

Organizadores:

TIAGO SILVEIRA GONTIJO

ANDRESSA AMARAL DE AZEVEDO

ALEXANDRE DE CÁSSIO RODRIGUES

# Enade Comentado:

Engenharia de Produção - volume 1



Andressa



Editora O



# **Enade**

# **Comentado:**

**Engenharia de Produção –  
volume 1**

# Ficha Catalográfica

SSI587 Silveira Gontijo, Tiago; Amaral de Azevedo, Andressa  
e Rodrigues, Alexandre de Cássio.

2016.

Enade Comentado: Engenharia de Produção –  
volume 1 / Tiago Silveira Gontijo, Andressa Amaral  
de Azevedo e Alexandre de Cássio Rodrigues –  
Belo Horizonte: Editora: Cia. Do *Ebook*.

2016

77 p.

ISBN: 978-85-923235-3-0

1. Enade. 2. Engenharia de Produção

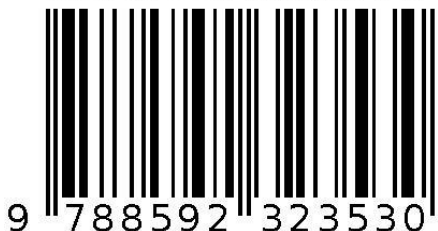
Enade Comentado: Engenharia de Produção

CDD: 620

CDD: 62

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-923235-3-0



**Esta é uma obra gratuita.**

# Agradecimentos

A presente obra é inédita no Brasil e foi realizada com o apoio de uma equipe experiente e multidisciplinar. Em especial destacamos que este livro não seria construído sem o irrestrito incentivo do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix e das generosas contribuições do Prof. Raoni Barros Bagno.

Estendemos os agradecimentos à Profª Cintia Rodrigues Lima, ao Prof. Neimar Campos de Gouvea e ao Dr. Hendrigo Batista da Silva, que são expoentes da Engenharia de Produção no Brasil e desenvolveram alguns dos capítulos da obra.

Este livro contou com a revisão dos discentes: Jéssica Cristina Chagas dos Santos, Stela Alves da Silva e Lincoln Borsatto Vieira Luiz, que representam o futuro da Engenharia de Produção em Minas Gerais.

Gostaríamos de destacar que o Livro “Enade Comentado: Engenharia de Produção – volume 1” faz parte de um conjunto de ações desenvolvidas pelo do grupo de pesquisa “Tecnologia na Educação”, registrado no CNPq. Detalhes adicionais: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/7402852238587982>.

Finalizamos os agradecimentos aos discentes Anny Agner de Oliveira Hellen Karin Gomes Ferreira Jonatas da Silva Freitas Lucas Mateus Santos Aquino e Marcelo Marques Lana de Souza, que fazem parte do grupo de pesquisa e sob a tutela dos Coordenadores do presente livro iniciaram o desenvolvimento de um conteúdo interativo para a obra: um aplicativo em Android e IOS que em breve será lançado.

# Prefácio

**Prof. Raoni Barros Bagno** – Departamento de Engenharia de Produção (UFMG).

Eu não poderia iniciar o prefácio deste livro sem mencionar minha relação de profunda paixão pela Engenharia de Produção. Adentrei em minhas primeiras experiências profissionais no início dos anos 2000 usando como cartão de visita uma boa formação tecnicista obtida nos cursos técnico e superior realizados em instituições de respaldo no estado de Minas Gerais. Ao entrar para um programa de *trainees* em uma grande empresa do setor automotivo eu imaginava que teria ali um bom espaço para desenvolver minha relação com a tecnologia e fazer dela o norteador central de minha vida profissional. No entanto, e de forma um pouco inesperada, foi algo mais amplo - a dinâmica dos sistemas de produção - que me convidou para a dança que moldaria minha caminhada dali em diante como pessoa e como profissional. Minha porta de entrada na Engenharia de Produção foi a subárea de Engenharia do Produto, com a qual trabalhei diretamente por muitos anos e por meio da qual conheci e interagi com várias outras, quais sejam a Engenharia da Qualidade, Programação e Controle da Produção, Ergonomia, Gestão do Conhecimento, Logística e outras.

Se a Engenharia de Produção me “convocou” em meio a uma atuação profissional intensa na indústria, um futuro na docência me aguardava como forma de retribuir a este chamado. Hoje, em meio a um dia a dia que mescla a atuação na sala de aula, a interação com empresas, iniciativas sociais, pesquisa e a própria administração universitária, tenho a alegria de dizer que minha vida está associada ao desenvolvimento das pessoas, na sua maioria, jovens que buscam propósito e significado para que o sonham e fazem. Tudo isso é muito exigente, mas também muito gratificante. Hoje me defino sem nenhuma dúvida como um Engenheiro de Produção, que trabalha na formação de Engenheiros de Produção para atender um mundo cheio de dinamismo e desafios tecnológicos e sociais.

Esta breve história pessoal me ajuda a definir alguns aspectos marcantes do Engenheiro de Produção. Em primeiro lugar, somos a chamados a compreender, planejar e agir na dinâmica dos sistemas produtivos. Essa é a nossa missão e a nossa profunda especialidade. Nenhum outro profissional é chamado a lidar com tal dinâmica da mesma forma. A dinâmica da produção – seja ela de natureza industrial, do ensino, de *software* ou de qualquer outra – é um dos pontos centrais para se garantir o futuro sustentável de uma sociedade. Seu principal fator de complexidade está na interação constante entre as variáveis de ordem social e aquelas de ordem técnica que compõem os sistemas de produção. São as naturezas distintas destas variáveis que explicam a diversidade dos conteúdos tratados em nosso currículo e é a singularidade de cada uma de suas interações que legitimam a necessidade de um profissional especializado em tal dinâmica e sintonizado com uma demanda constante de atualização.

No Brasil, o ponto de partida do debate sobre a Engenharia de Produção no âmbito universitário remonta às iniciativas conduzidas na Escola Politécnica da USP lideradas pelo prof. Ruy Leme ainda nos anos 1950. Nesta época os estudos em dinâmica de sistemas de produção ainda eram conduzidos majoritariamente de forma associada a alguma Engenharia de base tecnológica bem definida. A modalidade plena da Engenharia de Produção surgiria somente nos anos 1970, mas com crescimento tímido na oferta de cursos no país até os anos 1990. Foi nos anos 2000 que a difusão dos cursos de graduação em Engenharia de Produção ocorreu de forma acelerada, fazendo com que seja hoje a modalidade de engenharia com o maior número de cursos no país. Tudo isso nos faz pensar também que a maioria dos

Engenheiros de Produção no Brasil ainda é formada por profissionais jovens e que muito do impacto desta modalidade no desenho e produtividade de nossas organizações ainda está por vir.

Conforme consta no portal do Ministério da Educação, o Enade visa avaliar o rendimento dos alunos dos cursos de graduação, em relação aos conteúdos programáticos de seus cursos. Tal avaliação, incluindo aqui o desempenho de alunos nas provas, mas também suas avaliações em questões de Infraestrutura e de organização didático-pedagógica, é um dos itens considerados na elaboração do Conceito Preliminar de Curso (CPC). Confesso que minha experiência inicial com o Enade, assim como a de vários colegas professores, foi cercada de muito receio. E receio é algo natural em qualquer circunstância em que seu trabalho, suas habilidades, seus resultados e projetos são colocados à prova diante de um determinado público. Ele surge principalmente do caráter definidor de futuro que está associado a tais momentos. Alunos sentem receio antes de suas provas, o mesmo ocorre com candidatos frente aos seus concursos. Empresas inteiras sentem receio quando submetidas a uma auditoria em seus sistemas de gestão. Assim também me senti como professor e, a esta época como coordenador de um curso de Engenharia de Produção, quando confrontado pela primeira vez com a aproximação de um Enade.

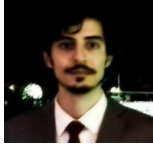
Entretanto, ao invés de um ambiente de confronto e temor, a dinâmica de preparação para esta avaliação se revelou uma oportunidade ímpar para catalisar um contexto de colaboração contínua entre administração universitária, corpo docente e alunos. Este contexto trouxe avanços em nossa forma de trabalho como professores e também na visão do aluno como co-construtor do ambiente universitário e responsável maior pela sua própria formação. As diversas ações empreendidas envolveram o estudo das questões curriculares, formas de avaliar conteúdos e habilidades, comunicação com o corpo discente a respeito da importância do processo avaliativo em sua formação e na própria caminhada da instituição, rediscussões contínuas sobre a natureza e projeto do curso e também de sua relação com as diretrizes gerais da instituição. Aprendemos mais sobre como diagnosticar o que se faz no ensino superior, como ouvir as outras pessoas, como promover fluxos de comunicação mais horizontais no ambiente universitário, como trazer distintas disciplinas e professores para dentro do contexto de um projeto único, como compreender melhor o que a sociedade externa espera do Engenheiro de Produção e como trazer estas expectativas para o que fazemos na academia. Fizemos tudo isso juntos – alunos, professores, gestores, famílias - e é isso o que Engenheiros de Produção fazem.

Hoje o momento da avaliação é visto como a renovação do ciclo de trabalho, reavaliação das metas de melhoria, oportunidade para superar as adversidades e promover o contínuo melhoramento. Precisamos disso como profissionais e estudantes, mas, em sentido mais amplo, nossa nação precisa disso como parte integrante de sua cultura, talvez de uma forma e com uma intensidade que nunca antes pudemos perceber. Aqui temos uma grande chamada, não para correr ameaçados por uma avaliação, mas para a olharmos de frente e a usarmos de forma responsável como um aliado, um instrumento direcionador de esforços para aprimorarmos os celeiros de jovens engenheiros que assumirão as lideranças de nossas organizações. A obra organizada pelos profs. Tiago Gontijo, Andressa Azevedo e Alexandre Rodrigues coroa este momento do processo e serve como um forte convite à toda a comunidade acadêmica da Engenharia de Produção para tomar este mesmo rumo de excelência.

Avante!

# Organizadores

## Tiago Silveira Gontijo:



Mestre em Engenharia de Produção: Produção e Logística (UFMG), Graduado em Ciências Econômicas (UFV). Atualmente é Professor no Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix nos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Civil, Administração e Ciências Contábeis. Possui experiência na cadeia produtiva do abastecimento de água e esgotamento sanitário do estado de Minas Gerais. Trabalhou no Governo de Minas (Arsae-MG), sendo um dos responsáveis por determinar as tarifas da Copasa. Tem experiência na área de Economia e Engenharia, com ênfase em Logística, *Supply Chain*, Administração de Sistemas de Produção, DEA, Econometria de Séries Temporais e Análise Multivariada.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/2865658247618316>

## Andressa Amaral de Azevedo:



Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Produção e Logística, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Especialista em Docência no Ensino Superior e Gestão Acadêmica pelo Instituto Metodista Izabela Hendrix (IMIH). Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Atua como coordenadora do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. Já desenvolveu atividades docentes nas instituições: UFMG, PUC Minas, Newton Paiva, Faculdade Pitágoras, UNIPAC, Funcesi e Faculdade Promove. Participante dos Grupos de Pesquisa: Tecnologia na Educação e Meio Ambiente e Sustentabilidade, cadastrados junto no CNPq.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/4655939441959542>

## Alexandre de Cássio Rodrigues:



Mestre (UFMG) e graduado (UFOP) em Engenharia de Produção; mestre (UFV) e graduado (UFOP) em Administração Pública; licenciado em Computação (UFJF). Possui pós-graduações nas áreas de Engenharia, Administração, Computação e Educação. Professor do Ensino Superior e Especialista em Recursos Minerais no Departamento Nacional da Produção Mineral.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/9092933661769976>

# Autores

**Tiago Silveira Gontijo - Capítulos 2 e 6**

**Andressa Amaral de Azevedo - Capítulos 1 e 2**

**Alexandre de Cássio Rodrigues - Capítulos 1 e 3**

## **Cintia Rodrigues Lima - Capítulo 5**

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais (2012) e graduada em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (1992). Especialista em Automação e Informática Industrial pela PUC-MG (1994), especialista em Gerência e Tecnologia da Qualidade pelo CEFET-MG (1997), MBA Executivo em Gestão Empresarial pela FGV-RJ (2004) e especialista em Engenharia de Produção com ênfase em Lean Production pela UFSC (2010). 17 anos de experiência na Indústria atuando nas áreas de Engenharia de Processos, Manutenção, Automação e Qualidade. Atualmente atua como Coordenadora do curso de Engenharia de Produção e como Professora de cursos de Graduação e Pós-Graduação da Faculdade Pitágoras - Unidade Betim.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/6389853071834472>

## **Hendriago Batista da Silva - Capítulo 6**

Doutor em Engenharia de Produção na UFMG na linha de pesquisa Modelagem Estocástica e Simulação. Possui graduação e mestrado em Engenharia de Produção na linha de pesquisa Modelagem Estocástica e Simulação pela Universidade Federal de Minas Gerais em 2011 e 2013. Trabalha na pesquisa de modelos estocásticos de apoio à decisão na área de redes inteligentes no setor de energia elétrica, em especial na área de resposta da demanda, gerenciamento do armazenamento de baterias e previsão de radiação solar para geração fotovoltaica.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/3764192225314924>

## **Neimar Gouvea de Campos - Capítulos 3 e 5**

Mestrado em Finanças (Administração), MBA Gestão Financeira e Controladoria - FGV e Ohio University, Bacharel em Ciências Contábeis- Centro Universitário Newton Paiva. Bacharel em Administração e Graduando em Ciências Econômicas - Faculdade de Estudos Administrativos de Minas Gerais (FEAD). Coordenador dos Cursos de Administração e CST Logística da Faculdade Pitágoras Betim - MG. Professor da Faculdade Pitágoras dos Cursos de Administração, Ciências Contábeis e CST Logística, Professor do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix dos Cursos de Ciências Contábeis e Engenharia de Produção; Professor de MBA da Fundação Getúlio Vargas - RJ e Professor Pós-Graduação da BI - Fundação Getúlio Vargas RJ e Faculdade Pitágoras Betim. Ex-professor de Graduação do CEFET- MG e PUC Minas.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/2142796793330415>



# Sumário

Capítulo 1

## **Pesquisa Operacional e Simulação**

Prof. Alexandre de Cássio Rodrigues e Prof<sup>a</sup> Andressa Amaral de Azevedo

Capítulo 2

## **Gestão de Operações e Logística**

Prof<sup>a</sup> Andressa Amaral de Azevedo e Prof. Tiago Silveira Gontijo

Capítulo 3

## **Custos e Engenharia Econômica**

Prof. Neimar Gouvea de Campos e Prof. Alexandre de Cássio Rodrigues

Capítulo 4

## **Estatística Aplicada e Gestão da Qualidade**

Prof. Tiago Silveira Gontijo e Prof<sup>a</sup> Andressa Amaral de Azevedo

Capítulo 5

## **Engenharia de Sustentabilidade**

Prof<sup>a</sup>. Cintia Rodrigues Lima e Prof Neimar Gouvea de Campos

Capítulo 6

## **Ciclo Básico de Engenharia**

Dr. Hendrigo Batista da Silva e Prof. Tiago Silveira Gontijo

# Introdução

## Enade

### Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

De acordo com a Portaria Inep nº 249, de 02 de junho de 2014 e publicada no Diário Oficial da União em 04 de junho de 2014, o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), parte integrante do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), tem como objetivo geral avaliar o desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares, às habilidades e competências para a atualização permanente e aos conhecimentos sobre a realidade brasileira e mundial, bem como sobre outras áreas do conhecimento.

A presente obra aborda o componente específico da avaliação do curso de Engenharia de Produção, que é composto por um Núcleo de Conteúdos Básicos e um Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes. Questões relativas aos Conhecimentos Gerais não serão discutidas no livro, uma vez que já existe um vasto material publicado a respeito e disponível na *internet*.

Diante do exposto, acredita-se que o livro “Enade Comentado: Engenharia de Produção” possa estimular as instituições de educação superior a: I) formular e implantar políticas e programas de melhoria contínua da qualidade da educação nos cursos de graduação em Engenharia de Produção; II) utilizar as informações para avaliar e aprimorar os projetos pedagógicos de seus cursos, visando à melhoria da qualidade dos cursos de graduação em Engenharia de Produção; III) aprimorar o processo de ensino-aprendizagem e o ambiente acadêmico dos cursos de graduação em Engenharia de Produção, formando profissionais capazes de responder às demandas sociais brasileiras.

Deve-se destacar que, conforme o Art. 5º da já mencionada Portaria nº 249, a prova do Enade, no componente específico da área de Engenharia de Produção, tomará como referência as seguintes competências do profissional de Engenharia de Produção: I - possuir sólida formação nos conteúdos básicos, gerais e profissionalizantes sempre considerando aspectos humanísticos, sociais, éticos,

legais e ambientais; II - atuar de forma crítica e proativa, fazendo uso do método científico na resolução de problemas concretos, modelando situações reais e promovendo abstrações; III - ser capaz de integrar e sintetizar conhecimentos interdisciplinares na análise e resolução de problemas; IV - possuir capacidade de comunicação e liderança no trabalho em equipes multidisciplinares, incluindo situações de inserção internacional; V - considerar aspectos e impactos ambientais e sociais na elaboração de projetos e proposições de soluções técnicas economicamente competitivas; VI - absorver novas tecnologias, inovar e empreender, com criatividade, soluções alternativas de engenharia em prol da sociedade. Por fim, destaca-se que os capítulos da obra foram organizados de tal forma a cobrir as áreas chave para a Engenharia de Produção, conforme delimita o Ministério da Educação, a saber:

- Engenharia de operações e processos da produção;
- Cadeia de suprimentos;
- Pesquisa operacional;
- Engenharia da qualidade;
- Engenharia do produto;
- Engenharia organizacional;
- Engenharia econômica;
- Engenharia do trabalho;
- Engenharia da sustentabilidade.

## **Objetivos do livro**

- Ser uma obra gratuita e de referência para o Enade
- Treinar as habilidades necessárias para o Exame
- Preparar candidatos para concursos públicos

## **Observações importantes**

As questões apresentadas no livro foram extraídas das provas de Engenharia de Produção do Enade, referente aos anos de 2008, 2011 e 2014. Destaca-se que questões complementares e dentro do escopo da Engenharia de Produção também foram retiradas de outras avaliações, como a dos cursos de Administração, Ciências Contábeis, Ciências Econômicas, Engenharias e cursos Tecnólogos com afinidade aos temas abordados em cada um dos capítulos do presente livro.

# Capítulo 1:

## Pesquisa Operacional e Simulação

Prof. Alexandre de Cássio Rodrigues e Prof<sup>a</sup> Andressa Amaral de Azevedo

### Enade 2008 – Engenharia de Produção

#### Tema do exercício: Minimização

**Resumo:** Conforme a Engenharia de Produção, otimizar significa encontrar a melhor solução dentre todas as soluções viáveis. O problema de otimização pode ser dividido em duas categorias dependendo se as variáveis são contínuas ou discretas. Um problema de otimização com variáveis discretas é conhecido como um problema de otimização combinatória. Em um problema de otimização combinatória, procuramos por um objeto como um inteiro, uma permutação ou grafo finito (ou possivelmente enumerável). No tocante a um problema de otimização com variáveis contínuas, podemos definir que, para o caso da minimização, o problema é dado por:

Função Objetivo: Minimizar  $f(x)$

Sujeito às seguintes restrições:

- $W_1(x) < 0, i = 1, \dots, p$
- $W_2(x) = 0, i = 1, \dots, q$

onde

- $f(x)$ : é a função objetiva para ser minimizada em relação a variável  $x$
- $W_1(x) < 0$  é o conjunto das restrições de desigualdade, e
- $W_2(x) = 0$  é o conjunto das restrições de igualdade.

#### Questão 27

O gerente de planejamento e controle da produção de uma empresa de suco concentrado de laranja precisa decidir a mistura de matérias-primas (lotes de sucos primários) para atender a um pedido de um importador europeu. Esse pedido inclui dois tipos de produto final – sucos N (normal) e E (europeu fino) – que diferem entre si pela concentração mínima de açúcar e teor máximo de acidez, conforme apresentado na tabela I abaixo. As quantidades de cada tipo foram definidas pela área de vendas, e precisam ser respeitadas. Para atender ao pedido, o gerente dispõe hoje, nos tanques da fábrica, de apenas dois tipos de suco primário – G (Grande Lima) e P (Pera) -, cujos custos, concentração mínima de açúcar e teor máximo de acidez estão apresentados na Tabela II a seguir.

Tabela I

Tipo de produto final	Venda realizada (tambores)	Concentração mínima de açúcar (g/l)	Teor máximo de acidez (%)
N (normal)	2000	60	2
E (europeu fino)	1000	80	1

Tabela II

Tipo de suco primário	Custo (US\$/tambor)	Concentração mínima de açúcar (g/l)	Teor máximo de acidez (%)
G (Grande Lima)	100	90	0,5
P (Pera)	60	60	3,0

Os custos de fabricação do produto final a partir do suco primário são idênticos, não importando o tipo de suco. Para produzir um tambor de produto final, é necessário um tambor de suco primário. Para definir a quantidade de cada tipo de suco primário que a indústria deve usar na mistura, o gerente montou um modelo de programação linear, denominado “problema da mistura” (*blending problem*), descrito a seguir.

Variáveis de decisão:  $X_{ij}$  – quantidade (em tambores) de suco primário do tipo  $i$  para produzir o produto final  $j$  ( $i = G, P; j = N, E$ ).

Minimizar

$$C(X_{ij}) = 100(X_{GN} + X_{GE}) + 60(X_{PN} + X_{PE}) \quad (1)$$

Sujeito às seguintes restrições:

$$X_{GN} + X_{PN} = 2000 \quad (2)$$

$$X_{GE} + X_{PE} = 1000 \quad (3)$$

$$90X_{GN} + 60X_{PN} \geq 60(X_{GN} + X_{PN}) \quad (4)$$

$$90X_{GE} + 60X_{PE} \geq 80(X_{GE} + X_{PE}) \quad (5)$$

$$0,005X_{GN} + 0,03X_{PN} \leq 0,02(X_{GN} + X_{PN}) \quad (6)$$

$$0,005X_{GE} + 0,03X_{PE} \leq 0,01(X_{GE} + X_{PE}) \quad (7)$$

$$X_{GN}, X_{GE}, X_{PN}, X_{PE} \geq 0 \quad (8)$$

Considerando as informações apresentadas, as equações de (2) a (8) e o conjunto de equações (8), julgue os próximos itens:

- I. A equação (1) representa a função objetivo do modelo e significa que se deseja minimizar o custo total de matéria-prima para se atender a demanda do pedido.
- II. As equações (2) e (3) significam que as demandas por cada tipo de produto acabado serão plenamente atendidas.
- III. A equação (5) representa a restrição de mistura para o produto tipo europeu fino, que deve ter concentração de açúcar de, no máximo, 80.
- IV. A equação (6) representa a restrição de mistura para o produto tipo normal, que deve ter teor de mistura de acidez de, no máximo, 2%;
- V. A equação (7) representa a restrição de mistura para o produto tipo normal, que deve ter teor de acidez, de no mínimo, 1%.

Estão certos apenas os itens

- A. I, II e III
- B. I, II e IV
- C. I, III e V
- D. II, IV e V
- E. III, IV e V

### Resolução

Analisemos primeiramente a informação I. De fato, a equação (1) representa a função objetivo do modelo, cujo propósito é minimizar o custo total de matéria-prima para se atender a demanda do pedido. Note que a primeira parcela de (1) representa o custo total do suco primário de Grande Lima e que a segunda parcela representa o custo total do suco primário de Pera para produzir os sucos do tipo normal e europeu. Portanto, a informação I é verdadeira, o que implica que as alternativas D e E são falsas.

A informação II diz que as equações (2) e (3) significam que as demandas por cada tipo de produto acabado serão plenamente atendidas. Realmente ao se somar a quantidade (em tambores) de suco primário do tipo Grande Lima para produzir o produto final Normal à quantidade (em tambores) de suco primário do tipo Pera para produzir o produto final Normal, tem-se a quantidade produzida do produto do tipo Normal (2000). Raciocínio análogo pode ser adotado na equação (3), que trata do caso do produto do tipo europeu fino. Logo, a informação II é verdadeira, o que implica que a alternativa C é falsa.

A informação III diz que a equação (5) representa a restrição de mistura para o produto tipo europeu fino, que deve ter concentração de açúcar de, no máximo, 80. Ora, mas a tabela 1 exige que para o produto tipo europeu fino, a concentração de açúcar deve ser de, no **mínimo**, 80, que é representado na equação (5). Assim, a informação é falsa, o que implica que a letra A também o é. Então, por exclusão, tem-se que a alternativa correta é a letra B.

### Gabarito:

Alternativa (B).

## Enade 2011 – Engenharia de Produção

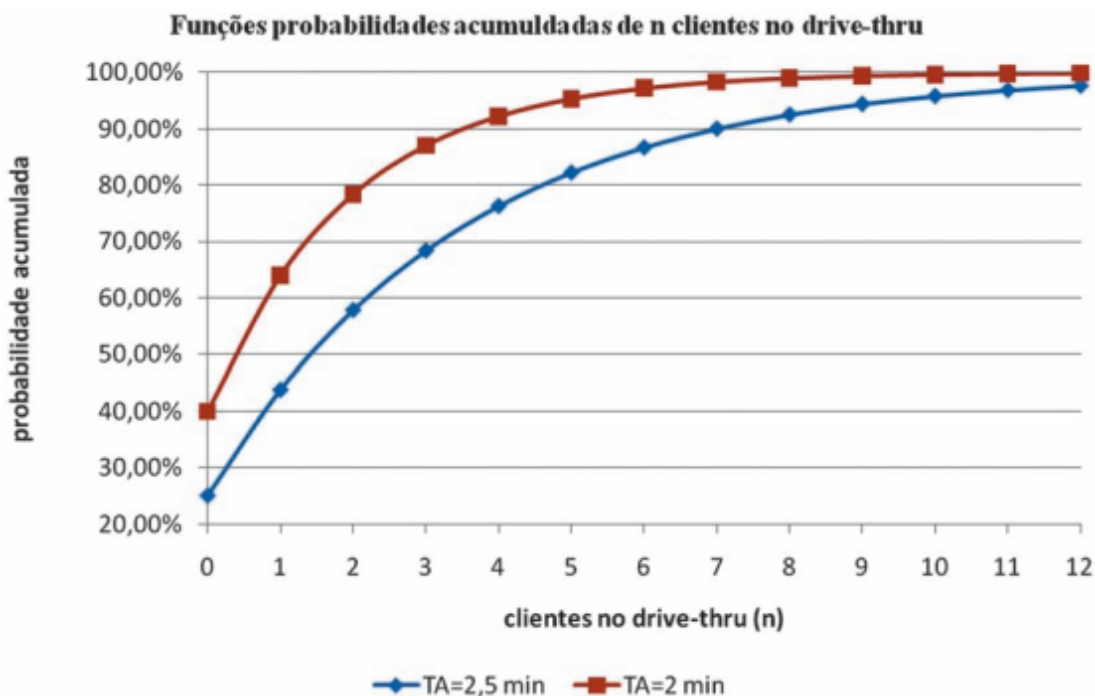
### Tema do exercício: Teoria das Filas

**Resumo:** A teoria da filas constitui um importante ramo da probabilidade que investiga a formação de filas, mediante os princípios da modelagem matemática. De posse de algumas características mensuráveis das filas, a presente teoria provê modelos com o objetivo de demonstrar previamente o comportamento de um sistema que ofereça serviços cuja demanda cresce aleatoriamente, tornando possível dimensioná-lo de forma a satisfazer os clientes e ser viável economicamente para o provedor do serviço, mitigando assim, desperdícios e gargalos.

### Questão 16

Uma rede de *fast-food* 24h definiu a seguinte estratégia de venda para seu serviço de *drive-thru*: “se você encontrar mais que três clientes no sistema (fila + atendimento) receberá uma sobremesa como cortesia”. O custo desta política é de R\$ 2,00 por cliente vitimado. Na condição atual, os clientes chegam aleatoriamente segundo um processo de Poisson a uma taxa de 18 por hora. O atendimento é realizado por um único empregado e segue uma distribuição exponencial com média de 2,5 minutos. Contudo, o gerente estima que conseguirá por meio de melhorias no processo de montagem dos pedidos, reduzir o tempo de médio de atendimento para 2,0 minutos.

O gráfico abaixo apresenta as funções probabilidades acumuladas de haver  $n$  clientes no *drive-thru* (fila + atendimento) para dois tempos médios de atendimento (TA), em minutos:



Com base na análise dos dados apresentados, conclui-se que:

- A. O custo médio da estratégia atual da empresa pode ser obtido por  $CME = 18 \text{ clientes/h} \times 24\text{h/dia} \times 2 \text{ (R\$ cliente vitimado)} \times p$ , para  $n \geq 3$ .
- B. É melhor para a empresa modificar a estratégia para que o cliente não encontre mais de quatro clientes no sistema, mantendo seu tempo médio de atendimento em 2,5 min do que apenas reduzir seu tempo médio de atendimento para 2 min, mantendo a estratégia atual.
- C. A estratégia “se você encontrar mais que três clientes no sistema (fila + atendimento) receberá uma sobremesa como cortesia” equivale à estratégia “se você encontrar mais que dois clientes em fila, aguardando atendimento, receberá uma sobremesa como cortesia”.
- D. A probabilidade de haver mais de quatro clientes em fila, para um médio de atendimento de 2 min, é 7,78%.
- E. O *drive-thru* não trabalha em condição de equilíbrio, o que inviabiliza a adoção de outra estratégia de atendimento dos clientes.

### Resolução

Embora o enunciado possa dar a entender que a questão é difícil, a resolução dela envolve um conceito simples de teoria das filas: número de clientes no sistema. Note que havendo apenas um servidor, se houver  $n$  clientes na fila, então haverá  $n+1$  clientes no sistema, já que um deles estará em atendimento. Então, a estratégia “se você encontrar mais que três clientes no sistema (fila + atendimento) receberá uma sobremesa como cortesia” equivale à estratégia “se você encontrar mais que dois clientes em fila, aguardando atendimento, receberá uma sobremesa como cortesia”. Afinal, se houver mais que dois clientes na fila, seguramente, haverá mais que três clientes no sistema. Portanto, a alternativa correta é a letra C.

### Gabarito:

Alternativa (C).

### Enade 2011 – Engenharia de Produção

#### Tema do exercício: Processos Markovianos

**Resumo:** Um processo de Markov é um processo estocástico em que a probabilidade de o sistema estar no estado  $i$  no período  $(n+1)$  depende somente do estado em que o sistema está no período  $n$ . Ou seja, para os processos de Markov, só interessa o estado imediato. Os principais elementos de um processo de Markov são dois, a saber:

- i) a probabilidade  $X_i(n)$  de ocorrer o estado  $i$  no  $n$ -ésimo período de tempo, ou, alternativamente, a fração da população em questão que está no estado  $i$  no  $n$ -ésimo período de tempo
- ii) as probabilidades de transição  $m_{ij}$ , que representam as probabilidades de o processo estar no estado  $i$  no tempo  $(n+1)$  dado que está no estado  $j$  no tempo  $n$ . Estas probabilidades de transição são normalmente agrupadas numa matriz, que denominamos matriz de transição, matriz estocástica ou ainda matriz de Markov.



**Questão 15**

A qualidade dos serviços apresenta suas peculiaridades em relação à qualidade dos bens. Clientes insatisfeitos com prestadores de serviços essenciais podem usufruir da portabilidade (opção de troca imediata de empresa levando algumas especificidades do serviço previamente contratado), quando houver outras opções de fornecedores. Quanto às empresas de planos de saúde, existe uma regra que amplia a portabilidade para os beneficiários, que poderão mudar de plano de saúde sem cumprimento de novos prazos de carência.

Preocupado com inúmeras saídas de seus clientes, o gerente de uma das três empresas de plano de saúde de uma cidade encomendou uma pesquisa de satisfação com clientes sobre a intenção de trocar o prestador de serviço. Como resultado da pesquisa, obteve:

- Dos 1000 clientes da empresa A, 50 não a trocariam, 450 mudariam para a empresa B e 500 para empresa C;
- Dos 1000 clientes da empresa B, 400 não a trocariam, 100 mudariam para a empresa A e 500 para empresa C;
- Dos 1000 clientes da empresa C, 500 não a trocariam, 100 mudariam para a empresa A e 400 para a empresa B.

Considerando estável a população de clientes, e se nada for feito pelas empresas de plano de saúde, a tendência é que A fique com média aproximada de 286 clientes, a empresa B fique com média aproximada de 1214 clientes e C com média aproximada de 1500 clientes. Nessa situação, avalie as asserções a seguir.

A situação apresentada é estocástica, regida por um processo Markoviano com estados exaustivos e mutuamente exclusivos

**PORQUE**

As probabilidades de transição entre os estados podem ser representadas pela notação matricial  $P$  e as condições finais  $a^{(n)}$  (número de clientes em cada empresa) após  $n$  transações ( $n > 0$ ) podem ser obtidas pela equação

$$a^{(n)} = a^{(0)} P^n$$

em que  $a^{(0)}$  representa as condições iniciais (número de clientes em cada empresa) e

$$P = \begin{pmatrix} 0,05 & 0,45 & 0,50 \\ 0,10 & 0,40 & 0,50 \\ 0,10 & 0,40 & 0,50 \end{pmatrix}$$

Acerca dessas asserções, assinale a opção correta:

- A. As duas asserções são proposições verdadeiras e a segunda é uma justificativa correta da primeira.
- B. As duas asserções são proposições verdadeiras, mas a segunda não é uma justificativa correta da primeira.
- C. A primeira asserção é uma proposição verdadeira e a segunda, uma proposição falsa.
- D. A primeira asserção é uma proposição falsa e a segunda, uma proposição verdadeira.
- E. Tanto a primeira quanto a segunda asserções são proposições falsas.

### Resolução

Analisemos a primeira asserção. De fato, a transição dos clientes entre os estados, isto é, as mudanças entre empresas de planos de saúde, é um processo Markoviano, já que o estado futuro depende apenas do estado presente. Além disso, os estados são mutuamente exclusivos, pois dado que o cliente optou por uma empresa, de acordo com o enunciado, ele não poderá ser cliente de outra, simultaneamente. Logo, a asserção é verdadeira, o que implica que as opções D e E são falsas.

A expressão de  $a^{(n)}$  decorre da própria definição de processos Markovianos. Tem-se ainda que P está corretamente representada, pois representa a probabilidade de um mudança de um estado para outro. Por exemplo, a primeira linha de P informa que a probabilidade de um cliente da empresa A permanecer com ela é de 5%, de mudar para a empresa B 45% e de mudar para a empresa C 50%, resultados que são coerentes com o que foi dito no enunciado. Portanto, a segunda asserção é verdadeira e uma justificativa correta da primeira, o que implica que a opção correta é a letra A.

### Gabarito:

Alternativa (A).

## Enade 2011 – Engenharia de Produção

### Tema do exercício: Simulação de Eventos Discretos

**Resumo:** A simulação de eventos discretos objetiva modelar a operação de um sistema como uma sequência de eventos discretos no tempo. Cada evento ocorre em um determinado instante de tempo e marca uma mudança de estado no sistema.

### Questão 20

Um trecho de 45 km de uma rodovia apresenta alto índice de acidentes, com ocorrências definidas da seguinte forma:

- 50% dos acidentes ocorrem uniformemente entre o km 0 e km 15;
- 20% dos acidentes ocorrem uniformemente entre o km 15 e km 30;
- 30% dos acidentes ocorrem uniformemente entre o km 30 e o km 45.

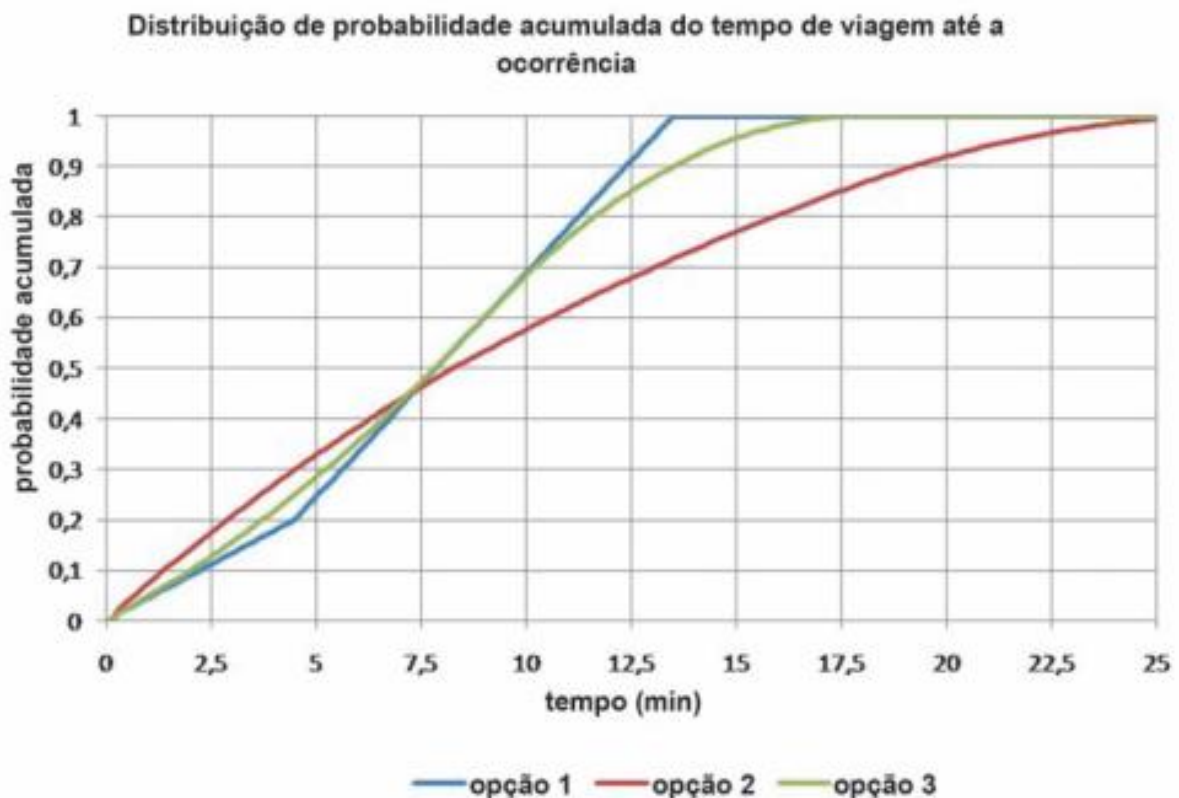
A equipe de resgate conta com uma única viatura para atendimento de emergência e uma base sediada no meio do trecho. O grupo busca definir a opção que melhor atende a maior parte das ocorrências em até cinco minutos – tempo considerado decisivo entre a vida e a morte para vítimas graves -, e estabeleceu as seguintes opções:

Opção 1: viatura permanece na base aguardando chamados de ocorrências.

Opção 2: viatura transita por toda a extensão do trecho, aguardando chamados de ocorrências.

Opção 3: viatura transita em um raio de 22,5 km da base, aguardando chamados de ocorrências.

Os custos operacionais das 3 opções não são considerados relevantes quando o assunto é salvar vidas. O gráfico a seguir, resultado de simulações de Monte Carlo, apresenta as funções de probabilidade acumuladas do tempo de viagem até as ocorrências para as três opções, considerando-se a velocidade média igual a 100 km/h.



A partir dessas informações, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

A opção 1 é a melhor para atender as vítimas de acidentes graves

PORQUE

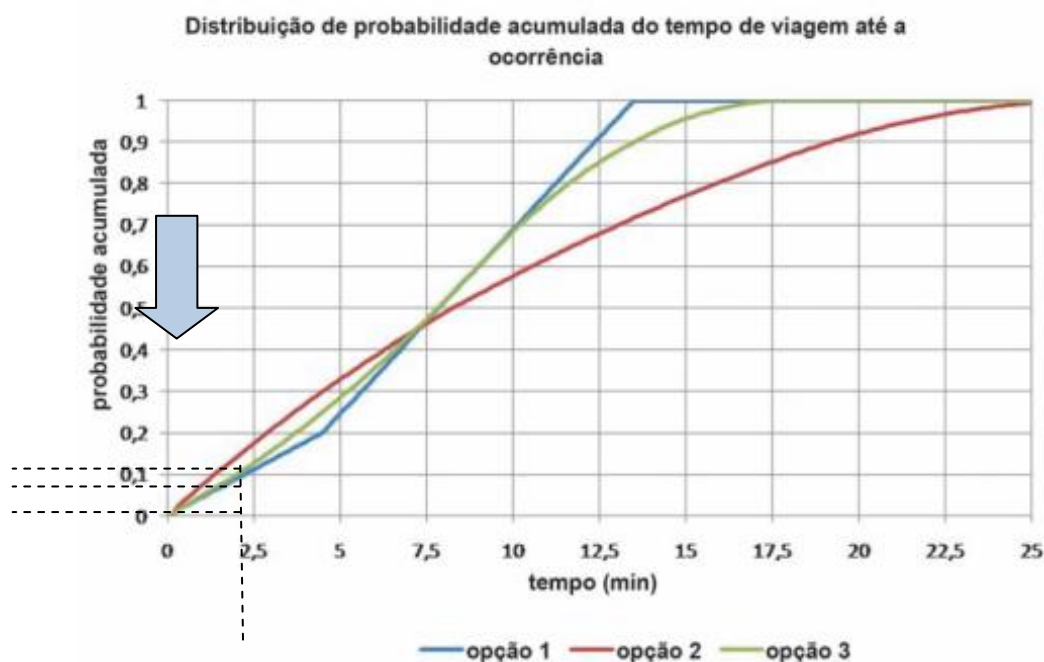
O tempo de viagem da viatura até o local do acidente é menor que 15 minutos na opção 1.

Acerca dessas asserções, assinale a opção correta:

- A. As duas asserções são proposições verdadeiras e a segunda é uma justificativa correta da primeira.
- B. As duas asserções são proposições verdadeiras, mas a segunda não é uma justificativa correta da primeira.
- C. A primeira asserção é uma proposição verdadeira e a segunda, uma proposição falsa.
- D. A primeira asserção é uma proposição falsa e a segunda, uma proposição verdadeira.
- E. Tanto a primeira quanto a segunda asserções são proposições falsas.

### Resolução

Analisemos a primeira proposição “A opção 1 é a melhor para atender as vítimas de acidentes graves”. Segundo o enunciado, a melhor opção é aquela que “melhor atende a maior parte das ocorrências em até cinco minutos”. Assim, de acordo o gráfico a seguir, as melhores opções são, nessa ordem, a segunda, a terceira e primeira, já que oferecem maior probabilidade de atender uma ocorrência em até cinco minutos. Então, a primeira proposição é falsa, a resposta correta é D ou E.



A segunda proposição afirma que o tempo de viagem da viatura até o local do acidente é menor que 15 minutos na opção 1. De fato, observando-se o gráfico, conclui-se que, diante da opção 1, o tempo máximo que a viatura demorará para chegar até o local do acidente será pouco maior que 12,5 e seguramente menor que 15 minutos. Portanto, a segunda proposição é verdadeira, de tal modo que alternativa correta é a letra D.

### Gabarito:

Alternativa (D).

**Enade 2014 – Engenharia de Produção****Tema do exercício: Função Lucro**

**Resumo:** Problemas de otimização frequentemente estão associados a algumas funções, como é o caso da função custo, função receita e função lucro. O estudo sistemático da supracitada classe de funções está relacionado a problemas que envolvem relações entre grandezas e sua aplicabilidade abrange inúmeras áreas. Deve-se destacar, que a função custo, função receita e a função lucro estão relacionadas aos fundamentos administrativos de qualquer empresa.

**Questão 19**

Uma fábrica produz dois refrigerantes: A e B. Para produzi-los, utilizam-se vários recursos, entre os quais os extratos e a água são os mais limitantes, devido a problemas ecológicos.

Para produzir um litro de refrigerante A, o processo envolve a dissolução de um pacote de extrato (denominado Delta) em um litro de água, além de outros recursos que não são limitantes.

Já a produção de um litro de refrigerante B, além da dissolução de um pacote de extrato (denominado Gama) em um litro de água, exige mais um litro de água para o processo de arrefecimento, além de outros recursos que não são limitantes.

Sabe-se que:

- a) O lucro gerado por litro de A é R\$ 5, enquanto que o lucro por litro de B é R\$ 2.
- b) O fornecedor de extratos só consegue entregar 3000 pacotes de extrato Delta e 4000 pacotes Gama, semanalmente.
- c) Há um fator ambiental limitante de 9000 litros de água por semana.

Denominando de  $X_1$  a quantidade de litros de refrigerante A e, de  $X_2$ , a quantidade de refrigerante B a serem produzidos, qual deverá ser o plano de produção semanal viável para gerar o maior lucro a essa fábrica, dentro das condições apresentadas?

- A.  $X_1 = 0$ ;  $X_2 = 0$
- B.  $X_1 = 0$ ;  $X_2 = 4000$
- C.  $X_1 = 3000$  e  $X_2 = 4000$
- D.  $X_1 = 3000$  e  $X_2 = 3000$
- E.  $X_1 = 1000$  e  $X_2 = 4000$

**Resolução**

A Tabela a seguir resume os principais dados do problema:

	Água (l)	Extrato Delta (pacote)	Extrato Gama (pacote)	Lucro unitário (R\$)
Refrigerante A (X1)	1	1	0	5
Refrigerante B (X2)	2	0	1	2
Quantidade disponível	9000	3000	4000	

Adiante são mostrados as quantidades de matérias-primas necessários e o lucro obtido para cada um dos planos de produção descritos nas alternativas. Note que a alternativa C não é viável, pois para se produzir 3000 unidades de X1 e 4000 unidades de X2 seriam necessários 11000 litros de água, mas somente 9000 litros estão disponíveis. Todos os demais planos de produção são viáveis, sendo que, a opção que propicia o maior lucro é dada pela alternativa D.

Alternativa	X1	X2	Água	Delta	Gama	Lucro
A	0	0	0	0	0	0
B	0	4000	8000	0	4000	12000
C	3000	4000	<b>11000</b>	3000	4000	27000
D	3000	3000	9000	3000	3000	24000
E	1000	4000	9000	1000	4000	17000

**Gabarito:**

Alternativa (D).

**Enade 2005 – Engenharia de Produção****Tema do exercício: Função Lucro**

**Resumo:** Problemas de otimização frequentemente estão associados a algumas funções, como é o caso da função custo, função receita e função lucro. O estudo sistemático da supracitada classe de funções está relacionado a problemas que envolvem relações entre grandezas e sua aplicabilidade, o que abrange inúmeras áreas. Deve-se destacar, que a função custo, função receita e a função lucro estão relacionadas aos fundamentos administrativos de qualquer empresa.

**Questão 35**

Uma pequena empresa fabrica apenas os produtos X e Y, em uma única máquina, que funciona durante 40 horas por semana. O gerente decidiu rever seu *mix* de produção (quantidade fabricada de cada produto) porque tinha a sensação de estar fazendo algo errado e achava que poderia, de alguma maneira, aumentar seu lucro. Para isso, pediu ajuda a um engenheiro de produção, que fez diversas entrevistas e resumiu os dados adicionais, relevantes para o problema, na tabela abaixo.

Produto	X	Y
Tempo de produção (hora/unidade)	1	0,2
Demanda (unidades/semana)	50	100
Margem de contribuição para o lucro (R\$/unidade)	80	40

O gerente explicou ao engenheiro que havia adotado o *mix* de produção atual porque acreditava ser mais interessante fabricar e vender o máximo possível do produto de maior margem de contribuição para o lucro e usar o resto da capacidade para produzir e vender o máximo possível do outro produto de menor margem de contribuição. O engenheiro explicou ao gerente que essa hipótese poderia levar a um mau resultado e que seria necessário examinar melhor os “gargalos de lucro”, ou seja, as restrições que poderiam efetivamente estar limitando o lucro.

Com base exclusivamente na situação acima, faça o que se pede nos itens a seguir, explicando os cálculos necessários:

- Quais são as restrições ou gargalos que limitam o lucro total semanal?
- Formule o problema de otimização do lucro usando um modelo de programação linear.

### Resolução

**a)** Analisando-se o enunciado observa-se que o tempo de funcionamento da máquina (40h) limita a capacidade produtiva dela e, conseqüentemente, o lucro total semanal. Além dessa restrição, o lucro total é limitado pelas demandas semanais de X (50) e Y (100).

**b)** A formulação do problema de otimização do lucro usando um modelo de programação linear requer que sejam especificadas as variáveis de decisão, a função objetivo e as restrições.

Sendo assim, sejam as seguintes variáveis de decisão:

**X:** quantidade semanal a ser fabricada do produto X;

**Y:** quantidade semanal a ser fabricada do produto Y;

Considerando-se as margens de contribuição para o lucro de X e Y, mostradas na tabela, e que tem-se a intenção de maximizar o lucro total semanal (Z), então a função objetivo será dada por  $\max Z = 80X + 40Y$ .

As restrições apontadas em a) podem ser escritas, respectivamente, como sendo:  $1X + 0,2Y \leq 40$ ,  $X \leq 50$  e  $Y \leq 100$ . Adicionalmente deve-se considerar as condições de não-negatividade, isto é,  $X, Y \geq 0$ .

# Capítulo 2:

## Gestão de Operações e Logística

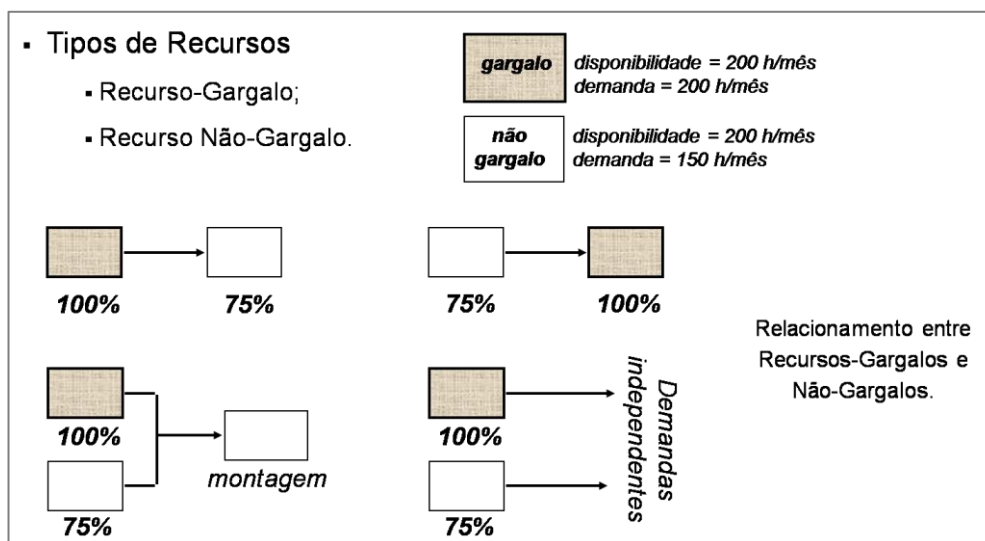
Profª Andressa Amaral de Azevedo e Prof. Tiago Silveira Gontijo

### Enade 2014 – Engenharia de Produção

#### Tema do exercício: OPT (*Optimized Production Technology*)

**Resumo:** Constitui um sistema de programação da produção com capacidade finita. Apesar do nome pelo qual a técnica ficou conhecida sugerir que se trata de um método otimizante no sentido científico do termo, nada garante que, através da aplicação do OPT, atinjam-se soluções ótimas. Segundo o OPT, para a empresa ganhar mais dinheiro (objetivo básico), é necessário que, no nível da fábrica, aumente-se o *fluxo* e simultaneamente se reduzam o *estoque* e as despesas operacionais.

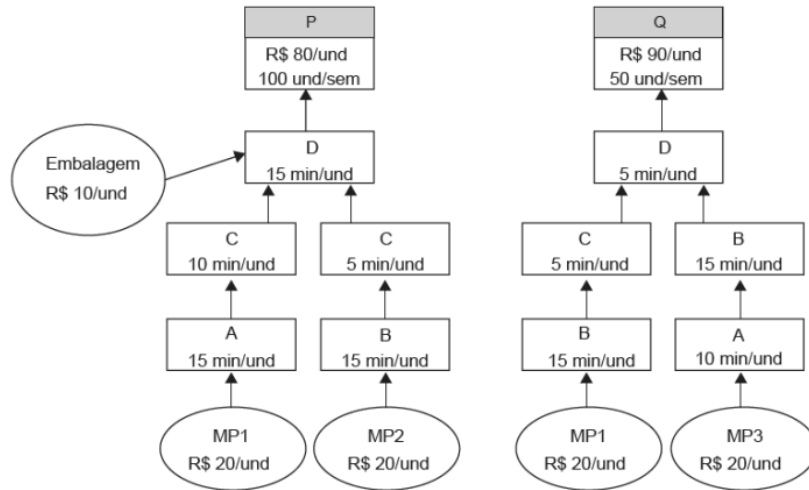
Figura 1 – Programação da Produção por Lógica de Gargalos



#### Questão 24

A Figura abaixo ilustra um sistema produtivo que opera na produção de dois tipos de produtos: P e Q. Os preços de venda líquidos de P e Q são, respectivamente, de R\$80,00 e R\$90,00 por unidade. A demanda semanal do produto P é de 100 unidades e a demanda do produto Q é de 50 unidades. Existem quatro centros de trabalho (ou recursos) no sistema produtivo: A, B, C e D. Cada centro de trabalho possui capacidade máxima de processamento igual a 2400 minutos por semana (8 h x 60 min x 5 dias). A figura identificada, ainda, (i) o tempo, em minutos (min), requerido em cada centro de trabalho para realizar a operação específica necessária para a produção de cada unidade (und) dos produtos finais; e (ii) as matérias-primas (MP e embalagem) utilizadas nos produtos, com os respectivos custos de aquisição.





GOLDRATT, E. M. A síndrome do palheiro: garimpendo informação num oceano de dados. 2 ed. São Paulo: Educator, 1992 (adaptado).

Considerando as informações apresentadas, é correto afirmar que o mix de produtos semanal que maximiza economicamente a utilização da capacidade do sistema produtivo é composto por:

- (A) 100 unidades do produto P e 30 unidades do produto Q.
- (B) 100 unidades do produto P e 50 unidades do produto Q.
- (C) 100 unidades do produto P e 100 unidades do produto Q.
- (D) 75 unidades do produto P e 75 unidades do produto Q.
- (E) 60 unidades do produto P e 50 unidades do produto Q.

**Resolução**

**Informações relevantes do enunciado:**

**Tabela 1** – Informações apresentadas no enunciado do problema

Capacidade Semanal (min):	2400	-
Custo da MP1 (R\$ / und):	20	P, Q
Custo da MP2 (R\$ / und):	20	P
Custo da Embalagem (R\$ / und):	10	P
Custo da MP3 (R\$ / und):	20	Q

**Quadro 1** – Representação do problema

Produto	Recursos Limitantes	Tempo (min)	Máxima Produção	Máxima Demanda	Tempo utilizado no recurso limitante (min / sem)	Custo unitário	Preço unitário	Lucro Unitário
P	A	15	0	100	1500	50	80	30
	B	15						
	D	15						
Q	B	30	0	50	1500	40	90	50

Das cinco opções, três já serão automaticamente descartadas:

Letra **(B)** é falsa porque não é possível produzir 100 unidades do produto P e 50 unidades do produto Q, uma vez que demandaria 3000 minutos por semana (600 minutos a mais que a capacidade do recurso limitante).

Letra **(C)** é falsa porque não é viável produzir 100 unidades do produto Q, uma vez que demanda semanal é de apenas 50 unidades.

Letra **(D)** é falsa porque não é viável produzir 75 unidades do produto Q, uma vez que demanda semanal é de apenas 50 unidades.

Das 2 opções viáveis que restaram, temos:

Letra **(A)**

Lucro do Produto P: R\$ 30,00 x 100 unidades = R\$ 3.000,00 / semana

Lucro do Produto Q: R\$ 50,00 x 30 unidades = R\$ 1.500,00 / semana

Lucro Total: R\$ 4.500,00 / semana

Letra **(E)**

Lucro do Produto P: R\$ 30,00 x 60 unidades = R\$ 1.800,00 / semana

Lucro do Produto Q: R\$ 50,00 x 50 unidades = R\$ 2.500,00 / semana

Lucro Total: R\$ 4.300,00 / semana

Assim, o lucro máximo é obtido quando se produz 100 unidades de P e 30 unidades de Q.

**Gabarito:**

Alternativa **(A)**.

## **Enade 2015 – Administração**

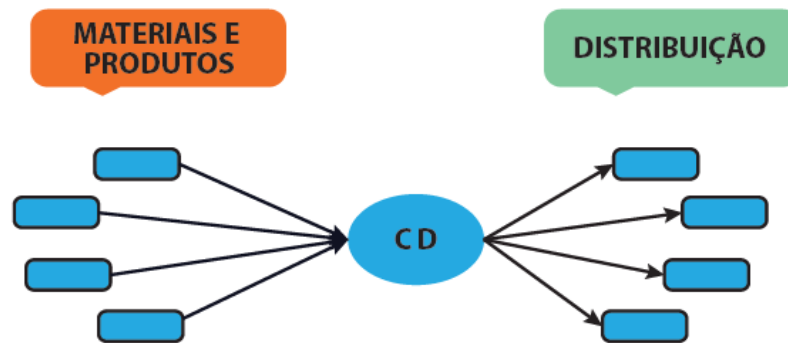
### **Tema do exercício: Logística de Distribuição**

**Resumo:** A distribuição é um dos processos da logística, que fica responsável pela administração dos materiais e transporte, desde a saída do produto da linha de produção até o destino final, ou seja, nas mãos do consumidor.

### **Questão 18**

Uma rede de transporte admite diferentes formatações com a utilização de diversos modais. Essas formatações têm por objetivo a diminuição de custos, a otimização e o aumento da eficiência na distribuição. Um dos processos utilizados pelas empresas é o agrupamento de cargas de vários fornecedores ou de um fabricante, em um Centro de Distribuição (CD), como apresenta o esquema a seguir. As cargas chegam consolidadas aos CDs, são descarregadas, desconsolidadas, reagrupadas, separadas por pedidos e carregadas em vários caminhões, que seguem para vários destinos. Esse proce-

dimento elimina, em muitos casos, processos desnecessários de armazenagem e de movimentação de produtos.



Essa operação logística é conhecida como

- (A) cross docking
- (B) multimodal
- (C) intermodal
- (D) unimodal
- (E) milk run

### Resolução

Avaliação das opções:

Letras **(B)** e **(C)** são falsas. A multimodalidade e a intermodalidade são operações que se realizam pela utilização de mais de um modal de transporte. Isto quer dizer transportar uma mercadoria do seu ponto de origem até a entrega no destino final por modalidades diferentes. Porém, nada é mencionado em relação à estratégia de armazenamento.

Letra **(D)** é falsa porque se refere à estratégia de transporte com apenas *um* modal, sem mencionar o CD.

Letra **(E)** é falsa porque *milk run* é um sistema de coletas programadas de materiais, que utiliza um único equipamento de transporte, normalmente de algum operador logístico, para realizar as coletas em um ou mais fornecedores e entregar os materiais no destino final, sempre em horários pré-estabelecidos.

Já no *cross docking*, a mercadoria é recebida do fabricante em um centro de distribuição. Porém o tempo de permanência neste CD é de apenas algumas horas.

### Gabarito:

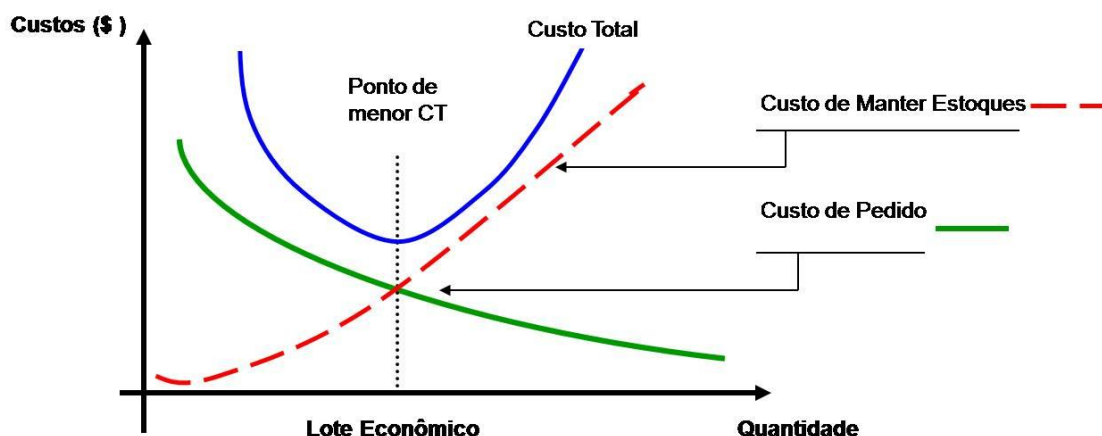
Alternativa **(A)**.

## Enade 2011 – Engenharias de Produção

### Tema do exercício: Lote Econômico de Compra

**Resumo:** A determinação do tamanho do lote econômico é obtida através da análise dos custos que estão envolvidos no sistema de reposição e de armazenagem dos itens: custos do pedido e custos de manutenção dos estoques. O melhor lote econômico é aquele que consegue minimizar os custos totais

Figura 1 – Lote Econômico de Compra



### Questão 9

Uma empresa fabrica produtos de limpeza doméstica biodegradáveis e está revendo sua política de gestão de estoques para a linha principal de produtos devido aos altos custos incorridos com a manutenção dos estoques de matérias-primas. Para a linha de detergentes, a empresa decidiu seguir uma política de revisão contínua, em que o estoque será continuamente acompanhado e um pedido para um lote ótimo de compra será feito quando o estoque cair a determinado nível. O tamanho ótimo do lote é obtido pela equação:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}}$$

em que D é a demanda do produto por unidade de tempo, S é o custo fixo por pedido e H é o custo de manter uma unidade do produto no estoque por um período de tempo especificado.

Uma das principais matérias-primas utilizadas nos detergentes biodegradáveis é o Alquilbenzeno Sulfonato Linear (LAS), comprado de um único fornecedor. A linha de produção dos detergentes opera o ano todo e a utilização mensal do LAS é de 75 toneladas. A empresa incorre em um custo fixo de R\$ 50,00 para a preparação do pedido; o transporte e o recebimento do produto ocorrem toda vez em que um pedido é feito ao fornecedor, independentemente da quantidade solicitada. A empresa calcula que cada tonelada do LAS custa R\$ 1,00 ao ano para a manutenção em estoque.

Nessa situação, qual o tamanho ótimo de lote de Alquilbenzeno Sulfonato Linear (LAS), em toneladas, que a empresa deverá indicar em cada pedido de compra ao seu fornecedor?

- (A) 10,0
- (B) 75,0
- (C) 86,6
- (D) 300,0
- (E) 900,0

### Resolução

#### Informações relevantes do enunciado:

Tabela X – Informações apresentadas no enunciado do problema

<b>Demanda (toneladas por mês)</b>	D	75
<b>Custo do Pedido (reais por pedido)</b>	S	50
<b>Custo de Armazenagem (reais por ton, por ano)</b>	H	1

Assim, o lote econômico de compra pode ser obtido através da equação apresentada no enunciado:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 75 \left(\frac{\text{Ton}}{\text{mês}}\right) \times \left(\frac{12 \text{ meses}}{\text{ano}}\right) \times 50 (\text{R\$})}{1 \left(\frac{\text{R\$}}{\text{ano}}\right)}} = \sqrt{\frac{2 \times 75 \times 12 \times 50}{1}} = \sqrt{90.000} = 300$$

Conclui-se, então, que o tamanho ótimo de lote de Alquilbenzeno Sulfonato Linear (LAS), em toneladas, que a empresa deverá indicar em cada pedido de compra ao seu fornecedor é de 300 unidades.

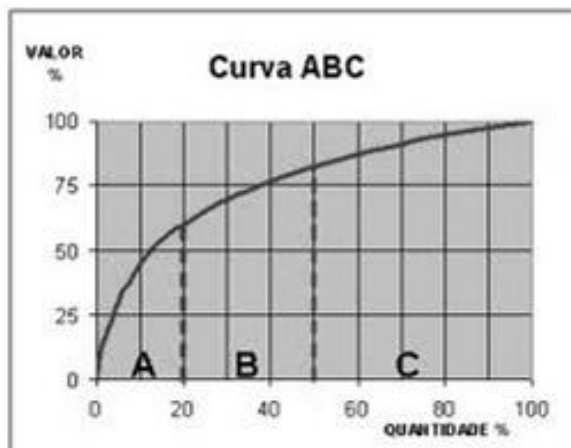
#### Gabarito:

Alternativa (D).

**Enade 2015 – Administração****Tema do exercício: Gestão de Estoque**

**Resumo:** A classificação ABC é um método de diferenciação dos estoques. Este método tem como objetivo mostrar quais os itens mais importantes na cadeia de suprimentos da organização e que, por consequência, precisam receber um tratamento diferenciado em relação aos demais.

**Figura 1** – Representação esquemática da Curva ABC

**Questão 31**

No método da curva ABC, utilizado nos sistemas de controle de estoque, os itens são alocados em grupos e classificados pelas letras A, B e C, segundo seus respectivos valores ou custos.

Ao analisar a configuração dos grupos ao longo da distribuição do valor total acumulado, a empresa deverá ser capaz de identificar quais itens devem ter seu controle intensificado e quais podem ser acompanhados de forma mais simplificada.

Com base no método da curva ABC, assinale a opção correta.

- (A) No grupo A estão alocados aproximadamente 20% dos itens, o controle pode ser mais simples, sendo necessário um estoque de segurança intermediário.
- (B) No grupo B estão alocados aproximadamente 50% dos itens, o controle pode ser mais simples, sendo necessário um estoque de segurança intermediário.
- (C) O conjunto de itens do grupo A corresponde a aproximadamente 80% do valor em estoque e deve ter controle mais rigoroso, sendo necessário um estoque de segurança reduzido.
- (D) O conjunto de itens do grupo C corresponde a aproximadamente 5% do valor em estoque e deve ter controle mais rigoroso, sendo necessário um estoque de segurança intermediária.
- (E) Os itens dos grupos B e C, somados, correspondem a aproximadamente 20% do valor em estoque e devem ter controle mais rigorosos, sendo necessário um estoque de segurança reduzido.

**Resolução**

Avaliação das opções:

Letra **(A)** é falsa, pois na classificação ABC, os itens da classe A são os que mais impactam o custo. Assim, o controle destes itens deve ser mais rigoroso.

Letra **(B)** é falsa, pois os itens da classe B correspondem a aproximadamente 30% do total.

Letra **(C)** é verdadeira. Os itens da classe A são os que mais impactam o valor em estoque. Assim, é indicado que o controle seja mais rigoroso e o estoque de segurança seja reduzido.

Letra **(D)** é falsa, pois uma vez que os itens da classe C corresponderem à somente 5% do valor em estoque, é indicado que o controle destes itens seja mais simples.

Letra **(E)** é falsa, pois apesar da soma dos itens B e C corresponderem à 20% do valor em estoque, a indicação é de que o controle seja mais simples, se comparado aos itens da classe A.

**Gabarito:**

Alternativa **(C)**.

**Enade 2008 – Engenharia Grupo VI****Tema do exercício: Sequenciamento da Produção**

**Resumo:** Envolve as decisões que devem ser tomadas sobre a ordem em que as tarefas serão executadas. Sabe-se que a dificuldade teórica dos problemas de sequenciamento aumenta com o acréscimo de máquinas consideradas, e não com o acréscimo do número de tarefas executadas.

**Questão 38**

Um pequeno fabricante de móveis recebeu os pedidos feitos hoje e registrou-os por ordem de chegada — de P1 a P5 — conforme indicado na primeira coluna da tabela abaixo. O supervisor da produção estimou o tempo de processamento ou duração da tarefa (segunda coluna da tabela) para produzir cada pedido. As datas prometidas, em dias corridos a partir de hoje, para entrega dos pedidos aos clientes estão na terceira coluna. Por razões como disponibilidade de pessoal, espaço físico e preocupação com qualidade, a empresa somente processa um único pedido de cada vez. Para fazer o programa de trabalho, isto é, a seqüência com que os pedidos serão processados na oficina, o supervisor da produção verificou o que aconteceria caso ordenasse os pedidos aplicando a regra FIFO (*first in first out*), ou seja, primeiro que chega, primeiro que sai. A data calculada para o término do pedido está na quarta coluna da tabela. Os atrasos em relação à data prometida estão na última coluna.

dados do problema			calculado para regra FIFO	
pedido	duração (dias)	data prometida para entrega	data de término	atraso (dias)
P1	5	15	5	0
P2	4	25	9	0
P3	6	7	15	8
P4	8	20	23	3
P5	2	6	25	19
<b>total</b>	<b>25</b>		<b>77</b>	<b>30</b>

Para avaliar a regra FIFO, o supervisor da produção usou dois indicadores, o atraso total (AT) e o tempo médio de processamento (TMP), e constatou que o atraso total será de 30 dias (soma dos atrasos individuais). Pedidos como o P5, que poderia ser terminado rapidamente, sofrem atraso excessivo. O tempo médio do processamento (soma das datas de término dividido pelo total de pedidos) é de 15,4 dias. O supervisor poderia aplicar outras duas regras de priorização: menor tempo de processamento (MTP); e menor data de entrega (MDE). Considera-se também que todos os pedidos têm valor equivalente e os pagamentos são recebidos nas respectivas datas de término dos pedidos.

Com base nas informações apresentadas acima, faça o que se pede a seguir.

**(A)** Preencha a tabela I (sequência de pedidos), na próxima página, para as regras MTP e MDE e preencha a tabela II (cálculo dos indicadores) para as regras MTP e MDE. Para facilitar o cálculo, há duas tabelas em branco. Considerando os resultados obtidos, você julga essas duas regras melhores que a FIFO? Justifique, usando os indicadores calculados.

**(B)** Qual das três regras — MTP, MDE e FIFO — você julga mais adequada para acelerar os recebimentos (fluxo de caixa)? Utilize apenas as regras puras (sem adaptações ou modificações). Justifique, usando um dos indicadores mencionados (AT ou TMP).

**(C)** Considere que haverá multa a cada dia de atraso na entrega do pedido. Para diminuir as multas, qual das três regras — FIFO, MTP, MDE — você escolheria? Justifique, usando um dos dois indicadores.



**Resolução**

Letra (A)

Os Quadros I e II foram preenchidos, conforme as regras (MTP e MDE), apresentadas abaixo.

**Regra: MTP** (menor tempo de processamento)

Pedido	Duração (dias)	Data prometida para entrega	Data de término (dias)	Atraso (dias)
P5	2	6	2	0
P2	4	25	6	0
P1	5	15	11	0
P3	6	7	17	10
P4	8	20	25	5

**Regra: MDE** (menor data de entrega)

Pedido	Duração (dias)	Data prometida para entrega	Data de término (dias)	Atraso (dias)
P5	2	6	2	0
P3	6	7	8	1
P1	5	15	13	0
P4	8	20	21	1
P2	4	25	25	0

Quadro I Sequência de Pedidos			
Sequência	FIFO	MTP	MDE
	P1	P5	P5
	P2	P2	P3
	P3	P1	P1
	P4	P3	P4
	P5	P4	P2

**FIFO** - first in, first out

**MTP** - menor tempo de processamento

**MDE** - menor data de entrega

<b>Quadro II</b> Cálculo dos Indicadores			
<b>Regra</b>	<b>FIFO</b>	<b>MTP</b>	<b>MDE</b>
<b>Tempo médio de processamento (dias)</b>	15,4	12,2	13,8
<b>Atraso total (dias)</b>	30	15	2

As novas regras (MTP e MDE) são melhores que a regra FIFO. Observando o Quadro II, houve uma melhoria de aproximadamente 10,4% no tempo médio de processamento ao se utilizar a regra MDE (menor data de entrega). A melhoria neste indicador é ainda maior, se comparada com o desempenho na regra MTP (menor tempo de processamento): cerca de 20,8%, além da redução dos atrasos.

#### Letra (B)

O indicador “tempo médio de processamento” indica quantos dias, em média, o pedido demora para ser entregue. Dado que os pagamentos são recebidos nas respectivas datas de término dos pedidos, a regra mais adequada para acelerar o fluxo de caixa é a que apresenta menor tempo médio de processamento, ou seja, a regra MTP.

#### Letra (C)

Para reduzir as multas pelo atraso na entrega dos pedidos, a regra mais adequada é a MDE, uma vez que apresenta um atraso total de apenas 2 dias, muito menor que os atrasos obtidos com as regras FIFO e MTP.

# Capítulo 3:

## Custos e Engenharia Econômica

Prof. Neimar Gouvea de Campos e Prof. Alexandre de Cássio Rodrigues

### Enade 2014 – Engenharia de Produção

#### Tema do exercício: Taxa mínima de atratividade

**Resumo:** A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) consiste em uma taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um dado investimento, dito de outra forma, o máximo que um indivíduo se propõe a pagar quando faz um financiamento. Esta taxa é formada a partir de três componentes, a saber: **i)** Custo de oportunidade: remuneração obtida em alternativas que não as analisadas, ou seja, é o valor de outras oportunidades não escolhidas. Exemplo: caderneta de poupança, fundo de investimento. **ii)** Risco do negócio: o ganho tem que remunerar o risco inerente de uma nova ação. Quanto maior o risco, maior a remuneração esperada. **iii)** Liquidez: capacidade ou velocidade em que se pode transformar um ativo, como uma aplicação financeira em papel moeda.

#### Questão 30

A viabilidade econômica de um projeto é analisada considerando-se uma mínima de atratividade (TMA) de 3% ao período. O fluxo de caixa previsto para o projeto é apresentado a seguir, cujo valor no tempo 0 (zero) é o investimento inicial. Os demais valores são o fluxo de caixa líquido. Considere que o investimento inicial no período zero não está sujeito a incertezas, porém há incertezas tanto para o valor da TMA quanto para o fluxo de caixa líquido futuro, considerando uma série uniforme A. O quadro apresentado é uma matriz de TMA x A e mostra o fluxo de caixa descontado para a combinação de diferentes valores de TMA e A.

Fluxo de caixa do projeto, em R\$			
0	1	2	3
-3172	A	A	A

	Valor equivalente, em 0 (zero), do fluxo de caixa líquido A, em R\$				
TMA	1000	1050	1100	1150	1200
2%	2884	3028	3172	3316	3461
3%	2829	2970	3111	3253	3394
4%	2775	2914	3053	3191	3330
5%	2723	2859	2996	3132	3268
6%	2673	2807	2940	3074	3208

Com base no exposto, avalie as informações a seguir:

- I. O projeto é economicamente viável;
- II. Não há relação entre o projeto e o quadro apresentado, pois, os valores apresentados no quadro não podem ser considerados, dado que há incerteza no valor de A;
- III. Considerando a amplitude de taxas de desconto apresentadas, o projeto é economicamente inviável para fluxos de caixa líquidos uniformes inferiores a \$ 1100,00.
- IV. Caso o fluxo de caixa líquido passe a ser \$ 1150,00, o ponto de equilíbrio econômico para o projeto ocorrerá para TMA entre 4% e 5% ao período.

É correto apenas o que se afirma em:

- A. I e II
- B. I e III
- C. III e IV
- D. I, II e IV
- E. II, III e IV

### Resolução

Analisemos primeiramente a informação I, que diz que o projeto é economicamente viável. Deve-se lembrar que para avaliar a viabilidade econômica do projeto, é necessário comparar o investimento dele (3172, tabela I) com o valor equivalente do fluxo de caixa líquido A. Note, por exemplo, que de acordo com a tabela II, para uma taxa de desconto igual a 3% (TMA), se A for menor que ou igual a 1100, o valor equivalente do fluxo de caixa será menor que o investimento, o que implica que o projeto será inviável. Portanto, a informação I é falsa, o que implica que as alternativas A, B e D também o são.

	Valor equivalente, em 0 (zero), do fluxo de caixa líquido A, em R\$				
TMA	1000	1050	1100	1150	1200
2%	2884	3028	3172	3316	3461
3%	2829	2970	3111	3253	3394
4%	2775	2914	3053	3191	3330
5%	2723	2859	2996	3132	3268
6%	2673	2807	2940	3074	3208

Consequentemente, apenas C e E podem ser corretas, o que implica que, necessariamente, III e IV são verdadeiras. Dessa forma, para responder à questão, basta apenas verificar se o que se afirma em II é verdadeiro. A informação II é claramente falsa, pois o exemplo dado anteriormente demonstra que há relação entre a viabilidade econômica do projeto e o quadro apresentado. Logo, a alternativa correta é C.

De fato, se A for menor que 1100, independentemente da taxa de desconto, o valor equivalente do fluxo de caixa líquido será menor o investimento necessário para realizar o projeto, o que mostra que o projeto será inviável naquelas condições, confirmando, assim, a veracidade de III.

	Valor equivalente, em 0 (zero), do fluxo de caixa líquido A, em R\$				
<b>TMA</b>	1000	1050	1100	1150	1200
2%	2884	3028	3172	3316	3461
3%	2829	2970	3111	3253	3394
4%	2775	2914	3053	3191	3330
5%	2723	2859	2996	3132	3268
6%	2673	2807	2940	3074	3208

Além disso, analisando-se os dados da tabela II, tem-se que para A igual a 1150, o valor equivalente do fluxo de caixa líquido é 3132 para TMA = 5% e 3191 para TMA = 4%. Comparando-se esses valores com o investimento (3172), conclui-se que o ponto de equilíbrio econômico para o projeto (quando investimento é igual ao valor equivalente do fluxo de caixa líquido) ocorrerá para TMA entre 4% e 5% ao período. Ou seja, a informação IV é verdadeira.

	Valor equivalente, em 0 (zero), do fluxo de caixa líquido A, em R\$				
<b>TMA</b>	1000	1050	1100	1150	1200
2%	2884	3028	3172	3316	3461
3%	2829	2970	3111	3253	3394
4%	2775	2914	3053	3191	3330
5%	2723	2859	2996	3132	3268
6%	2673	2807	2940	3074	3208

## **Enade 2014 – Engenharia de Produção**

### **Tema do exercício: Planejamento**

**Resumo:** O planejamento é uma ferramenta administrativa que possibilita perceber um dado cenário, avaliar os caminhos, construir um referencial futuro, o trâmite adequado e reavaliar todo o processo a que o acoplamento se destina. Sendo, portanto, o lado racional da ação. Tratando-se de um processo de deliberação abstrato e explícito que escolhe e organiza ações, antecipando os resultados esperados. Esta deliberação busca alcançar, da melhor forma possível, alguns objetivos pré-definidos.

### **Questão Discursiva 03**

Uma empresa comercializa produtos de limpeza para restaurantes, hotéis, hospitais e escolas. O ambiente em que ela atua possui um cenário altamente competitivo, de forma que o prazo de entrega dos pedidos pode determinar a viabilidade de uma venda. O sistema de distribuição deve ser projetado de maneira a proporcionar diferentes níveis médios de prazo de entrega de acordo com o número e a localização dos armazéns, níveis de estoques, além de uma adequada previsão de demanda e procedimentos de processamento de pedidos.

Com base na previsão de demanda, pode-se analisar a prioridade e a urgência de se atender o pedido, considerando que, embora o ambiente seja competitivo, o produto possui baixa perecibilidade.

O gerente da distribuição física fez as estimativas a respeito do custo de fornecer tais níveis e de como o serviço afeta as vendas:

Prod. entregues no mesmo dia (%)	50%	60%	70%	80%	90%	95%	100%
Custo do serviço (R\$ mi)	5,8	6,6	6,5	7,0	8,1	9,0	14,0
Vendas estimadas (R\$ mi)	4,0	9,0	10,0	11,0	11,5	11,8	12,0

Com base no quadro das estimativas das porcentagens de vendas no mesmo dia e o custo de manter este nível, no curto e no médio/longo prazo, apresente subsídios para um adequado dimensionamento e planejamento de entregas, de com acordo com suas urgências e prioridades.

### Resolução

Deve-se observar que maior nível de serviço, isto é, maior percentual de produtos entregues no mesmo dia, gera maior custo do serviço e maior venda. Logo, deve-se verificar qual o nível de serviço propicia o maior lucro. Assim, fazendo a diferença entre as vendas estimadas e o custo do serviço, obtêm-se os resultados mostrados adiante.

Porcentagem de produtos entregues no mesmo dia	50%	60%	70%	80%	90%	95%	100%
Custo do serviço (R\$ mi)	5,8	6,6	6,5	7,0	8,1	9,0	14,0
Vendas estimadas (R\$ mi)	4,0	9,0	10,0	11,0	11,5	11,8	12,0
Resultado (R\$ mi)	-1,8	2,4	3,5	4,0	3,4	2,8	-2,0

Portanto, no curto prazo, deve-se optar por um nível de serviço de 80%, pois este faz com que o lucro seja ótimo. Todavia, dado que a empresa atua em um mercado altamente competitivo, no longo prazo, será necessário aumentar o nível de serviço, mesmo que isso gere lucros menores. Apesar disso, esse ajuste não deve admitir a possibilidade de operar com nível de serviço igual a 100%, pois, conforme mostrado na tabela, nesse cenário a empresa teria prejuízo de R\$ 2 mi.

**Enade 2015 – Ciências Contábeis****Tema do exercício: Determinação do preço de venda**

**Resumo:** A determinação do preço de um determinado bem/serviço é um dos temas centrais de diversas áreas do conhecimento, como a microeconomia, por exemplo, que está interessada em questões como a teoria da alocação ótima de recursos (teoria dos preços). A escolha do preço ótimo de um dado bem/serviço não é apenas seu valor monetário, mas tudo aquilo que um consumidor/agente está disposto a sacrificar para adquirir um bem (é daí que surgem as teorias de discriminação de preços em primeiro, segundo e terceiro grau). Especificamente no tocante ao chamado "preço de custo", pode-se dizer que ele inclui variáveis como: custos contábeis (indiretos), custos de manutenção, custos econômicos (como a probabilidade de venda, por exemplo).

**Questão 18**

É importante que o empreendedor conheça o próprio negócio, para não deixar, nas mãos de terceiros, cuidados essenciais para uma boa gestão dos custos. O conhecimento do assunto auxilia o proprietário do negócio a ter uma boa gestão financeira: administrar e controlar os custos gerados na produção e comercialização de serviços ou produtos. O preço final de um serviço prestado ou produto vendido depende de quanto é investido para que ele exista. Caso a gestão de custos não seja eficaz, corre-se o risco de a empresa cobrar valores que não condizem com a realidade, o que pode afetar as margens de lucro, o volume de vendas ou o andamento geral do negócio.

Considerando essas informações, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas:

I – Quando o preço de venda de um produto ou serviço é determinado pelo mercado, a empresa só ampliará sua margem de lucro por meio da redução de custos e aumento da produtividade.

POR QUE

II – Praticar preços acima do mercado, quando os produtos ou serviços não agregam valores que os diferenciem dos outros similares disponíveis, provocará queda da demanda esperada, uma vez que os consumidores tenderão a comprar dos concorrentes.

**A respeito das asserções, assinale a opção correta:**

- A) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta de I
- B) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta de I
- C) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa
- D) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira
- E) As asserções I e II são proposições falsas.

**Resolução:****1º. Passo:**

Compreender o enunciado alinhando aos conceitos de custos de produção (produto ou serviços), preço de venda, margem de lucro e produtividade e sua relação com mercado, demanda e concorrência.

**2º. Passo:**

Avaliar cada proposição identificando se é verdadeira ou falsa.

**3º. Passo:**

Identificar a relação entre as proposições, pois o preço de venda do produto tem influência direta do mercado onde a empresa comercializa seus produtos ou serviços. Quando a empresa tem uma grande dependência dos fornecedores, clientes e governo, por exemplo, deve ajustar os preços dos seus produtos para que possa ser competitiva. Logo, a redução dos custos, principalmente as variáveis, permite que o preço de venda seja capaz de gerar vantagem frente aos preços dos produtos dos concorrentes e dos produtos substitutos.

**Gabarito:**

Alternativa (A).

**Enade 2015 – Tecnologia em Gestão Financeira****Tema do exercício: Análise de Investimento**

**Resumo:** A análise de projetos constitui o ponto crucial para a tomada de decisões de investimento de longo prazo e pode ser dividida nas seguintes fases: geração de propostas, determinação das alternativas viáveis, tomada de decisão, bem como o processo de implantar e avaliar o desempenho. Neste contexto, o orçamento de capital é o processo-chave para a tomada de decisão de investimento, realizado a partir da estimativa dos fluxos de caixa do projeto e da determinação dos custos de capital. Nas técnicas de administração financeira existem vários métodos para a avaliação de projetos de investimento de capital. Para isso, quando se analisa apenas um investimento quanto a sua rentabilidade, faz-se a comparação entre a sua taxa de renda e uma taxa ideal, isto é, que o investidor estabelece como a taxa mínima de renda para que o investimento seja considerado atraente do ponto de vista financeiro. Entre os métodos de avaliação de investimento, foram utilizados os de Benefício-Custo (B/C), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM).

**Questão 21**

Uma empresa comercial realizou uma análise de viabilidade econômico-financeira para a abertura de uma filial com investimento inicial de R\$ 60.000,00; estando dispostas, na tabela a seguir, as informações consideradas na análise, dada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 10% a.a.



Itens	Ano 1 (R\$)	Ano 2 (R\$)	Ano 3 (R\$)
Receita Líquida	183.600	100.300	71.400
Custo de Mercadoria Vendida	-75.600	-41.300	-29.400
Lucro Bruto	108.000	59.000	42.000
Despesas Operacionais	-26.000	-27.000	-28.000
Lucro Operacional	82.000	32.000	14.000
Despesas Financeiras	-10.000	-8.000	-6.000
Lucro antes do IRPJ	72.000	24.000	8.000
IRPJ	-18.000	-6.000	-2.000
Lucro Líquido	54.000	18.000	6.000

Valor Presente Líquido (VPL) = R\$ 8.475

Taxa Interna de Retorno (TIR) = 21,5%

**Com base no cenário proposto, verifica-se que o investimento:**

- A) É viável, por que o VPL é positivo.
- B) Não é viável, visto que a TIR é maior do que a TMA.
- C) É viável, já que o Custo de Mercadoria Vendida é decrescente.
- D) Não é viável, visto que a Receita Líquida apresenta resultados decrescentes.
- E) Não é viável, uma vez que o Lucro Líquido apresenta resultados decrescentes.

**Resolução:**

**1ª. Passo:**

Analisar as informações apresentadas na questão, bem como os dados no quadro. Avaliar valor do investimento, TMA e os Fluxos de Caixa gerados no período do projeto.

O cálculo do VPL do projeto deverá ser feito pela fórmula:

$$VPL = \left\{ \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \frac{FC3}{(1+i)^3} \right\} - Investimento$$

Detalhamento do cálculo do VPL:

$$VPL = \left\{ \frac{54.000}{(1+0,10)^1} + \frac{18.000}{(1+0,10)^2} + \frac{6.000}{(1+0,10)^3} \right\} - 60.000$$

$$VPL = \{49.090,91 + 14.876,03 + 4.507,89\} - 60.000$$

$$VPL = 68.474,83 - 60.000$$

$$VPL = R\$ 8.474,83 \text{ arredondamento as casas decimais } R\$ 8.475,00$$

**2º. Passo:**

As alternativas de respostas apresentam análise de valores e ou dados apresentados na questão. Na opção A vem a afirmativa “é viável, por que o VPL é positivo”. Ao analisarmos a informação que consta na questão que apresenta um VPL de R\$ 8.475,00 já conseguimos concluir que o projeto é viável e o VPL é positivo.

**3º. Passo:**

Na alternativa B “não é viável, visto que a TIR é maior do que a TMA”, podemos concluir que esta alternativa não é correta, pois a TIR de 21,50% é maior que a TMA, e todo projeto que apresenta uma TIR maior que a TMA é será viável.

**4º. Passo:**

Na alternativa C “é viável, já que o Custo da Mercadoria Vendida (CMV) é decrescente”. Em um projeto não podemos considerar esta alternativa como opção para aceitar um projeto, pois há projetos, como o apresentado, que o CMV é decrescente, mas o resultado final e/ou fluxo de caixa gerado não reflete esta redução do custo.

**5º. Passo:**

Na alternativa D “não é viável, visto que a Receita Líquida apresenta resultados decrescentes”. A variável Receita Líquida, mesmo tendo crescimento poderá representar um projeto não viável, pois o que determinará se viabilidade e aceitação do projeto será o resultado líquido e/ou fluxo de caixa gerado.

**6º. Passo:**

Na alternativa E “não é viável, uma vez que o Lucro Líquido apresenta resultados decrescentes”. Um projeto que apresenta resultado decrescente poderá em determinadas situações, ser viável, pois o que determinará o resultado positivo, isto é a aceitação do projeto, não é a redução deste lucro, e sim o resultado ao final do período do projeto, descontado a TMA e comparado com o investimento. No caso mesmo com resultado decrescente, o VPL final é positivo e esta redução não afetou a recusa do projeto.

**Gabarito:**

Alternativa (A).

# Capítulo 4:

## Estatística Aplicada e Gestão da Qualidade

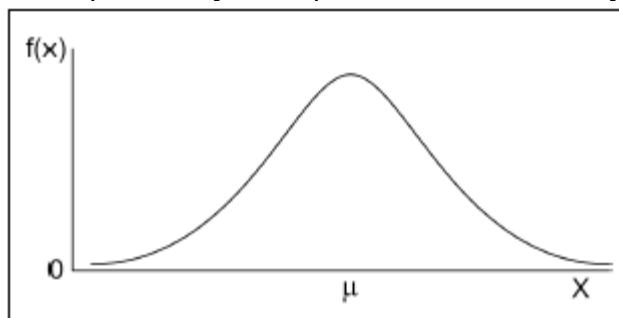
Prof. Tiago Silveira Gontijo e Prof<sup>a</sup> Andressa Amaral de Azevedo

### Enade 2011 – Engenharias VI

#### **Tema do exercício: Distribuição Normal (Tabela Z)**

**Resumo:** Em probabilidade e estatística, a distribuição normal é uma das distribuições de probabilidade mais utilizada para modelar fenômenos naturais. A distribuição é ligada a vários conceitos matemáticos como movimento browniano, ruído branco entre outros. A distribuição normal também é chamada distribuição gaussiana, distribuição de Gauss ou distribuição de Laplace–Gauss, em referência aos matemáticos, físicos e astrônomos francês Pierre–Simon Laplace (1749 – 1827) e alemão Carl Friedrich Gauss (1777 – 1855).

**Figura 4.1** – Representação Esquemática da Distribuição Normal



A distribuição normal padronizada tem uma média  $\mu = 0$  e um desvio padrão  $\sigma = 1$ . Pode-se conhecer o valor do Z e determinar o valor da probabilidade acumulada até o ponto ou pode-se saber o valor da probabilidade que se pretende obter a partir de um valor de Z associado. Usa-se, para tanto, a seguinte fórmula de recorrência:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

#### **Questão 11**

Um engenheiro de produção, responsável pelo planejamento e controle da qualidade da linha de produção de tubos e conexões em PVC, está sendo questionado pelos altos custos de retrabalho que o novo item A05 vem gerando desde que se iniciou a sua produção há cinco meses. O item é enviado para retrabalho quando seu diâmetro excede o limite superior de especificação. O processo de produção deste item é controlado por meio de gráficos de controle da média e da amplitude (gráficos de Shewart) que monitoram o diâmetro dos tubos produzidos. Os limites de especificação definidos pela

engenharia do produto para o diâmetro do tubo A05 é  $0,90 \pm 0,20$  cm. O engenheiro e sua equipe analisaram os gráficos de controle (da média e da amplitude) desde o início da produção do tubo e observaram que o processo sempre esteve dentro dos limites superior e inferior de controle dos gráficos e, portanto, o processo está no estado de controle estatístico apresentando apenas sua variabilidade natural (aleatória). Concluíram, então, que a causa do alto índice de retrabalho é devida às especificações do projeto e (ou) à própria variabilidade natural do processo de produção. A equipe sabe que a variável de controle “diâmetro” é normalmente distribuída com média do processo igual a  $\mu = 1,00$  cm e desvio-padrão do processo igual a  $\sigma = 0,05$  cm.

**Tabela 4** – Tabela da Distribuição Normal Padrão Acumulada, onde:  $P(Z < z)$

z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,500000	0,503989	0,507978	0,511966	0,515953	0,519939	0,523922	0,527903	0,531881	0,535856
0,1	0,539828	0,543795	0,547758	0,551717	0,555670	0,559618	0,563559	0,567495	0,571424	0,575345
0,2	0,579260	0,583166	0,587064	0,590954	0,594835	0,598706	0,602568	0,606420	0,610261	0,614092
0,3	0,617911	0,621720	0,625516	0,629300	0,633072	0,636831	0,640576	0,644309	0,648027	0,651732
0,4	0,655422	0,659097	0,662757	0,666402	0,670031	0,673645	0,677242	0,680822	0,684386	0,687933
0,5	0,691462	0,694974	0,698468	0,701944	0,705401	0,708840	0,712260	0,715661	0,719043	0,722405
0,6	0,725747	0,729069	0,732371	0,735653	0,738914	0,742154	0,745373	0,748571	0,751748	0,754903
0,7	0,758036	0,761148	0,764238	0,767305	0,770350	0,773373	0,776373	0,779350	0,782305	0,785236
0,8	0,788145	0,791030	0,793892	0,796731	0,799546	0,802337	0,805105	0,807850	0,810570	0,813267
0,9	0,815940	0,818589	0,821214	0,823814	0,826391	0,828944	0,831472	0,833977	0,836457	0,838913
1	0,841345	0,843752	0,846136	0,848495	0,850830	0,853141	0,855428	0,857690	0,859929	0,862143
1,1	0,864334	0,866500	0,868643	0,870762	0,872857	0,874928	0,876976	0,879000	0,881000	0,882977
1,2	0,884930	0,886861	0,888768	0,890651	0,892512	0,894350	0,896165	0,897958	0,899727	0,901475
1,3	0,903200	0,904902	0,906582	0,908241	0,909877	0,911492	0,913085	0,914657	0,916207	0,917736
1,4	0,919243	0,920730	0,922196	0,923641	0,925066	0,926471	0,927855	0,929219	0,930563	0,931888
1,5	0,933193	0,934478	0,935745	0,936992	0,938220	0,939429	0,940620	0,941792	0,942947	0,944083
1,6	0,945201	0,946301	0,947384	0,948449	0,949497	0,950529	0,951543	0,952540	0,953521	0,954486
1,7	0,955435	0,956367	0,957284	0,958185	0,959070	0,959941	0,960796	0,961636	0,962462	0,963273
1,8	0,964070	0,964852	0,965620	0,966375	0,967116	0,967843	0,968557	0,969258	0,969946	0,970621
1,9	0,971283	0,971933	0,972571	0,973197	0,973810	0,974412	0,975002	0,975581	0,976148	0,976705
2	0,977250	0,977784	0,978308	0,978822	0,979325	0,979818	0,980301	0,980774	0,981237	0,981691
2,1	0,982136	0,982571	0,982997	0,983414	0,983823	0,984222	0,984614	0,984997	0,985371	0,985738
2,2	0,986097	0,986447	0,986791	0,987126	0,987455	0,987776	0,988089	0,988396	0,988696	0,988989
2,3	0,989276	0,989556	0,989830	0,990097	0,990358	0,990613	0,990863	0,991106	0,991344	0,991576
2,4	0,991802	0,992024	0,992240	0,992451	0,992656	0,992857	0,993053	0,993244	0,993431	0,993613
2,5	0,993790	0,993963	0,994132	0,994297	0,994457	0,994614	0,994766	0,994915	0,995060	0,995201
2,6	0,995339	0,995473	0,995604	0,995731	0,995855	0,995975	0,996093	0,996207	0,996319	0,996427
2,7	0,996533	0,996636	0,996736	0,996833	0,996928	0,997020	0,997110	0,997197	0,997282	0,997365
2,8	0,997445	0,997523	0,997599	0,997673	0,997744	0,997814	0,997882	0,997948	0,998012	0,998074
2,9	0,998134	0,998193	0,998250	0,998305	0,998359	0,998411	0,998462	0,998511	0,998559	0,998605
3	0,998650	0,998694	0,998736	0,998777	0,998817	0,998856	0,998893	0,998930	0,998965	0,998999
3,1	0,999032	0,999065	0,999096	0,999126	0,999155	0,999184	0,999211	0,999238	0,999264	0,999289
3,2	0,999313	0,999336	0,999359	0,999381	0,999402	0,999423	0,999443	0,999462	0,999481	0,999499
3,3	0,999517	0,999534	0,999550	0,999566	0,999581	0,999596	0,999610	0,999624	0,999638	0,999651
3,4	0,999663	0,999675	0,999687	0,999698	0,999709	0,999720	0,999730	0,999740	0,999749	0,999758
3,5	0,999767	0,999776	0,999784	0,999792	0,999800	0,999807	0,999815	0,999822	0,999828	0,999835
3,7	0,999892	0,999896	0,999900	0,999904	0,999908	0,999912	0,999915	0,999918	0,999922	0,999925
3,8	0,999928	0,999931	0,999933	0,999936	0,999938	0,999941	0,999943	0,999946	0,999948	0,999950
3,9	0,999952	0,999954	0,999956	0,999958	0,999959	0,999961	0,999963	0,999964	0,999966	0,999967

Utilizando a tabela de distribuição normal padrão acumulada, qual é a porcentagem de itens A05 que são enviados para retrabalho nesse processo de produção e que vem gerando alto custo?

- (A) 2,275
- (B) 13,567
- (C) 18,406
- (D) 86,433
- (E) 97,725

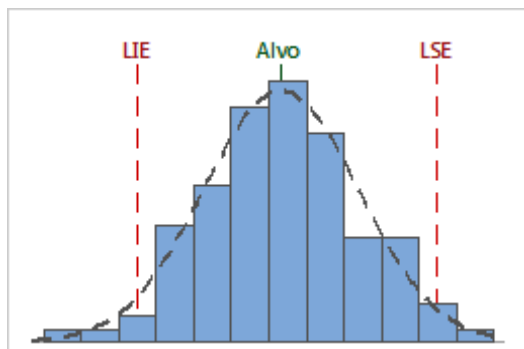
### Resolução

#### Informações relevantes do enunciado:

- Faixa de Especificação:  $0,90 \pm 0,20$  cm = Qualquer valor entre 0,70 e 1,10 cm.
- Média do processo igual a  $\mu = 1,00$  cm.
- Desvio-padrão do processo igual a  $\sigma = 0,05$  cm.
- Retrabalho: quando o diâmetro excede o Limite Superior de Especificação.

De acordo com a Figura X, percebe-se, portanto, que a área equivalente ao retrabalho estará à direita do Limite Superior de Especificação (LSE), pois, segundo o enunciado, o retrabalho ocorre quando seu diâmetro excede seu limite de especificação.

**Figura 4.2** – Limites de controle, do processo



A presente questão solicita o cálculo da seguinte probabilidade:  $P(Z > 1,1)$  e nos fornece os valores da distribuição normal padrão acumulada  $P(Z < z)$ . O primeiro passo para a resolução da questão, consiste, portanto, no cálculo do valor de  $Z$  para o Limite Superior de Especificação (LSE).

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{1,10 - 1,00}{0,05} = \frac{0,1}{0,05} = 2 \quad (1)$$

Após o cálculo do valor de  $Z$ , deve-se encontrar na Tabela X a probabilidade associada ao seguinte evento:  $P(Z < 1,1)$ . O valor correspondente será aquele relativo à linha de valor igual a “2” e coluna equivalente a “0”. Por definição, temos que:

$$P(Z > 1,1) = 1 - P(Z < 1,1) \quad (2)$$

$$\therefore P(Z > 1,1) = 1 - 0,977250 = 0,02275 \quad (3)$$

Como o enunciado do problema solicita a porcentagem de itens, a resposta para a questão é 2,275. Percebe-se que muitos dos participantes do Enade em Engenharia de Produção marcaram a opção 97,725 e erraram justamente por não observarem a expressão (2).

**Gabarito:**

Alternativa (A).

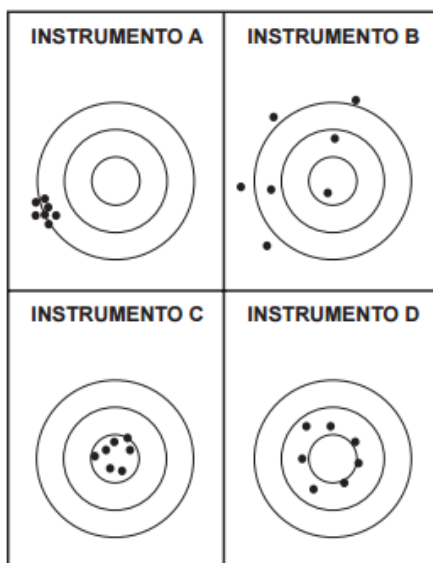
**Enade 2014 – Engenharia de Produção**

**Tema do exercício: Gestão da Qualidade e Estatística**

**Resumo:** Em probabilidade, o desvio padrão ou desvio padrão populacional (comumente representado pela letra grega  $\sigma$ ) é uma medida de dispersão em torno da média populacional de uma variável aleatória. O termo possui também uma acepção específica no campo da estatística, na qual também é chamado de desvio padrão amostral (comumente representado pela letra latina  $s$ ) e indica uma medida de dispersão dos dados em torno de média amostral. Um baixo desvio padrão indica que os pontos dos dados tendem a estar próximos da média ou do valor esperado. Um alto desvio padrão indica que os pontos dos dados estão espalhados por uma ampla gama de valores. O desvio padrão populacional ou amostral é a raiz quadrada da variância populacional ou amostral correspondente, de modo a ser uma medida de dispersão que seja um número não negativo e que use a mesma unidade de medida dos dados fornecidos.

**Questão 21**

Uma empresa desenvolve, fabrica e vende equipamentos de medição de alta tecnologia. Atualmente, a equipe de engenharia de um determinado produto desenvolve um novo instrumento de medição. Quatro protótipos do equipamento foram manufaturados e submetidos a teste. Uma peça padrão com dimensão de 50,00 mm foi usada como padrão de referência. Cada protótipo do instrumento foi utilizado para fazer sete medições na dimensão da peça padrão por um mesmo operador. Os resultados são apresentados na figura a seguir. O centro do alvo representa o valor verdadeiro da dimensão da peça padrão. E os pontos representam os resultados das sete medidas da característica.



Com relação aos resultados mostrados na figura e às definições da exatidão (capacidade de medir corretamente, em média, o verdadeiro valor da característica) e precisão (variabilidade inerente às medidas), avalie as seguintes informações conforme o que a equipe de engenharia do produto da empresa deveria inferir.

- I. O instrumento A é mais exato que o instrumento C e ambos são precisos.
- II. O instrumento D é mais exato que o instrumento B e ambos são não precisos.
- III. Os instrumentos A e B são exatos, mas o instrumento A é mais preciso que o instrumento B.
- IV. Os instrumentos C e D são exatos, mas o instrumento C é mais preciso que o instrumento D.
- V. O instrumento A é mais exato que o instrumento D, mas o instrumento D é mais preciso que o instrumento A.

É correto apenas o que se afirma em

- (A) II e IV.
- (B) I, III e IV.
- (C) I, IV e V.
- (D) II, III e IV.
- (E) I, II, III e V.

### Resolução

#### Conceitos fundamentais presentes no enunciado:

- i) **Exatidão:** Capacidade de medir corretamente, em média, o verdadeiro valor da característica.
- ii) **Precisão:** Variabilidade inerente às medidas.

Diante dos conceitos mencionados no enunciado fica nítido que a exatidão consiste em medir corretamente, ou seja, o Gráfico que possuir mais medidas dispostas no centro do alvo será considerado o mais exato. Por sua vez, a noção de precisão está atrelada ao conceito de variância/desvio padrão, uma vez que o instrumento mais preciso será aquele com a menor variação nas medições, portanto, o gráfico que apresentar medições mais próximas umas das outras (agrupadas), será o mais preciso.

Argumento (I): **É falso. O correto seria:** O instrumento C é mais exato ao instrumento A, entretanto o instrumento A é o preciso.

Argumento (II): **É verdadeiro.** É correto, pois o instrumento D possui medições dentro do alvo. Ambos apresentam uma significativa variabilidade, sendo, portanto, imprecisos.

Argumento (III): **É falso. O correto seria:** Os instrumentos A e B são inexatos, mas o instrumento A é mais preciso que o instrumento B.

Argumento (IV): **É verdadeiro.** Tanto C quanto D são exatos, as medições estão dentro do alvo. Percebe-se que a variabilidade das medidas de C são sensivelmente mais estáveis às de D.

Argumento (V): **É falso. O correto seria:** O instrumento D é mais exato que o instrumento A, mas o instrumento A é mais preciso que o instrumento D.

**Gabarito:**

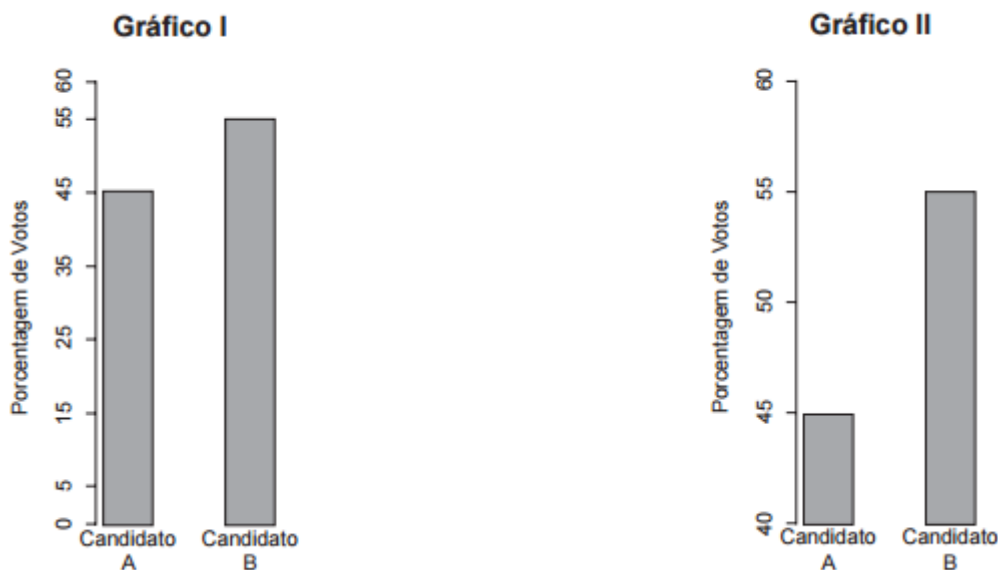
Alternativa (A).

**Enade 2014 – Engenharia de Produção****Tema do exercício: Estatística – Análise Gráfica**

**Resumo:** O gráfico de barras é um gráfico com segmentos retangulares e comprimento proporcional aos valores que ele representa. As barras podem ser desenhadas verticalmente ou horizontalmente. O gráfico de barras vertical às vezes é chamado de gráfico de colunas. Este tipo de representação utiliza barras tanto verticais quanto horizontais para ilustrar comparações (sendo este primeiro mais conhecido como gráfico de colunas). Um eixo do gráfico mostra especificamente o que está sendo comparado enquanto o outro eixo representa valores discretos. Alguns gráficos de barra apresentam barras agrupadas em grupos (gráficos de barras agrupadas) e outros mostram as barras divididas em subpartes para mostrar efeito acumulativo (gráficos de barras empilhadas).

**Questão 17**

Existem controvérsias acerca da magnitude dos fatores que influenciam o voto do eleitor. Embora, atualmente as pesquisas eleitorais possam ser divulgadas próximo ao dia da eleição, durante muito tempo essa divulgação não era permitida sob a alegação de que as mesmas influenciavam a decisão de um tipo particular de eleitor, o qual desejava “votar no candidato ganhador” e tendia a votar nos candidatos cuja suposta probabilidade de vitória é maior, independentemente do conteúdo da proposta política apresentada.



Considerando que o Candidato B esteja interessado no voto do tipo de eleitor mencionado no texto e esteja examinando os dois gráficos acima para apresentar, em seu material de propaganda, os resultados de uma pesquisa eleitoral, avalie as afirmações que se seguem.



- I. Os dois gráficos apresentam resultados diferentes
- II. Em relação aos objetivos do Candidato B, o gráfico I é mais adequado que o II.
- III. A decisão a ser tomada apresenta implicações de natureza ética, além das de natureza técnica.

É correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) III, apenas.
- (C) I e II, apenas.
- (D) II e III, apenas
- (E) I, II e III.

### Resolução

#### Informações fundamentais presentes no exercício:

- i) **Escala:** O exercício lida com o efeito da escala sobre a aparência de um gráfico.
- ii) **Perfil de voto:** certos tipos de eleitores tendem a votar no candidato com maior a probabilidade de vitória, independentemente do conteúdo da proposta política apresentada, ou seja, podem ser influenciados diretamente por pesquisas eleitorais (gráficos).

Diante das informações mencionadas no enunciado é possível julgar cada um dos argumentos dados pelo problema.

Argumento (I): **É falso. O correto seria:** Os dois gráficos apresentam resultados iguais. Note que uma análise detalhada dos eixos evidencia que a única diferença entre o Gráfico I e o Gráfico II reside na escala. Trata-se de uma estratégia amplamente utilizada por políticos ao longo de campanhas eleitorais: alterar a escala para modificar o aspecto visual de um gráfico de intenção de votos.

Argumento (II): **É falso. O correto seria:** Em relação aos objetivos do Candidato B, o gráfico II é mais adequado que o I. Justificativa: o gráfico II cria uma falsa impressão de que o candidato B é o franco favorito a eleição, o que favorece a obtenção do voto do tipo de eleitor mencionado no problema.

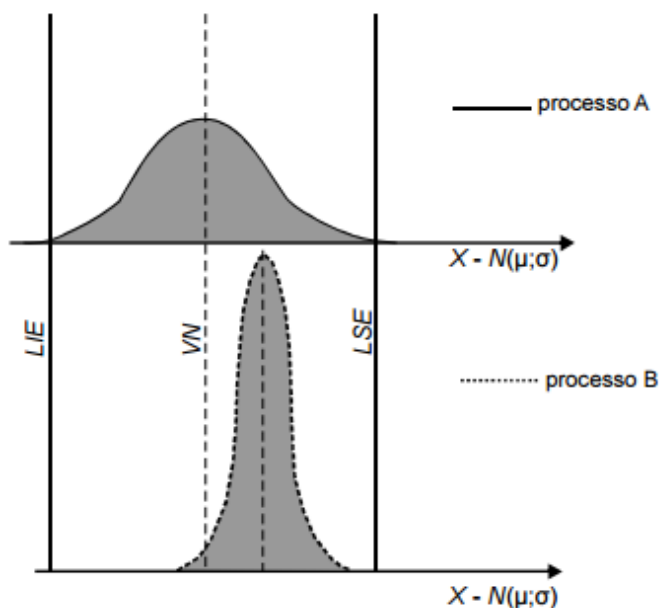
Argumento (III): **É verdadeiro:** Diversos são os fatores que influenciam no poder de voto, sejam elas éticas, ou técnicas, como é evidenciado no uso ideal de um tipo de gráfico, bem como na adoção da escala que favoreça certo candidato.

#### Gabarito:

Alternativa (B).

**Enade 2008 – Engenharia – Grupo VI****Tema do exercício: Controle Estatístico de Processos**

**Resumo:** Os gráficos de controle típicos exibem três linhas paralelas ou perpendiculares ao eixo X. A Linha Central: representa o valor médio da característica de qualidade exigida pela fábrica. A Linha Superior: representa o limite superior de especificação (LSE). A Linha Inferior: representa o limite inferior de especificação (LIE). Uma vez apresentado o gráfico, os pontos devem permanecer dentro do intervalo determinado pelo LSE e LIE.

**Questão 29**

Uma empresa produz eixos de motor, todos com a mesma especificação, utilizando dois processos diferentes de usinagem, A e B. O valor nominal (VN), a tolerância especificada com os limites superior (LSE) e inferior (LIE) e as curvas de processo de usinagem do diâmetro dos eixos (X) de um lote estatisticamente significativo são mostrados na figura acima. A partir dessas informações e das curvas apresentadas na figura, é correto afirmar que

- I. ambos os processos estão sob variações de causas aleatórias.
- II. ambos os processos atendem à tolerância especificada.
- III. a média de cada processo está adequada em ambos os casos, considerando-se o valor nominal (VN).
- IV. o número de eixos fora de especificação, em ambos os casos, é elevado.

Estão certos apenas os itens:

- (A) I e II.
- (B) I e III.
- (C) II e III.
- (D) II e IV.
- (E) III e IV

**Resolução****Conceitos fundamentais presentes no problema:**

- i) **VN:** Valor médio (desejável) para o eixo dos motores.
- ii) **LIE:** Menor valor (aceitável) para a conformidade do processo.
- iii) **LSE:** Maior valor (aceitável) para a conformidade do processo.

Diante das informações apresentadas no enunciado e nos gráficos, é possível discorrer sobre a veracidade, ou não, das assertivas apresentadas pelo problema.

Argumento (I): **É verdadeiro.** Os processos A e B apresentam erros e isso fica visível através da observação do formato da distribuição de probabilidades em cada um dos gráficos. Deve-se destacar que todo processo é influenciado por variáveis não controláveis como a temperatura do ambiente em graus Celsius, bem como por processos como o absentismo. Desta forma, ambos os processos são suscetíveis a variações ocorridas em virtude de causas aleatórias (ou estocásticas).

Argumento (II): **É verdadeiro.** Em nenhum dos processos as medições são inferiores ou superiores aos limites de especificação, portanto, atendem à especificação determinada.

Argumento (III): **É falso. O correto seria:** a média do processo A está adequada, entretanto, o processo B possui uma média superior ao valor nominal (VN) de referência.

Argumento (IV): **É falso. O correto seria:** o número de eixos fora de especificação, em ambos os casos, é baixo. Observação: o problema não informa o número de eixos fora de especificação, mas pelos conhecimentos de estatísticos relativos à Engenharia de Produção, nota-se que a área de não conformidade nos processos A e B é desprezível, representando, portanto, um baixo número de defeitos.

**Gabarito:**

Alternativa (A).

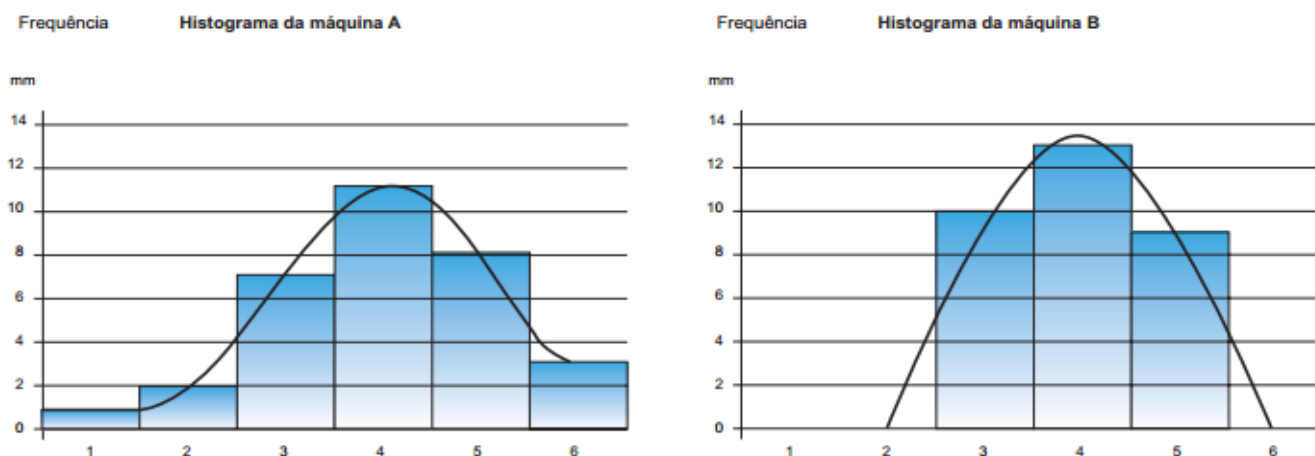
## Enade 2015 – Tecnologia em Gestão da Qualidade

### Tema do exercício: Gestão da Qualidade/Metrologia

**Resumo:** Medição é o processo de determinar experimentalmente um valor de magnitude numérico para uma característica que possa ser atribuída a um objeto ou evento, no contexto de um quadro ou referência que permita fazer comparações com outros objetos ou eventos.

### Questão Discursiva 4

O gestor de qualidade de uma empresa fabricante de peças automotivas teve que escolher a melhor máquina para produzir um lote de peças sob as mesmas condições de processo. Nesta seleção, aplicou o histograma em amostras produzidas em cada uma das máquinas avaliadas. A característica escolhida para o controle foi o diâmetro das peças, medido em décimos de milímetro. Para auxiliar a tomada de decisão foram gerados os gráficos abaixo, que representam os histogramas com as medidas de diâmetro das peças produzidas pelas máquinas A e B.



Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- (A) Indique um instrumento do laboratório de metrologia que pode ser utilizado nas medições necessárias. Justifique sua resposta.
- (B) Identifique a máquina mais eficiente para a fabricação de peças. Justifique sua resposta.

### Resolução

#### De acordo com o Padrão de Resposta:

O estudante deve apresentar as seguintes informações:

- (A) Paquímetro ou micrômetro, pois são os instrumentos que medem o diâmetro em décimos de milímetro.
- (B) A Máquina B é mais eficiente, uma vez que possui variação das medidas dos diâmetros das peças produzidas menor que a variação da Máquina A.

# Capítulo 5:

## Engenharia de Sustentabilidade

Prof<sup>a</sup>. Cintia Rodrigues Lima e Prof. Neimar Campos de Gouvea

### **Enade 2014 – Engenharia de Produção**

#### **Tema do exercício: Pegada Ecológica**

**Resumo:** Em 1990, os cientistas canadenses Mathis Wackernagel e William Rees criaram o termo “pegada ecológica” para mensurar a utilização dos recursos do planeta. A Pegada Ecológica corresponde ao tamanho das áreas produtivas de terra e de água (em hectares), necessário para gerar produtos, bens e serviços.

Para cálculo da pegada ecológica considera-se: os territórios produtivos (agrícola, pastagens, oceanos, florestas, áreas construídas); as áreas usadas para receber os detritos e resíduos gerados; quantidade de terra e água utilizada para manutenção da biodiversidade; os diversos tipos de consumo (alimentação, habitação, energia, bens e serviços, transporte e outros); as tecnologias usadas; o tamanho da população, entre outros.

Os componentes da Pegada Ecológica são:

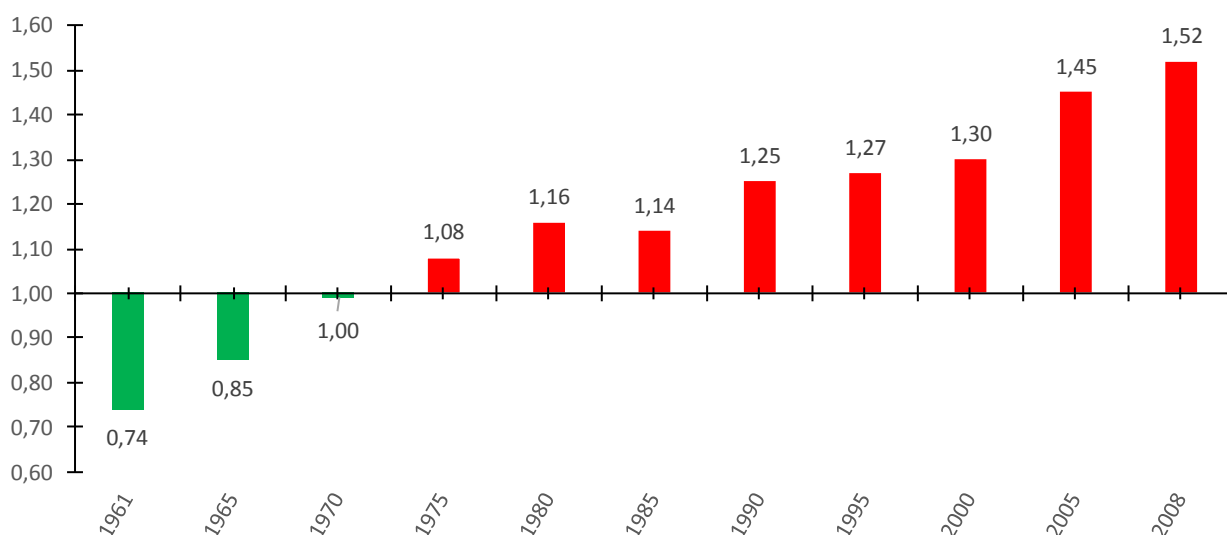
- ✓ Carbono: extensão de áreas florestais capaz de sequestrar (remover) emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis. As emissões de CO<sub>2</sub> absorvidas pelos oceanos que provocam a acidificação (incluir conceito de acidificação) e não são consideradas neste cálculo.
- ✓ Áreas de cultivo: áreas usadas para a produção de alimentos e fibras para consumo humano, produção de ração para o gado, oleaginosas e borracha.
- ✓ Pastagens: áreas de pastagem utilizadas para a criação de gado de corte e leiteiro e para a produção de couro e produtos de lã.
- ✓ Florestas: áreas florestais necessárias para o fornecimento de produtos madeireiros, celulose e lenha.
- ✓ Áreas construídas: áreas utilizadas por infraestrutura humana, inclusive transportes, habitação, estruturas industriais e reservatórios para a geração de energia hidrelétrica.
- ✓ Estoques pesqueiros: estimativa de produção primária necessária para sustentar os peixes e mariscos capturados, com base em dados de captura relativos a espécies marinhas e de água doce.

Sociedades com níveis maiores de industrialização apresentam pegadas ecológicas maiores do que sociedades menos industrializadas. A pegada ecológica é uma forma de medir se a capacidade do planeta está sendo respeitada para garantir a vida de forma sustentável.

Biocapacidade é a capacidade biológica de um ecossistema continuar produzindo os recursos naturais necessários e absorver os resíduos gerados.

**Questão 3**

Pegada ecológica é um indicador que estima a demanda ou a exigência humana sobre o meio ambiente, considerando-se o nível de atividade para atender ao padrão de consumo atual (com a tecnologia atual). É, de certa forma, uma maneira de medir o fluxo de ativos ambientais de que necessitamos para sustentar o nosso padrão de consumo. Esse indicador é medido em hectare global, medida de área equivalente a 10.000 m<sup>2</sup>. Na medida hectare global, são consideradas apenas as áreas produtivas do planeta. A biocapacidade do planeta, indicador que reflete a regeneração (natural) do meio ambiente, é medida também em hectare global. Uma razão entre pegada ecológica e biocapacidade do planeta igual a 1 indica que a exigência humana sobre os recursos do meio ambiente é repostada na sua totalidade pelo planeta, devido à capacidade natural de regeneração. Se for maior que 1, a razão indica que a demanda humana é superior à capacidade do planeta de se recuperar e, se for menor que 1, indica que o planeta se recupera mais rapidamente.

**Razão entre a pegada ecológica e a biocapacidade do planeta**

Disponível em: <<http://financasfaceis.wordpress.com>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

O aumento da razão entre pegada ecológica e biocapacidade representado no gráfico evidencia:

- A. Redução das áreas de plantio do planeta para valores inferiores a 10.000 m<sup>2</sup> devido ao padrão atual de consumo de produtos agrícolas.
- B. Aumento gradual da capacidade de regeneração do planeta em relação às exigências humanas.
- C. Reposição dos recursos naturais pelo planeta em sua totalidade frente às exigências humanas.
- D. Incapacidade de regeneração natural do planeta ao longo do período 1961-2008.
- E. Tendência ao desequilíbrio gradual e contínuo da sustentabilidade do planeta.

**Resolução**

Avaliando o gráfico apresentado na questão, o aumento da razão entre pegada ecológica e biocapacidade representado no gráfico evidencia:

(A) Redução das áreas de plantio do planeta para valores inferiores a 10.000 m<sup>2</sup> devido ao padrão atual de consumo de produtos agrícolas.

**Incorreto**, pois, pelo gráfico, a pegada ecológica vem aumentando em relação à biocapacidade do planeta. A área de plantio representa somente em um dos componentes da pegada ecológica e no gráfico não é possível evidenciar o impacto isolado da área de plantio no cálculo.

(B) Aumento gradual da capacidade de regeneração do planeta em relação às exigências humanas.

**Incorreto**, pois, como a razão entre a pegada ecológica e a biocapacidade do planeta está aumentando, a capacidade de regeneração do planeta reduziu em relação às exigências humanas.

(C) Reposição dos recursos naturais pelo planeta em sua totalidade frente às exigências humanas.

**Incorreto**, pois a reposição dos recursos naturais frente às exigências humanas tem sido menor a cada ano conforme apresentado no gráfico. As exigências humanas estão maiores que a capacidade de regeneração natural do meio ambiente.

(D) Incapacidade de regeneração natural do planeta ao longo do período 1961-2008.

**Incorreto**, pois, pelo gráfico, em 1961 e 1965, a capacidade de regeneração do planeta era maior que a pegada ecológica, ou seja, o meio ambiente tinha capacidade de reposição dos recursos naturais além do necessário pelas exigências humanas.

(E) Tendência ao desequilíbrio gradual e contínuo da sustentabilidade do planeta.

**Correto**, pois a relação entre a pegada ecológica e a biocapacidade vem aumentando indicando que a exigência humana sobre o meio ambiente está cada vez maior em relação à capacidade de regeneração natural do meio ambiente.

**Gabarito:**

Alternativa (E)

**Enade 2014 – Engenharia de Produção****Tema do exercício: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

**Resumo:** A demanda bioquímica de oxigênio DBO mede a quantidade de oxigênio necessária para a decomposição de material orgânico em um volume unitário de água. Quanto maior a quantidade de resíduos orgânicos na água, mais oxigênio é utilizado. A matéria orgânica é decomposta em um processo aeróbico (na presença de oxigênio) realizado por microrganismos.

O teste de DBO em laboratório, que simula as condições encontradas no meio ambiente, envolve duas medições. A quantidade de oxigênio disponível é medida logo após a coleta e 5 dias depois. A diferença de concentração de oxigênio nas duas medições representa a demanda bioquímica de oxigênio. Para a segunda medição, a amostra é mantida por 5 dias em uma temperatura de 20°C.

Valores altos de DBO indicam um alto consumo de oxigênio. Quando a quantidade de oxigênio disponível é consumido, inicia-se o processo de decomposição anaeróbica (sem a presença de oxigênio) da matéria orgânica. A decomposição de matéria orgânica de forma anaeróbica gera subprodutos que degradam a qualidade da água como o metano (CH<sub>4</sub>), a amônia (NH<sub>3</sub>) e ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S), entre outros. Além disso, a ausência de oxigênio disponível na água provoca a morte dos organismos que dependem de oxigênio para os processos respiratórios.

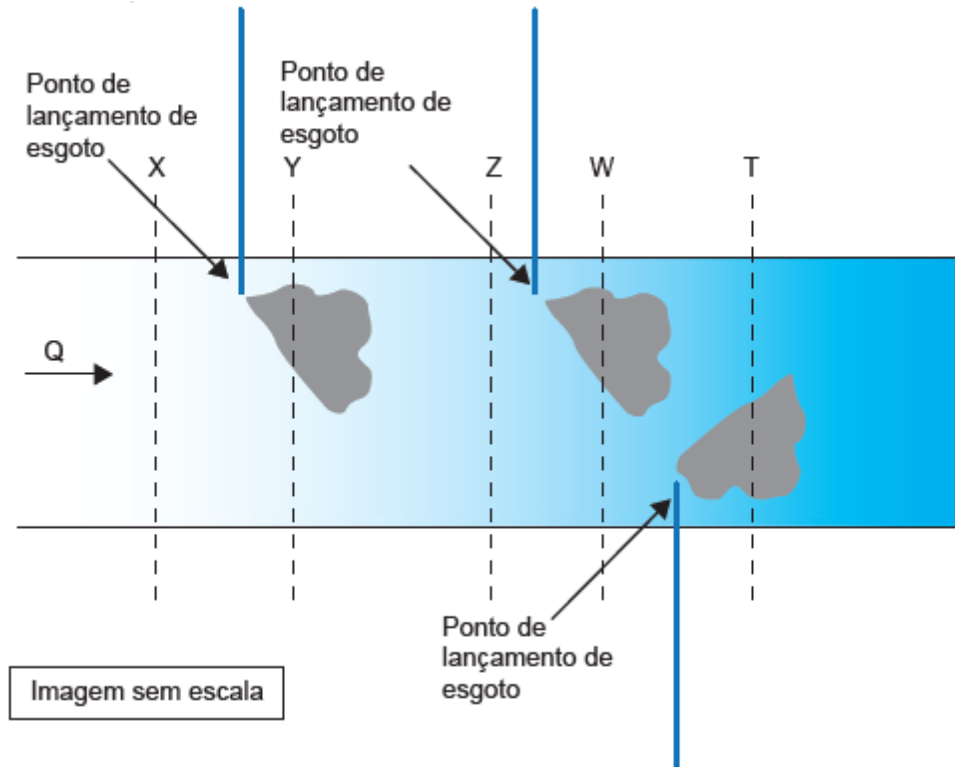
**Questão 11**

A DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) de uma amostra é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição aeróbia. Quando a amostra é guardada por 5 dias em uma temperatura de incubação de 20°C, ela é referida como DBO<sub>5,20</sub>, que é normalmente utilizada como um dos parâmetros para verificação da qualidade da água. O seguinte quadro classifica um curso d'água em função da sua DBO<sub>5,20</sub>:

Classificação	DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)
Muito limpo	Até 1
Limpo	Maior que 1 até 2
Razoável	Maior que 2 até 4
Ruim	Maior que 4 até 6
Péssimo	Maior que 6

A imagem a seguir mostra um trecho de um rio com 5 seções (X, Y, Z, W e T), em que são coletadas amostras de água para a determinação de DBO<sub>5,20</sub> em laboratório.





O quadro abaixo apresenta os resultados, em diferentes unidades, das amostras colhidas.

Seção	DBO <sub>5,20</sub>
X	0,4 g/m <sup>3</sup>
Y	3.850 mg/m <sup>3</sup>
Z	2.500 mg/m <sup>3</sup>
W	3.000 mg/m <sup>3</sup>
T	0,01 kg/m <sup>3</sup>

Considerando que pode ocorrer autodepuração no rio, em qual seção dele a água não pode ser classificada, no mínimo, como “razoável”?

- A. X
- B. Y
- C. Z
- D. W
- E. T

## Resolução

Transformando os resultados para mg/L e aplicando a tabela de classificação apresentada na questão, teremos:

Seção	DBO <sub>5,20</sub>	DBO <sub>5,20</sub>	Classificação
X	0,4 g/m <sup>3</sup>	0,4 mg/L	Muito limpo
Y	3.850 mg/m <sup>3</sup>	3,85 mg/L	Razoável
Z	2.500 mg/m <sup>3</sup>	2,5 mg/L	Razoável
W	3.000 mg/m <sup>3</sup>	3,0 mg/L	Razoável
T	0,01 kg/m <sup>3</sup>	10 mg/L	Péssimo

Na seção “X”, a água é classificada como muito limpa e nas seções “Y”, “Z” e “W” é classificada como razoável. Somente na seção “T”, a água não pode ser considerada, no mínimo, como razoável.

### Gabarito:

Alternativa (E)

## **Enade 2014 – Engenharia de Produção**

### **Tema do exercício: Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)**

**Resumo:** A Resolução nº 04, de 15 de dezembro de 2010, o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) dispõe sobre a Aprovação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV). A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma avaliação quantitativa dos efeitos ambientais de produtos (fabricação e consumo), processos e serviços. É considerada como um “instrumento de apoio à sustentabilidade ambiental no Brasil”.

A ACV é um instrumento de gestão ambiental que permite às organizações entenderem as incidências ambientais dos materiais, dos processos e dos produtos, podendo a informação obtida conduzir ao desenvolvimento de novos produtos e à detecção de melhorias a serem aplicadas, além de formular estratégias comerciais específicas.

No Brasil as normas relacionadas à ACV estão condensadas na ABNT NBR ISO14040 e na ABNT NBR ISO14044. De acordo com a norma ABNT NBR ISO 14040:2009 o ciclo de vida é composto pelos “estágios sucessivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais à disposição final” e a ACV é a “compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida”.

De acordo com as normas, um estudo de ACV é composto por quatro fases:

1. Definição dos Objetivos e Escopo: determinação do escopo do estudo e seus objetivos que devem ser consistentes com a aplicação pretendida
2. Inventário do ciclo de vida: coleta dos dados desde a extração de matéria prima até a destinação final e os procedimentos de cálculo pertinentes ao escopo do estudo. Identificação dos fluxos de materiais e de energia; entradas e saídas dos processos e as liberações ao meio ambiente
3. Avaliação dos Impactos: definição e avaliação dos impactos ambientais potenciais dos processos identificados no inventário realizado.
4. Interpretação do ciclo de vida: identifica as questões significativas do estudo, checar a integridade, a sensibilidade e a consistência dos resultados e definir as conclusões, as limitações e as recomendações do estudo.

### **Questão 35**

Iniciativas para sustentabilidade vêm sendo uma preocupação mundial. A Organização das Nações Unidas, em seu Programa para o Meio Ambiente, aborda os esforços que as organizações devem fazer, em todas suas decisões e atividades, com foco na sustentabilidade. Nesse programa, uma das recomendações é a adoção e prática da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do Produto.

Disponível em: <<http://www.unep.org>>. Acesso em: 05 ago, 2014 (adaptado).

No Brasil, a Resolução nº 04, de 15 de dezembro de 2010, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, dispõe sobre a Aprovação do Programa Brasileiro da Avaliação do Ciclo de Vida.

Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em 05 ago. 2014 (adaptado).

A respeito das características e princípios da Avaliação do Ciclo de Vida do Produto, avalie as afirmações a seguir:

- I. Permite a quantificação das emissões ambientais ou a análise do impacto ambiental de um produto.
- II. É utilizada para comparar o impacto ambiental de diferentes produtos com similar função.
- III. A avaliação do impacto ambiental de um produto é considerada desde a fase de montagem até o seu final de vida.
- IV. A fase de inventário consiste na realização de um levantamento quantificado de dados de todas as emissões das entradas (insumos e energia) e saídas (produtos e subprodutos).
- V. As fases que compõem um estudo de ACV são: prospecção de materiais; definição de objetivo e escopo; análise de inventário; avaliação de impacto e interpretação.

É correto apenas o que se afirma em:

- A. I e III
- B. II e V
- C. I, II e IV
- D. I, III, IV e V
- E. II, III, IV e V

**Resolução**

Avaliando as afirmações a respeito das características e princípios da Avaliação do Ciclo de Vida do Produto:

- I. Permite a quantificação das emissões ambientais ou a análise do impacto ambiental de um produto.

Afirmativa correta. Em um estudo de ACV é feito o inventário do ciclo de vida de um produto coletando os dados desde a extração da matéria prima até a destinação final do produto, quantificando as emissões ambientais além da identificação e a avaliação dos impactos ambientais do produto

- II. É utilizada para comparar o impacto ambiental de diferentes produtos com similar função.

Afirmativa correta. Em um estudo de ACV é feita a identificação e a avaliação dos impactos ambientais de um produto. Os estudos de ACV podem ser comparados entre si de forma a comparar os impactos de diferentes produtos que possuem funções similares.

- III. A avaliação do impacto ambiental de um produto é considerada desde a fase de montagem até o seu final de vida.

Afirmativa incorreta. A ACV considera o produto desde a extração de matéria prima até sua destinação final portanto a avaliação se inicia antes da fase de montagem do produto.

- IV. A fase de inventário consiste na realização de um levantamento quantificado de dados de todas as emissões das entradas (insumos e energia) e saídas (produtos e subprodutos).

Afirmativa correta. Na fase de inventário, é feito o levantamento de dados e a quantificação de todas as entradas e saídas dos processos necessários para o produto identificando os fluxos de materiais e energia e as liberações ao meio ambiente.

- V. As fases que compõem um estudo de ACV são: prospecção de materiais; definição de objetivo e escopo; análise de inventário; avaliação de impacto e interpretação.

Afirmativa incorreta. Um estudo de ACV possui 4 fases:

1. Definição dos objetivos e escopo;
2. Inventário do ciclo de vida;
3. Avaliação dos impactos;
4. Interpretação do ciclo de vida.

**Gabarito:**

Alternativa (C)

## **Enade 2011 – Engenharias VI**

### **Tema do exercício: Emissões Atmosféricas (CO<sub>2</sub> e particulados)**

**Resumo:** A Análise do Ciclo de Vida ou Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de um produto é um estudo que abrange a identificação e a análise de todas as emissões ao meio ambiente, desde a extração de matéria prima até a destinação final do produto.

O ar é um recurso natural que recebe emissões atmosféricas de várias fontes de poluição e, devido à sua “mobilidade”, dissemina estas emissões a pontos distantes da fonte geradora. A qualidade do ar é importante para a garantia da qualidade de vida e, como não há fronteira geográfica para o ar, a poluição atmosférica gera impactos de difícil solução. Por isso ela deve ser controlada em sua fonte geradora.

Na Resolução 382 de 26 de dezembro de 2006, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

O meio ambiente possui capacidade para absorver emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) pelos oceanos e pelas plantas porém esta capacidade é limitada. O excesso de emissões de CO<sub>2</sub> é um dos fatores que contribuem para o efeito estufa.

Material particulado é composto de pequenas partículas emitidas para a atmosfera durante a realização dos processos. Estas partículas também geram impactos ambientais que prejudicam a qualidade do ar.

### **Questão 27**

No projeto de unidades produtivas agroindustriais, a “Análise do Ciclo de Vida” é um dos principais métodos utilizados para avaliação dos impactos ambientais de diferentes processos de trabalho. Uma análise simplificada do ciclo de vida da cachaça comparou casos de produtores industriais e de produtores artesanais. A análise contemplou as seguintes etapas: colheita da cana-de-açúcar, moagem, fermentação, destilação e homogeneização até a etapa em que o produto está pronto para distribuição. No produtor industrial, a cachaça destilada é transportada desde várias áreas para um local central, para a homogeneização. Os dados relativos às emissões de CO<sub>2</sub> e de material particulado estão listados na tabela seguinte.

Dióxido de carbono e material particulado emitidos por dia durante o processo de fabricação de cachaça Valores totais (Kg)				
	Fermentação CO <sub>2</sub>	Queima do bagaço CO <sub>2</sub>	Total de CO <sub>2</sub> emitido	Material particulado
<b>Produtor artesanal</b>	640	2 243,2	2 883,2	43,29
<b>Produtos industrial</b>	192 000	672 960	883 814,2	13 249,31
Valores (kg) por unidade funcional – 1 litro de cachaça				
<b>Produtor artesanal</b>	0,3657	1,2818	1,6475	0,0247
<b>Produtos industrial</b>	0,3491	1,2236	1,6882	1,5516

Fonte: NIGRI, E.L.; ROMEIRO FILHO, E.; ROCHA, S.D.F.; FARIA, P.E. Comparando processos industriais e artesanais: uma aplicação da análise simplificada do ciclo de vida na produção de cachaça. São Carlos, out. 2010. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

Considerando a situação descrita, avalie as seguintes afirmativas.

- I. O impacto gerado por tonelada produzida entre pequenos produtores é menor que nos grandes produtores.
- II. Quanto maior o volume de produção de um insumo ou produto, maior o impacto gerado ao ambiente.
- III. A comparação entre impactos ambientais gerados em processos industriais e artesanais varia de acordo com suas especificidades.
- IV. O aumento da necessidade de transporte entre as unidades da cadeia de produção e consumo agrava o impacto ambiental.

É correto apenas o que se afirma em:

- A. I e II.
- B. I e III.
- C. II e IV.
- D. I, III e IV.
- E. II, III e IV.

**Resolução**

Avaliando as afirmativas considerando a situação descrita:

- I. O impacto gerado por tonelada produzida entre pequenos produtores é menor que nos grandes produtores.

Afirmativa incorreta. Ao se avaliar as informações da tabela, percebe-se que para a fabricação de uma unidade funcional (1 litro de cachaça) as emissões de CO<sub>2</sub> no processo produtivo (fermentação e queima do bagaço) são maiores no produtor artesanal (1,6475) do que no produtor industrial (1,5727). O total de CO<sub>2</sub> emitido no produtor industrial se torna maior que o emitido pelo produtor artesanal devido à atividade de transporte para a homogeneização.

- II. Quanto maior o volume de produção de um insumo ou produto, maior o impacto gerado ao ambiente.

Afirmativa correta. Cada unidade produzida gera emissões de CO<sub>2</sub> e de material particulado portanto, quanto mais unidades forem produzidas, maior será o impacto das emissões no meio ambiente

- III. A comparação entre impactos ambientais gerados em processos industriais e artesanais varia de acordo com suas especificidades.

Afirmativa correta. Os impactos ambientais estão relacionados diretamente com os processos produtivos utilizados para a geração do produto. Dependendo da forma como o processo de fabricação é estruturado, a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> e de material particulado é diferente.

- IV. O aumento da necessidade de transporte entre as unidades da cadeia de produção e consumo agrava o impacto ambiental.

Afirmativa correta. Na segunda parte da tabela é possível perceber que, para uma unidade produzida pelo produtor industrial, a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> e de material particulado é menor que as emissões do produtor artesanal. A emissão total do produtor industrial somente é maior que a emissão do produtor artesanal porque no produtor industrial há uma etapa de transporte da cachaça destilada para a homogeneização.

**Gabarito:**

Alternativa (E)

**Enade 2014 – Engenharia de Produção****Tema do exercício: Queima de biomassa**

**Resumo:** Biomassa é a quantidade de material vivo ou de material orgânico contida nos organismos que pode ser utilizada para a geração de gases que são transformados em energia. Na energia gerada pela decomposição do material orgânico, observa-se uma baixa concentração de poluentes.

Considerada como um recurso natural renovável, a biomassa gera energia a partir de processos como a combustão. A utilização de resíduos de madeira para a geração de energia térmica é uma opção que reduz os impactos ambientais dos processos produtivos; reduzindo a poluição atmosférica e o efeito estufa.

De uma forma geral, o processo de fabricação de blocos cerâmicos tem as seguintes etapas: preparação da matéria prima; preparação da massa, formação das peças, corte, secagem, tratamento térmico e acabamento. Na etapa do tratamento térmico é que são definidas as propriedades finais dos blocos cerâmicos.

O gás natural atualmente tem uma ampla utilização na geração de energia térmica. É um tipo de combustível fóssil. Como os combustíveis fósseis são recursos não renováveis, o aumento de sua utilização nas últimas décadas está aproximando suas reservas do esgotamento.

**Questão 16**

Uma indústria de blocos cerâmicos pretende utilizar queima de biomassa resultante de resíduos de madeira, para gerar energia térmica para seus fornos, que, atualmente, utilizam gás natural. Tal iniciativa poderá reduzir o consumo de combustível, porém será necessário um investimento no valor de 20% do consumo/ano atual de combustível visando à adaptação dos fornos. Além disso, o transporte anual dos resíduos da fonte geradora até a indústria irá custar 5% do consumo/ano atual de combustível. Estima-se que essa alteração promova uma economia, no consumo/ano atual de combustível, de 10% ao ano.

A partir da situação descrita, avalie as afirmações a seguir.

- I. A partir do quinto ano, a indústria começaria a ter benefícios econômicos
- II. Na proposta apresentada, a indústria substituiria o combustível atual por uma fonte de energia com menor produção e emissão de partículas devido ao processo de combustão (particulados).
- III. Na proposta apresentada, a indústria substituiria o combustível atual por uma fonte renovável de energia.
- IV. O valor do investimento supera os benefícios promovidos com a economia de combustível durante os 5 primeiros anos.



É correto apenas o que se afirma em:

- A. II
- B. IV
- C. I e II
- D. I e III
- E. III e IV

### Resolução

As afirmativas foram avaliadas a partir da situação descrita:

I. A partir do quinto ano, a indústria começaria a ter benefícios econômicos.

**Afirmativa correta.** Serão necessários 4 anos para que a empresa consiga pagar o investimento feito. Então, somente a partir do quinto ano é que a empresa começará a receber benefícios econômicos.

II. Na proposta apresentada, a indústria substituiria o combustível atual por uma fonte de energia com menor produção e emissão de partículas devido ao processo de combustão (particulados).

**Afirmativa incorreta.** Na proposta apresentada, a geração de energia precisa ser a mesma para que a indústria mantenha seus níveis de produtividade. A emissão de partículas devido ao processo de combustão da biomassa é menor o que torna esta fonte de geração de energia menor poluente.

III. Na proposta apresentada, a indústria substituiria o combustível atual por uma fonte renovável de energia.

**Afirmativa correta.** A queima de biomassa resultante de resíduos de madeira, para gerar energia térmica em substituição ao gás natural é uma alternativa para a redução da geração de poluentes atmosféricos.

IV. O valor do investimento supera os benefícios promovidos com a economia de combustível durante os 5 primeiros anos.

**Afirmativa incorreta.** O valor do investimento supera os benefícios promovidos com a economia de combustível somente nos três primeiros anos. No quarto ano o valor do investimento se iguala à economia de combustível. A partir do quinto ano a economia de combustível supera o valor do investimento.

### Gabarito:

Alternativa (D)

# Capítulo 6:

## Ciclo Básico de Engenharia

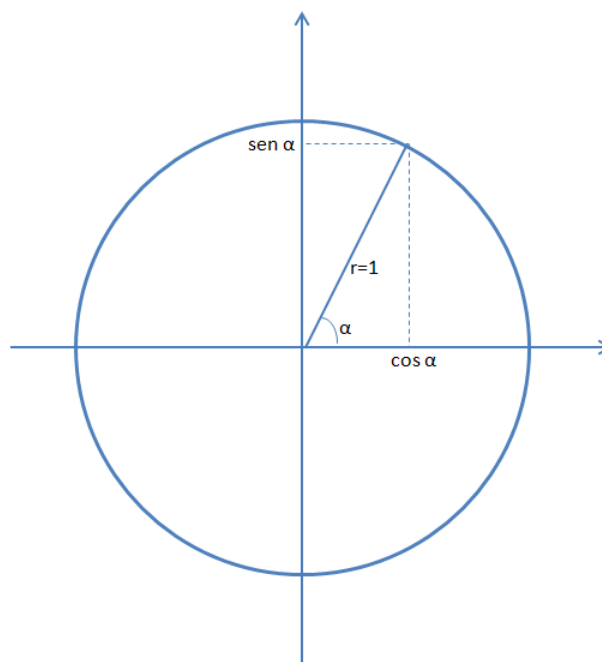
Dr. Hendrigo Batista da Silva e Prof. Tiago Silveira Gontijo

### Enade 2008 – Engenharias VI

#### **Tema do exercício: Funções trigonométricas**

**Resumo:** Na matemática, as funções trigonométricas seno e cosseno representam a projeção nos eixos cartesianos de uma abertura de ângulo no círculo unitário, conforme figura abaixo.

**Figura 6.1** – Funções Trigonômicas no Círculo de Raio Unitário



Esta questão explora os conhecimentos trigonométricos correspondentes aos ângulos de  $0^\circ$  e  $90^\circ$ .

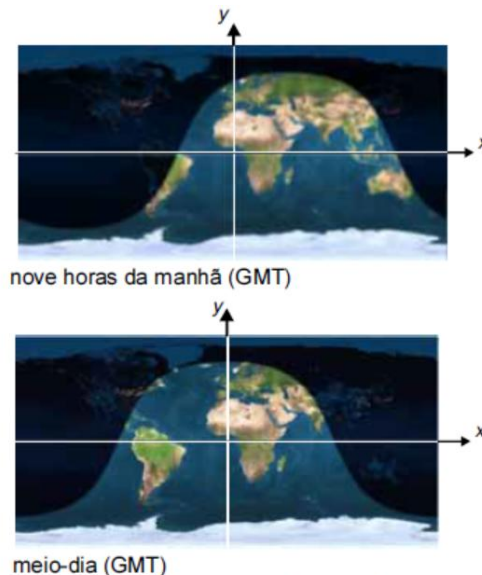
#### **Questão 13**

As duas figuras abaixo mostram uma representação da Terra iluminada pelo Sol. As duas figuras correspondem ao 1º dia do verão no hemisfério sul. A primeira foi obtida às 9 h da manhã com relação ao meridiano de Greenwich (GMT – Greenwich Mean Time). A segunda imagem foi obtida três horas depois, ou seja, ao meio-dia (GMT). As imagens podem ser usadas para se determinar o horário do amanhecer e do pôr-do-sol em qualquer cidade do mundo. Nas figuras, foi introduzido um sistema de coordenadas cartesianas, no qual a linha do Equador é representada pelo eixo dos x (dado em graus)

e o meridiano de Greenwich, pelo eixo dos  $y$  (também dado em graus), de modo que  $y = +90$  no pólo norte e  $y = -90$  no pólo sul.

**Figura 6.2** – Terra iluminada pelo sol no 1º dia do verão no hemisfério sul

Fonte: ENADE 2008



Internet: <[www.fourmilab.ch/cgi-bin/Earth](http://www.fourmilab.ch/cgi-bin/Earth)> (com adaptações).

Considere que  $t$  seja o tempo, em horas, de modo que  $t = 0$  corresponda ao meio-dia (GMT). Escolha a opção que descreve o modelo mais preciso do deslocamento da curva que separa a área iluminada da região de sombra na Terra, no dia representado nas figuras.

- (A)  $y = 75 \cos(x + 15 t)$
- (B)  $y = 75 \sen(x - 24 t)$
- (C)  $y = 75 \sen(x + 15 t)$
- (D)  $y = 90 \cos(x + 24 t)$
- (E)  $y = 90 \sen(x - 24 t)$

### Resolução

#### Informações relevantes do enunciado:

- $t = 0$  corresponde ao meio-dia GMT.
- $y = +90$  corresponde ao polo norte.
- $y = -90$  corresponde ao polo sul.

Ao meio-dia ( $t=0$ ), a variável  $y$  terá valor máximo em  $x = 0$ , que corresponde à situação de meio-dia (GMT). Pela figura, pode-se observar que a curva que separa a área iluminada da região de sombra apresenta apenas um deslocamento lateral quanto ao ponto máximo de  $y$ , sendo que este ponto não atinge o valor de  $+90$  para nenhum valor de  $t$ . Essa situação advém do fato de que o sol no primeiro dia do verão no hemisfério sul, conhecido como solstício de verão, não atinge o polo norte.

Substituindo o valor de  $x$  e  $t$  nas alternativas para a situação de meio-dia, quando são nulos, é possível eliminar alternativas inviáveis, pois  $y$  necessariamente deve estar entre o equador e o polo norte, ou seja:  $0 < y < 90$

**I: Alternativa A:**

$$y = 75 * \cos(0)$$

$$y = 75$$

Nessa situação, temos uma alternativa possível que obedece a condição anterior para  $y$ .

**II: Alternativa B e C:**

$$y = 75 * \sin(0)$$

$$y = 0$$

Como  $y$  não obedece à condição de ser maior que zero, estas alternativas estão incorretas.

**III: Alternativa D:**

$$y = 90 * \cos(0)$$

$$y = 90$$

Como  $y$  não obedece à condição de ser menor que 90, esta alternativa também está incorreta.

**IV: Alternativa E:**

$$y = 90 * \sin(0)$$

$$y = 0$$

Como  $y$  não obedece à condição de ser maior que 0, esta alternativa também está incorreta.

**Gabarito:**

Alternativa (A)

**Enade 2008 – Engenharias VI**

**Tema do exercício: Lei de Ohm**

**Resumo:** Na física dos circuitos elétricos, a Lei de Ohm estabelece a relação entre voltagem, resistência e corrente. Ela é dada por:

$$V = R * i$$

Esta questão explora conhecimentos derivados da Lei de Ohm para a potência e conhecimentos sobre o funcionamento de um chuveiro por efeito Joule.

**Questão 16**

Um chuveiro elétrico de uma residência alimentada com tensão de 220 V opera em duas posições: inverno (4.400 W) e verão (2.200 W). Considere que a carga desse chuveiro elétrico seja representada por uma resistência pura. Sabendo que a potência em uma carga é igual ao produto da tensão pela corrente ( $P = V \times I$ ), que a relação entre tensão e corrente em uma carga resistiva é igual ao próprio va-

lor da resistência ( $R = V/I$ ) e que a energia em uma carga de potência constante é dada pelo produto da potência pelo tempo ( $E = P \times t$ ), conclui-se que:

- (A) é adequado o uso de um disjuntor de 15 A para proteger o circuito desse chuveiro.
- (B) a resistência do chuveiro na posição inverno é maior que a resistência na posição verão.
- (C) a quantidade de energia gasta em um banho de 10 minutos independe da posição da chave do chuveiro: inverno ou verão.
- (D) a potência do chuveiro na posição inverno, se ele fosse instalado em uma residência alimentada em 110 V, seria de 1.100 W.
- (E) a potência independe do valor da resistência, visto que é dada pelo produto da tensão pela corrente.

### Resolução

#### Informações relevantes do enunciado:

- As potências de 4.400W e 2.200W do chuveiro.
- A tensão de 220V
- As funções explicitadas.

Vamos analisar cada alternativa:

- Alternativa A: para ver se o uso de um disjuntor de 15 A é adequado para proteger o circuito desse chuveiro, deve-se calcular qual é a corrente do circuito nas posições inverno e verão.
  - Assim, na posição verão temos que:

$$i = \frac{P}{V} = \frac{2200}{220} = 10 \text{ A}$$

- Já na posição inverno:

$$i = \frac{P}{V} = \frac{4400}{220} = 20 \text{ A}$$

Como a corrente do disjuntor deve ser maior ou igual à corrente do circuito a ser protegido, pode-se afirmar que usar um disjuntor de 15 A não é adequado para este circuito, devido à posição inverno gerar uma corrente de 20 A. Sendo assim, a alternativa A está incorreta.

- Alternativa B: a resistência na posição inverno é menor do que na posição verão, e não maior, para que se dissipe mais calor e a água se aqueça mais. Esse fenômeno é conhecido como Efeito Joule. Pela Lei de Ohm, tem-se que:

$$V = R * i$$

- Assim, na posição verão e tomando como base a corrente calculada anteriormente, temos que:

$$R = \frac{V}{i} = \frac{220}{10} = 22 \Omega$$

- Já na posição inverno:

$$R = \frac{V}{i} = \frac{220}{20} = 11 \Omega$$

Logo, a alternativa B está incorreta.

- Alternativa C: a energia gasta em um banho é calculada pela seguinte equação:

$$E = P * t$$

- Assim, transformando de minuto para hora, para a posição verão temos que:

$$E = 2200 * \frac{10}{60} = 366,66 \text{ Wh}$$

- Já na posição inverno:

$$E = 4400 * \frac{10}{60} = 733,33 \text{ Wh}$$

Logo, gasta-se mais energia na posição inverno e a alternativa C está incorreta.

- Alternativa D: a resistência do chuveiro foi calculada em  $11 \Omega$ . Através da Lei de Ohm, tem-se que:

$$i = \frac{V}{R}$$

$$P = V * i = V * \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} = \frac{110^2}{11} = 1.100W$$

Logo, a alternativa D está correta.

- Alternativa E: a potência depende do valor da resistência, sendo inversamente proporcionais pela equação:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Assim, quanto maior a resistência, menor é a potência. A alternativa E está incorreta.

### **Gabarito:**

Alternativa (D)

## **Enade 2008 – Engenharias VI**

### **Tema do exercício: Raciocínio Lógico**

**Resumo:** Na matemática, a relação de fração também pode indicar uma medida de produtividade, que mede a eficiência de um processo produtivo.

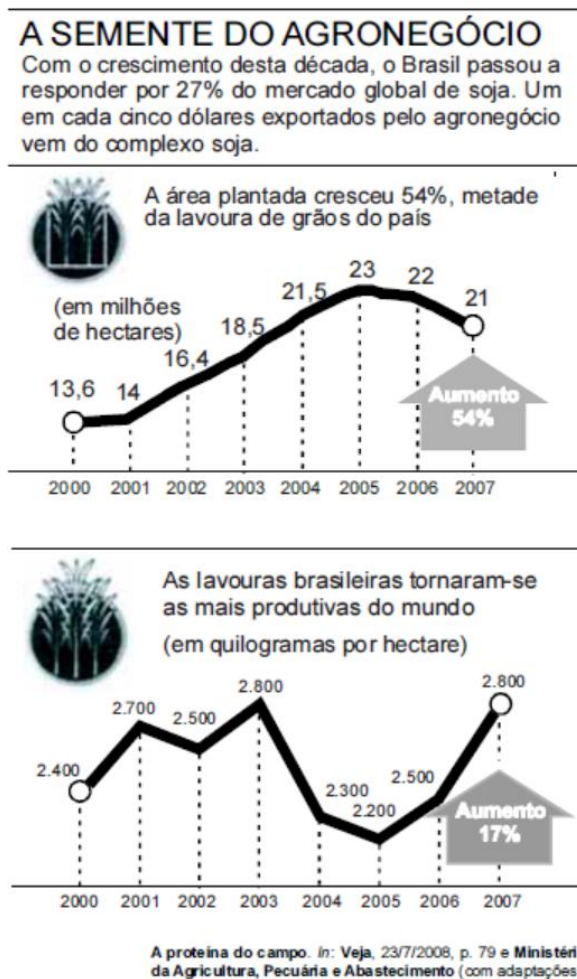
$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Produção}}{\text{Recurso Disponível}}$$

Esta questão explora conhecimentos de produtividade, cálculo de taxas de variação e interpretação de gráficos.

### **Questão 19**

Os gráficos abaixo apresentam informações sobre a área plantada e a produtividade das lavouras brasileiras de soja com relação às safras de 2000 a 2007.

**Figura 6.3** – Variação da área plantada e da produtividade das lavouras brasileiras. Fonte: ENADE 2008



Considere que as taxas de variação de 2006 para 2007, observadas nos dois gráficos, se mantenham para o período de 2007 a 2008. Nessa situação, a produção total de soja na safra brasileira de 2008 seria, em milhões de toneladas,

- (A) menor que 58,8.  
 (B) maior ou igual a 58,8 e menor que 60.  
 (C) maior ou igual a 60 e menor que 61.  
 (D) maior ou igual a 61 e menor que 62.  
 (E) maior ou igual a 62.

### Resolução

#### Informações relevantes do enunciado:

- A queda de 22 para 21 milhões de hectares de área plantada.
- O aumento de 2.500 para 2.800 quilogramas por hectare.

No primeiro gráfico, a área plantada de 2006 para 2007 caiu de 22 para 21 milhões de hectares, ou seja, caiu 4,55%. Já no segundo gráfico, neste mesmo período a produtividade subiu de 2.500 para 2.800 quilogramas por hectare, ou seja, subiu 12%. Assim, replicando estas taxas para o período de 2007 para 2008:

- Área plantada em 2008:

$$A(2008) = A(2007) * (1 - 0,0455) = 21 * 0,9545 = 20,0445 \text{ milhões ha}$$

- Produtividade em 2008:

$$P(2008) = P(2007) * (1 + 0,12) = 2.800 * 1,12 = 3.136 \text{ kg/ha}$$

Logo, a produção total de soja da safra seria de:

$$S(2008) = P(2008) * A(2008) = 3.136 * 20,0445 = 62.859,5 \text{ milhões kg} = 62,8 \text{ milhões t}$$

**Gabarito:**

Alternativa (E)

**Enade 2008 – Engenharias VI**

**Tema do exercício: Programação de Computadores**

**Resumo:** Na programação de computadores, estruturas de decisão e laços são utilizadas para que operações lógicas possam ocorrer, caso algumas condições sejam verdadeiras.

SE CONDIÇÃO  
 PARA ENQUANTO CONDIÇÃO  
 FIM PARA  
 FIM SE

Este exercício explora a interpretação destas estruturas, além da sequência lógica de execução de um código em uma linguagem geral de programação.

**Questão 20**

Pseudocódigo é uma forma genérica de se escrever um algoritmo, da forma mais detalhada possível, utilizando-se uma linguagem simples, nativa a quem o escreve, de modo a ser entendida sem necessidade de se conhecer a sintaxe de uma linguagem de programação específica. Apresenta-se abaixo o pseudocódigo de um algoritmo capaz de resolver equações diferenciais da forma  $\frac{dx(t)}{dt} = g(x)$ , frequentemente encontrada em problemas de modelagem em engenharia.

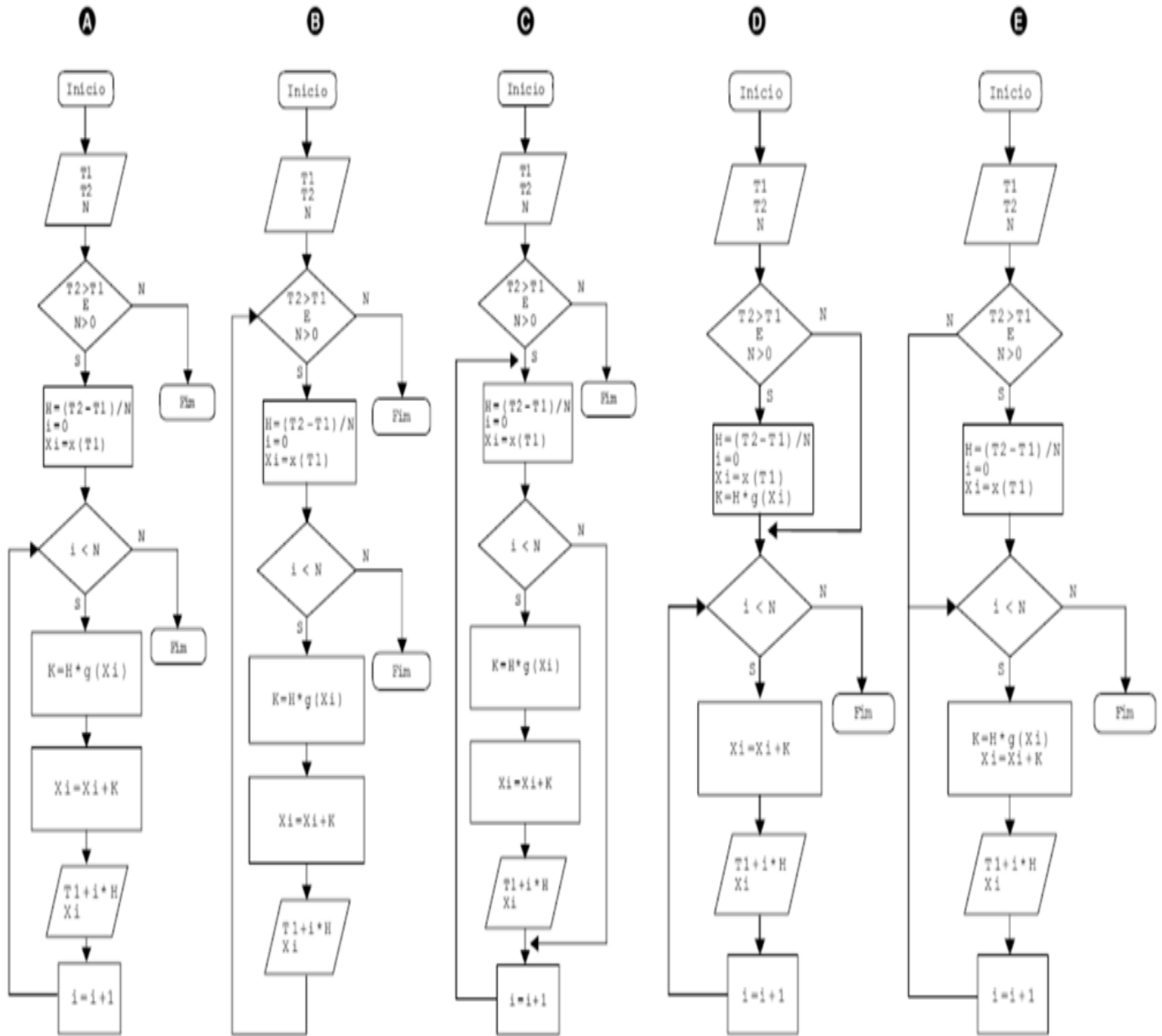


**Figura 6.4** – Pseudocódigo para cálculo de equações diferenciais.

```
LER (T1);  
LER (T2);  
LER (N);  
SE ((T2 > T1) E (N > 0)) ENTÃO  
  H ← (T2 - T1) / N;  
  Xi ← x(T1);  
  PARA (i ← 0) ENQUANTO (i < N) FAZ  
    K ← H × g(Xi);  
    Xi ← Xi + K;  
    VISUALIZAR (T1 + i × H, Xi);  
    i ← i + 1;  
  FIM PARA  
FIM SE
```

Fonte: ENADE 2008

Uma forma equivalente, e algumas vezes complementar, ao pseudocódigo, utilizada para se representar um algoritmo é o diagrama de fluxos (fluxograma). Que fluxograma representa de modo mais preciso, o pseudocódigo descrito acima?



**Resolução**

**Informações relevantes do enunciado:**

- A sequência do pseudocódigo em si.
- Os blocos do fluxograma que representam estruturas de decisão.

Um ponto crucial para a resolução desta questão é ficar atento aos comandos do pseudocódigo “FIM SE” e “FIM PARA”. Eles representam o ponto em que se encerram a sequência de comandos dentro da estrutura de decisão “SE” e da estrutura de laço “PARA”.

Como “FIM SE” é a última linha de comando deste pseudocódigo e não há nenhum comando “SENÃO” dentro desta estrutura, temos a seguinte consequência lógica: se a condição ((T2 > T1) E (N > 0)) for falsa, necessariamente o algoritmo deve se encerrar. Sendo assim, as alternativas C, D e E estão incorretas.

O comando “FIM PARA” deve levar a execução do código de volta para a análise da condição (i < N), incrementando a variável i de uma unidade. Isso não ocorre na alternativa B, que está incorreta.

**Gabarito:**

Alternativa (A).

**Enade 2014 – Engenharia de Produção****Tema do exercício: Estatística e Probabilidade**

**Resumo:** Na estatística e probabilidade, as variáveis aleatórias são caracterizadas por uma distribuição de probabilidade, média e desvio-padrão.

Este exercício explora conhecimentos básicos de estatística e também de transformação de unidades de medidas de tempo para decimais.

**Questão 09**

Suponha que a distância percorrida por um ciclista que pedala regularmente pode ser inferida pela variável aleatória  $x$ , com densidade de probabilidade normal,

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

com  $\mu = 25$  km e  $\sigma^2 = 25$  km<sup>2</sup>. A duração média do seu treino é de 1h15min.

Com base nesses dados, avalie as afirmações abaixo.

- I. A velocidade média de cada treino é de 21,7 km/h.
- II. A distância média percorrida em cada treino é de 25 km.
- III. A área média percorrida em cada treino é de 25 km<sup>2</sup>.
- IV. A distância percorrida de cada treino, em um desvio-padrão, está entre 20 km e 30 km.
- V. A velocidade média de cada treino, em um desvio-padrão, está entre 16 km/h e 24 km/h.

É correto apenas o que se afirma em

- (A) I.
- (B) I e IV.
- (C) II e III.
- (D) III e V.
- (E) II, IV e V.

### Resolução

#### Informações relevantes do enunciado:

- Os valores da média de 25 km e da variância de 25 km<sup>2</sup>.
- A duração média de treino de 1h15min.

Vamos analisar cada afirmação:

- I. A velocidade média é dada pela razão entre a distância média e o tempo médio. Na análise desta alternativa, deve-se ficar atento à transformação de horas para decimal, ou seja, 1h15min equivalem a 1,25h. Sendo assim:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{25 \text{ km}}{1,25 \text{ h}} = 20 \text{ km/h}$$

Logo, a afirmativa I está incorreta.

- II. A média de uma distribuição normal é dada por  $\mu$ . Sendo assim, a distância média será 25 km e a afirmativa II está correta.

- III. A medida avaliada no exercício é apenas unidimensional. Não há como inferir a área percorrida, visto que um ciclista pode percorrer seu trajeto médio de 25 km de infinitas formas. Sendo assim, esta afirmativa III está incorreta.

- IV. O desvio-padrão é dado pela raiz quadrada da variância  $\sigma^2$ . Logo, temos que:

$$\sigma = \sqrt{25\text{km}^2} = 5\text{km}$$

Considerando um desvio-padrão para mais e para menos da média de 25 km, temos que a distância está entre 20 km e 30 km. A afirmativa IV está correta.

- V. Devemos calcular a velocidade média com uma distância de 20 km e de 30 km. Sendo assim,

$$v = \frac{d}{t} = \frac{20 \text{ km}}{1,25 \text{ h}} = 16 \text{ km/h}$$

$$v = \frac{d}{t} = \frac{30 \text{ km}}{1,25 \text{ h}} = 24 \text{ km/h}$$

Logo, a afirmativa V está correta.

Logo, as afirmativas II, IV e V estão corretas.

### Gabarito:

Alternativa (E)



# Índice

## —A—

ABC, 20, 21  
Administração dos Materiais, 17  
Armazenagem, 18, 19

## —B—

Biomassa, 55, 56

## —C—

Capacidade, 2, 15, 16, 17  
CD, 17, 18  
Ciclo de Vida, 49, 50, 51, 52  
CO<sub>2</sub>, 44, 52, 53, 54  
CO<sub>2</sub> e particulados, 52  
Combustível, 55, 56  
Corrente, 60, 61  
Cosseno, 34, 35, 58, 59  
Cross Docking, 18  
Custo, 19, 21, 35  
Custos, 3, 4, 10, 15, 17, 19, 21, 34

## —D—

Demanda Bioquímica de Oxigênio, 47  
Despesas Operacionais, 15  
Desvio Padrão, 34, 37  
Determinação do Preço, 29  
Dispersão, 37  
Distribuição, 17, 18, 21, 34, 35, 36  
Distribuição Normal, 34, 35

## —E—

Embalagem, 15  
Engenharia Econômica, 9, 26  
Estatística, 9, 34, 37, 39, 66  
Estoque, 15, 19, 21, 22

## —F—

Fabricante, 17, 18, 22  
FIFO, 22, 23, 24, 25  
Fila, 6, 7  
Fluxo de caixa, 23, 25, 26, 27, 28  
Fornecedor, 17, 19, 20  
Função Objetivo, 3  
Funções trigonométricas, 57

## —G—

Gargalos, 15

Gás natural, 55, 56  
Gauss, 34  
Gestão de Estoque, 19  
Gráfico de barras, 39

## —I—

Intermodal, 18  
Investimento, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 55, 56

## —L—

Lei de Ohm, 60, 61  
LIE, 41  
Limites de Especificação, 34  
Liquidez, 26, 31  
Logística, 7, 17, 18  
Lote Econômico, 19, 20  
LSE, 36, 41, 42  
Lucro, 16, 17

## —M—

Matérias-Prima, 15  
Média, 25, 34, 35, 37  
Meio Ambiente, 50, 52  
Menor Data de Entrega, 23, 24  
Metrologia, 42, 49  
Micrômetro, 43  
Milk Run, 18  
Minimizar, 3, 4  
Modelagem matemática, 5  
Movimentação, 18  
Multimodal, 18

## —O—

OPT, 15  
Otimização, 7, 3, 12, 13, 14, 17

## —P—

Paquímetro, 43  
Pedidos, 6, 18, 22, 23, 25, 28  
Pegada ecológica, 44, 45, 46  
Poluentes atmosféricos, 52, 56  
Preço, 15  
Previsão de demanda, 28  
Probabilidade, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 34, 36, 37, 39, 40, 66  
Problema da Mistura, 4  
Processos, 7, 2, 17, 18  
Processos Markovianos, 7  
Produtividade, 62, 63

Programação, 4, 14, 15, 64  
Projeto, 26, 27, 28, 32, 33, 35, 52  
Pseudocódigo, 64

—Q—

Qualidade, 9, 34, 37, 42

—R—

Raciocínio Lógico, 62  
Receita, 12, 13  
Recurso, 16, 17  
Resistência, 60, 61  
Restrição, 4, 5, 14  
Restrições, 3, 4, 13, 14  
Risco, 26, 31

—S—

Seno, 58, 59  
Simulação, 9  
Simulações de Monte Carlo, 10  
Sustentabilidade, 9, 2, 44, 45, 46, 49, 50

—T—

Taxa Mínima de Atratividade, 26, 31  
Tempo Médio de Processamento, 23,  
24, 25  
Teoria da filas, 5  
TIR, 31, 32  
TMA, 26, 27, 28, 31, 32, 33  
Transporte, 17, 18, 19

—U—

Unimodal, 18  
Utilização da Capacidade, 16

—V—

Variabilidade, 35  
Variância, 37, 38, 67  
Variáveis de decisão, 4  
Variável aleatória, 37, 66  
Velocidade média, 10, 66, 67  
Viabilidade econômica, 26, 27  
Voltagem, 60  
VPL, 31, 32, 33





*Aos acadêmicos de Engenharia de Produção*

**Agora ficou fácil ir bem no:**

**Enade!**

O Exame Nacional de Desempenho de Estudantes avalia a qualidade da educação superior no Brasil e a participação dos estudantes é obrigatória.

Para se obter o diploma de Engenheiro(a) é obrigatório prestar o exame, que estará registrado no seu histórico escolar, portanto ir bem é fundamental!

Como se preparar para um Exame tão importante? O presente livro foi criado para suprir a lacuna de textos preparatórios para o Enade do curso de Engenharia de Produção. Trata-se da primeira publicação sobre o referido tema.

Com a resolução detalhada de questões dos últimos exames relativas às principais áreas da Engenharia de Produção, estudantes, universidades e interessados no tema poderão aprender mais sobre o presente exame.

Bons estudos!

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-923235-3-0



9 788592 323530