Ambas as situações são prejudiciais para as empresas e podem ser facilmente previstas por meio da análise de capacidade. As Figuras 10, 11 e 12 ilustram uma simulação de alteração dos limites superiores de 10 para 5 unidades, tornando o processo incapaz, seguido de uma segunda alteração para 20, tornando muito capaz.

Figura 10: Resumos dos resultados após a alteração de limite superior para 5



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

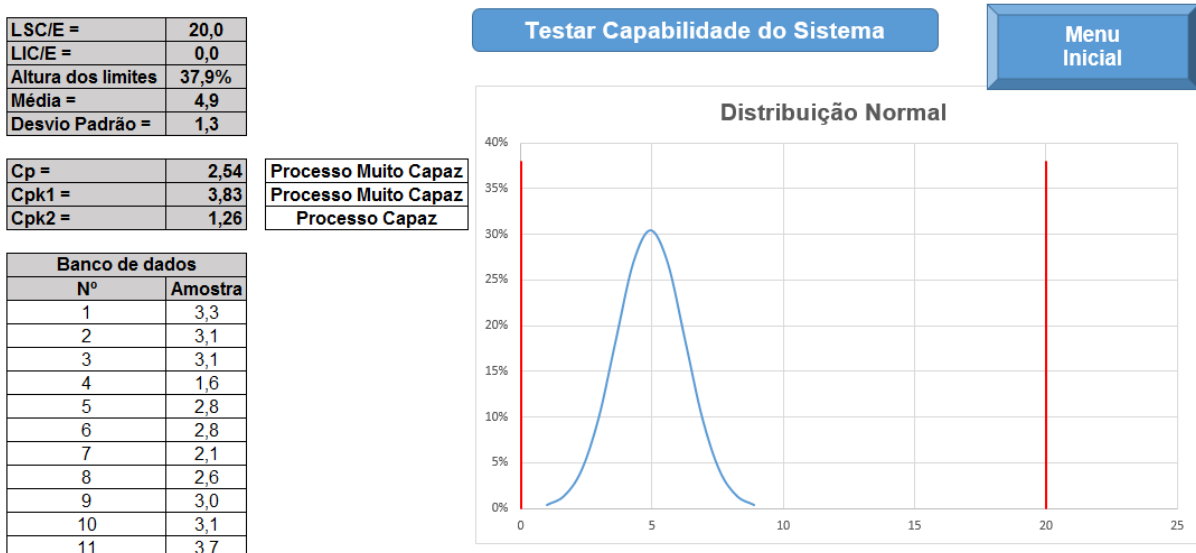
Figura 11: Estudo de capacidade após a alteração de limite superior para 5



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Assim como uma redução no limite superior pode tornar o sistema incapaz, um aumento no limite superior também pode não ser benéfico, como ilustrado na Figura 12. Nesse caso, ao elevar o limite superior para 20 unidades, o teste de capacidade indica que o sistema está "muito capaz" de produzir esses resultados. Isso pode levar à conclusão de que houve ou haverá um gasto de dinheiro acima do ideal para produzir esses itens, exemplificando a importância de considerar cuidadosamente os limites e a capacidade do sistema.

Figura 12: Estudo de capacidade após a alteração de limite superior para 20



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de ferramentas digitais em salas de aulas se torna imprescindível para atender as necessidades de aprendizado e de desenvolvimento de habilidades solicitadas pelo século XXI, principalmente para capacidade de pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação efetiva, colaboração, criatividade e competência digital.

O objetivo principal deste trabalho foi plenamente alcançado, uma vez que buscava estabelecer uma integração sinérgica entre teoria e prática no contexto educacional. Utilizando ferramentas projetadas para otimizar as rotinas industriais, baseadas em planilhas de cálculo do *software* Microsoft Excel, foi possível criar uma experiência semelhante ao conceito de Estado de Fluxo. Nessa experiência, os aprendizes puderam compreender mais facilmente, por meio da análise dos dados gerados pelo *software*, as razões por trás do aprendizado, estabelecendo conexões significativas entre os processos teóricos e práticos.

Isso permitiu uma análise crítica do processo, algo que os cálculos manuais indicados pelas equações do capítulo 2 deste trabalho não proporcionam de forma eficaz. Dessa maneira, os aprendizes em contato com essa tecnologia são capacitados a antecipar cenários futuros e a resolver problemas com maior agilidade, competências fundamentais na preparação de futuros profissionais da área de engenharia.

Através de uma abordagem pedagógica reflexiva e transformadora, este trabalho abordou como algumas ferramentas digitais podem atuar como catalisadoras, agilizando processos e simplificando a execução de cálculos intrincados. Dessa forma, buscando não apenas proporcionar uma experiência educacional enriquecedora, mas também contribuir ativamente para o contínuo desenvolvimento e aprimoramento do processo educacional desses estudantes.

Entretanto, para que isto ocorra da forma mais adequada, os professores devem estar capacitados a utilizar essa tecnologia digital para que consigam ter o melhor aproveitamento de suas ferramentas e aplicações. Recomenda-se para estudos futuros, a busca de novas oportunidades que permitam explorar melhor o uso do *software* Excel nos ambientes escolares.

REFERÊNCIAS

- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro et al. *Gestão da qualidade*. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2012.
- FREUND, John E. *Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade*. Porto Alegre: Editora Bookman, 2009.
- LEVINE, D. *Estatística: teoria e aplicações, usando Microsoft Excel em português*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- MORETTIN, Luiz Gonzaga. *Estatística básica: probabilidade e inferência*. São Paulo: Pearson, 2010.
- PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. 1994.
- REIS, Marcelo Menezes. *Um modelo para o ensino do Controle Estatístico da Qualidade*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- SARAIVA JUNIOR, Abrãao Freires; TABOSA, Cristiane de Mesquita; COSTA, Reinaldo Pacheco da. *Simulação de Monte Carlo aplicada à análise econômica de pedido*. 2011.
- TORMAN, V. B. L.; BIRCK, A. R.; RIBOLDI, J. Comparação dos testes de aderência à normalidade Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Cramer-Von Mises e Shapiro-Wilk por simulação. In: *Anais do 11º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica*, 2005.
- VIALI, L. *Algumas considerações sobre a denominada curva normal*. Vidya (Santa Maria. Impresso), 2014.