INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

Parte I **A ABORDAGEM DA ENGENHARIA**

INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

Parte I **A ABORDAGEM DA ENGENHARIA**

3 Aprendizado e Solução de Problemas

Parte I A ABORDAGEM DA ENGENHARIA

3 Aprendizado e Solução de Problemas

- 3.1 Introdução
- 3.2 Competência e o processo de aprendizado
- 3.3 Níveis de entendimento
- 3.4 Uma estratégia para resolver problemas
- 3.5 Exemplo 1: pintura de uma caixa d’água
- 3.6 Qual a quantidade de CO2 produzida por um carro de passeio típico?

3.1 INTRODUÇÃO

- O grau de entendimento de uma pessoa é medido por sua capacidade de resolver problemas.
- Aumentamos nossos conhecimentos estabelecendo ligações entre os conceitos guardados na memória de longo prazo.
- Essas ligações se formam através da solução de problemas.

3.2 COMPETÊNCIA E O PROCESSO DE APRENDIZADO

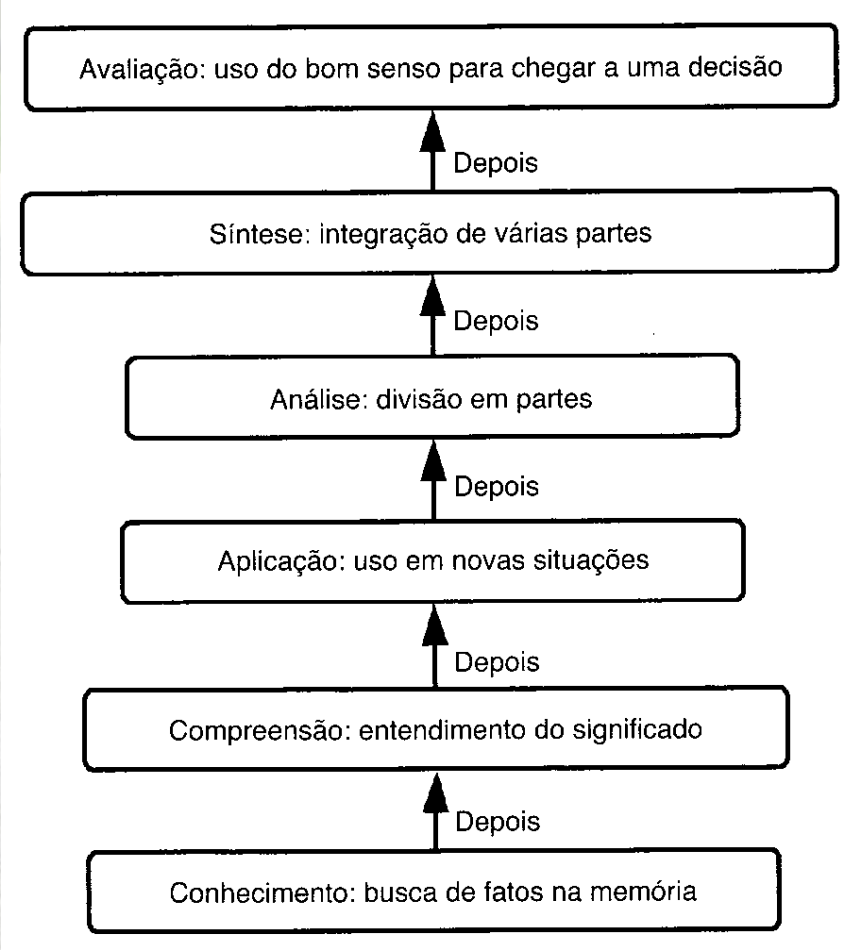
- **Má notícia**: por mais brilhante que você seja, não existe atalho para a competência.
  Exemplos marcantes: Mozart, Bobby Fisher

- **Boa notícia**: as pessoas podem aprender estratégias para organizar os pensamentos que facilitam o aprendizado e a solução de problemas.

Aprendizado

- 1- exposição
- 2- associação
- 3- automatismo

3.3 NÍVEIS DE ENTENDIMENTO



Taxonomia de Bloom, 1956.

Conhecimento

Palavras-Chave:

Diga quem	Diga o quê	Diga quando
Diga onde	Identifique	Escolha
Defina	Lembre	Diga

Exemplos de Tarefas e Perguntas:

- Qual é o valor de π?
- Enuncie o Teorema de Pitágoras.
- O pH de um certo líquido é 3,2. O líquido é um ácido ou uma base?
- Quais são as partes de um mapa conceitual?

Compreensão

Palavras-Chave:

Diga em suas próprias palavras	Resuma	Explique
Esclareça	Classifique	Diga qual é o significado
Interprete	Dê um exemplo	Diga que parte não combina
Diga qual é a melhor explicação		

Exemplos de Tarefas e Perguntas:

- Explique, com suas próprias palavras, o que é um mapa conceitual.

Taxonomia de Bloom, 1956.

Aplicação

Palavras-Chave:

Formule	Demonstre	Preveja
Explique como	Diga o que aconteceria se	Mostre que
Determine, a partir de hipóteses		

Exemplos de Tarefas e Perguntas:

- Dado um triângulo retângulo de hipotenusa 10 e largura 8, qual é a altura?
- O que acontece se as extremidades de um fio são ligadas diretamente aos terminais de uma bateria?
- Que altura atinge um projétil lançado verticalmente a partir do solo com uma velocidade inicial de 30 m/s? Despreze a resistência do ar.

Análise

Palavras-Chave:

Divida	Diga que ideias se aplicam	Compare
Confronte	Diga qual é a relação entre	Diga quais são as conclusões
Decomponha	Diga qual é a razão	Diga o que pode ter causado

Exemplos de Tarefas e Perguntas:

- Por que razão algumas vigas têm perfil semelhante ao de uma letra "I"?
- Se nada acontece quando você faz girar a chave de ignição de um carro, qual pode ser a causa?

Síntese

Palavras-Chave:

Crie	Componha	Projete
Invente	Desenvolva	Resolva
Formule	Demonstre	Planeje

Avaliação

Palavras-Chave:

Julgue	Otimize	Diga qual é o melhor
Decida	Estime	Critique
Defenda	Avalie	Diga qual é o mais adequado

Exemplos de Tarefas e Perguntas:

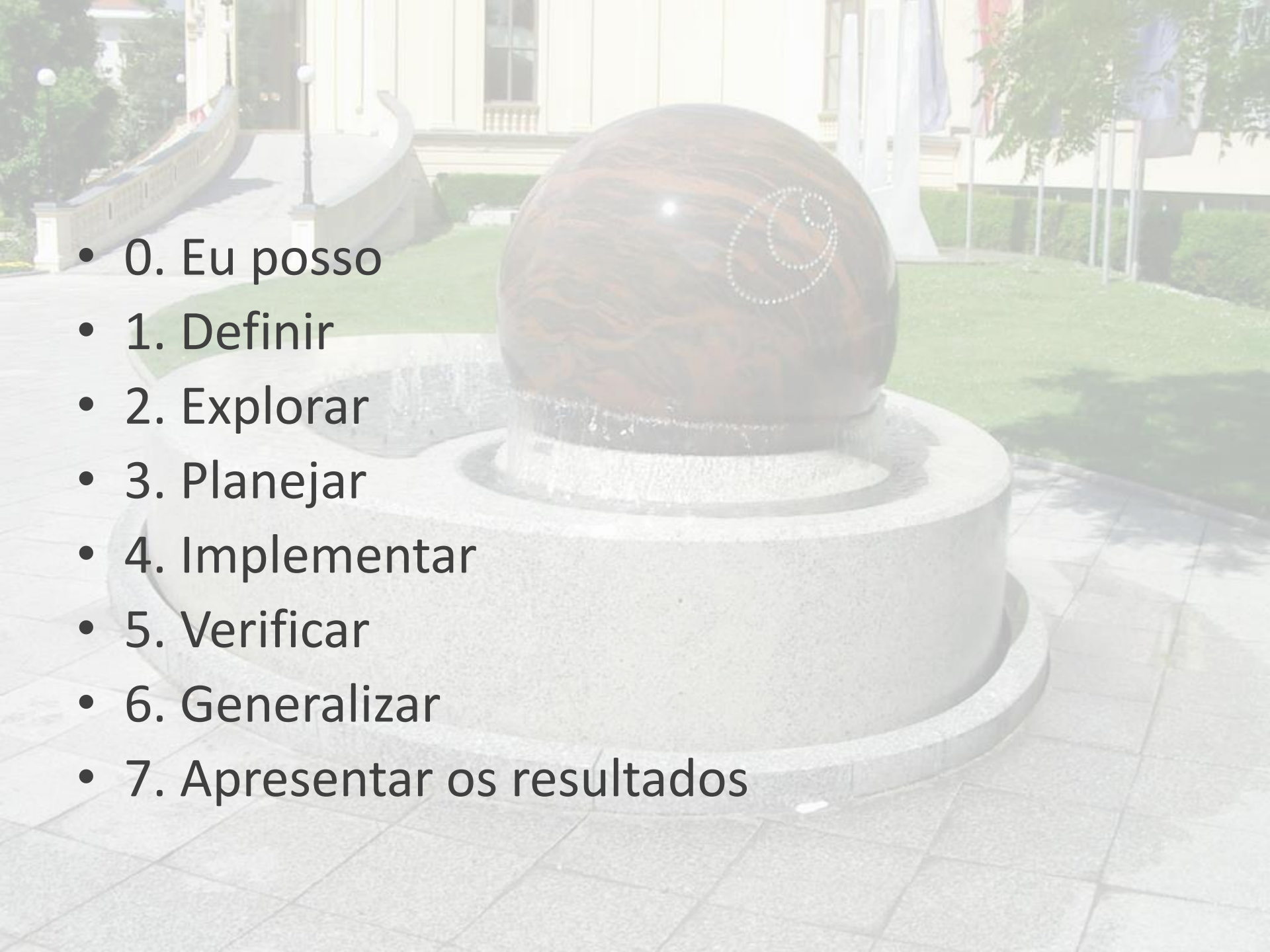
- Qual deve ser o próximo movimento em uma partida de xadrez?
- Uma empresa emergente criou uma nova tecnologia para fabricar dispositivos semicondutores que afirma ser mais barata que as tecnologias em uso. Sua companhia deve usar a nova tecnologia em um produto que pretende lançar? Quais são os riscos envolvidos?
- Um amigo lhe disse que conseguiu uma cópia da prova de amanhã. Que atitude você deve tomar?

3.4 UMA ESTRATÉGIA PARA RESOLVER PROBLEMAS

- Wankat e Oreovicz, Escola de Engenharia Química da Purdue University

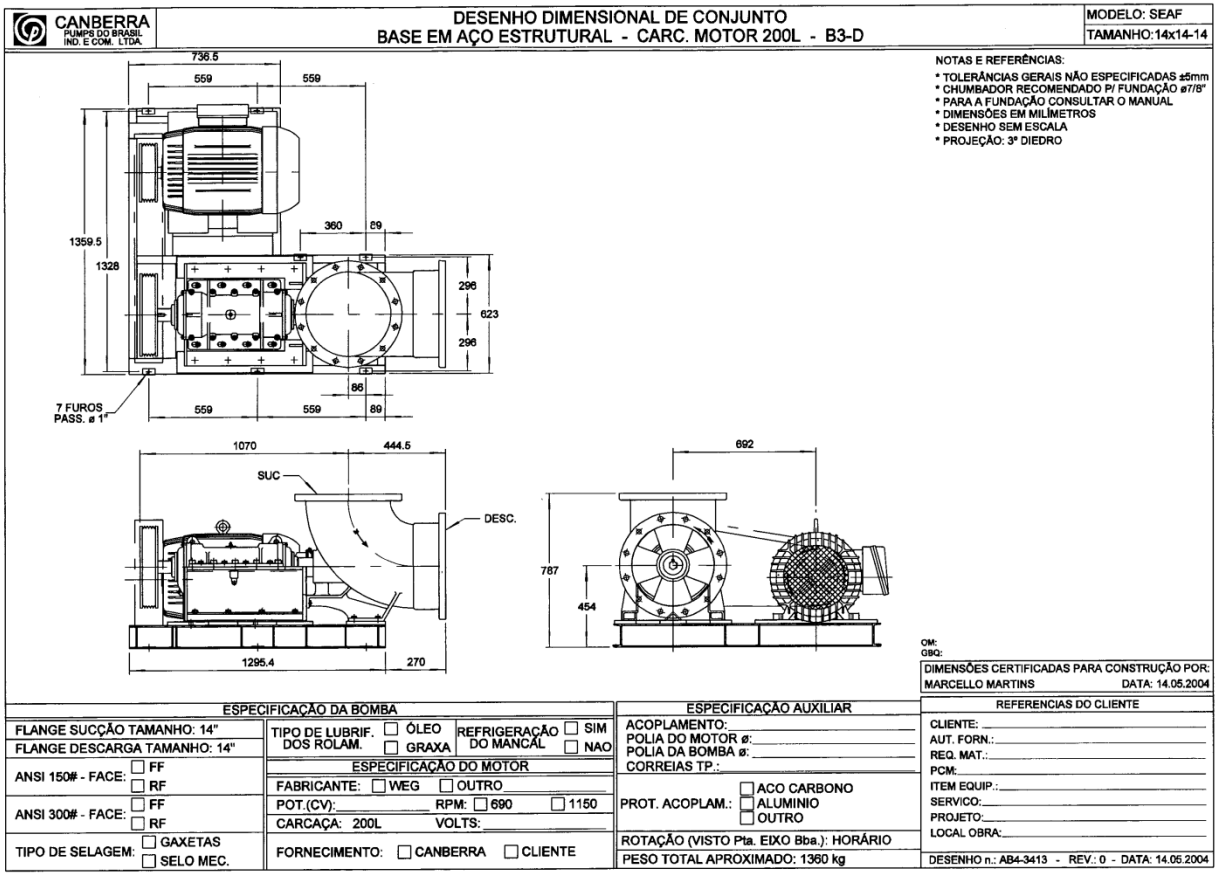
- Woods et al, McMaster University, Ontário, Canadá

- Georg Pólya, Stanford University, *How to Solve It*,



- 0. Eu posso
- 1. Definir
- 2. Explorar
- 3. Planejar
- 4. Implementar
- 5. Verificar
- 6. Generalizar
- 7. Apresentar os resultados

Solução de Problemas, Etapa Zero: **Eu posso**



CANBERRA PUMPS DO BRASIL IND. E COM. LTDA.

DESENHO DIMENSIONAL DE CONJUNTO
BASE EM AÇO ESTRUTURAL - CARC. MOTOR 200L - B3-D

MODELO: SEAF
TAMANHO:14x14-14

NOTAS E REFERÊNCIAS:
* TOLERÂNCIAS GERAIS NÃO ESPECIFICADAS ±5mm
* CHUMBADOR RECOMENDADO P/ FUNDAÇÃO ø7/8"
* PARA A FUNDAÇÃO CONSULTAR O MANUAL
* DIMENSÕES EM MILÍMETROS
* DESENHO SEM ESCALA
* PROJEÇÃO: 3º DIEDRO

OM:
GBQ:

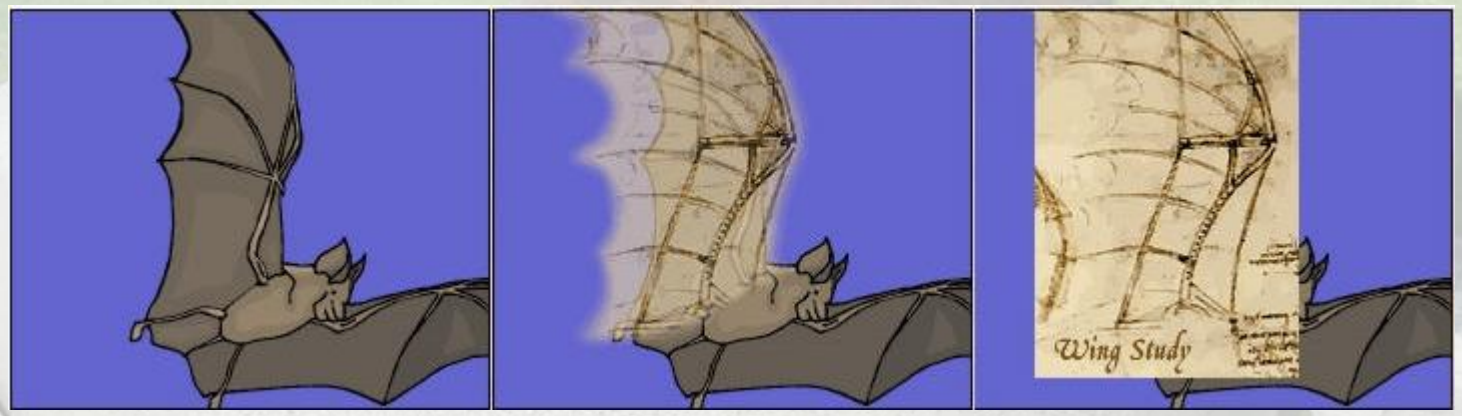
DIMENSÕES CERTIFICADAS PARA CONSTRUÇÃO POR:
MARCELLO MARTINS DATA: 14.05.2004

ESPECIFICAÇÃO DA BOMBA			
FLANGE SUCÇÃO TAMANHO: 14"	TIPO DE LUBRIF. DOS ROLAM. ☐ ÓLEO ☐ GRAXA	REFRIGERAÇÃO DO MANCAL ☐ SIM ☐ NAO	
FLANGE DESCARGA TAMANHO: 14"	ESPECIFICAÇÃO DO MOTOR		
ANSI 150# - FACE: ☐ FF ☐ RF	FABRICANTE: ☐ WEG ☐ OUTRO		
ANSI 300# - FACE: ☐ FF ☐ RF	POT.(CV):	RPM: ☐ 690 ☐ 1150	
TIPO DE SELAGEM: ☐ GAXETAS ☐ SELO MEC.	CARCAÇA: 200L	VOLTS:	
	FORNECIMENTO: ☐ CANBERRA ☐ CLIENTE		

ESPECIFICAÇÃO AUXILIAR
ACOPLAMENTO:
POLIA DO MOTOR ø:
POLIA DA BOMBA ø:
CORREIAS TP.:
PROT. ACOPLAM.: ☐ ACO CARBONO ☐ ALUMINIO ☐ OUTRO
ROTAÇÃO (VISTO Pta. EIXO Bba.): HORÁRIO
PESO TOTAL APROXIMADO: 1360 kg

REFERENCIAS DO CLIENTE
CLIENTE:
AUT. FORN.:
REQ. MAT.:
PCM:
ITEM EQUIP.:
SERVICO:
PROJETO:
LOCAL OBRA:
DESENHO n.: AB4-3413 - REV.: 0 - DATA: 14.05.2004

Solução de Problemas, Primeira etapa: **Definir**



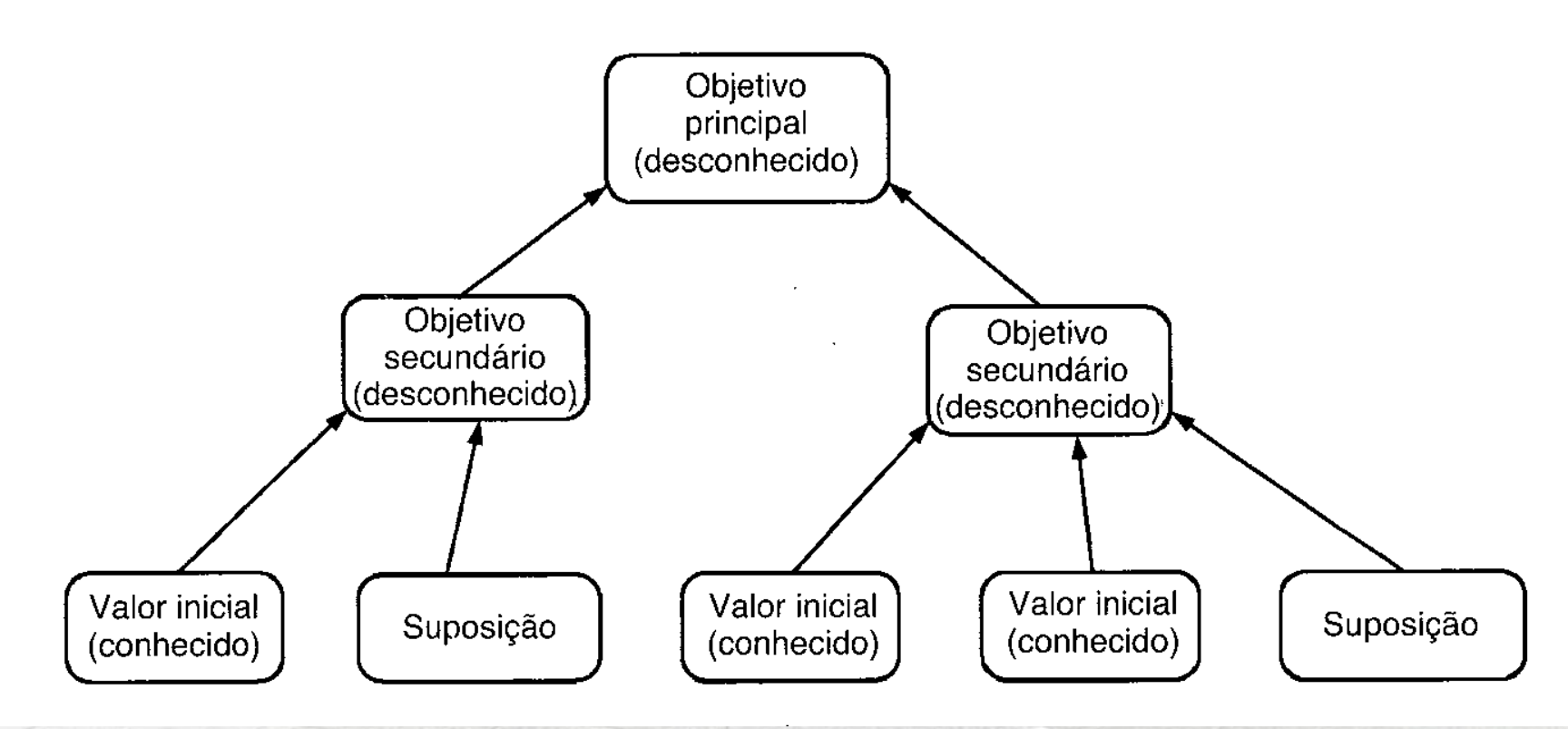
Solução de Problemas, Primeira etapa: **Definir**

- Identifique os “dados”;
- Identifique as “incógnitas”;
- Simplifique o enunciado;
- Desenhe um diagrama, um esquema ou uma representação visual do problema.

Solução de Problemas, Segunda etapa: **Explorar**

- O problema faz sentido?
- Suposições
- Quais são os conceitos importantes e as abordagens possíveis?
- Qual nível de entendimento está sendo testado?

Solução de Problemas, Terceira etapa: **Planejar**



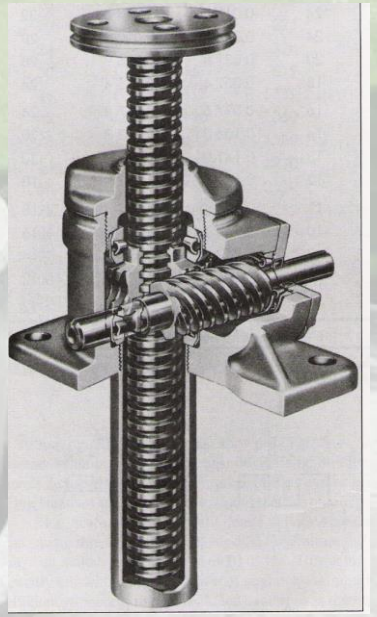
Planejar: uso de mapas conceituais

- Coloca suas ideias no papel enquanto você está trabalhando,
- Reforça as ligações em sua memória → método
- Permite que você avalie seu entendimento do problema,
- Constitui forma conveniente de documentação.

Solução de Problemas, Quarta etapa: **Implementar**

- O que você chamaria de “**RESOLVER O PROBLEMA**”
  - Escrever equações
  - Escrever programas de computador
  - Monta um circuito

$$P_R = \frac{F[(l/\pi d_m) + f]}{1 - (fl/\pi d_m)}$$



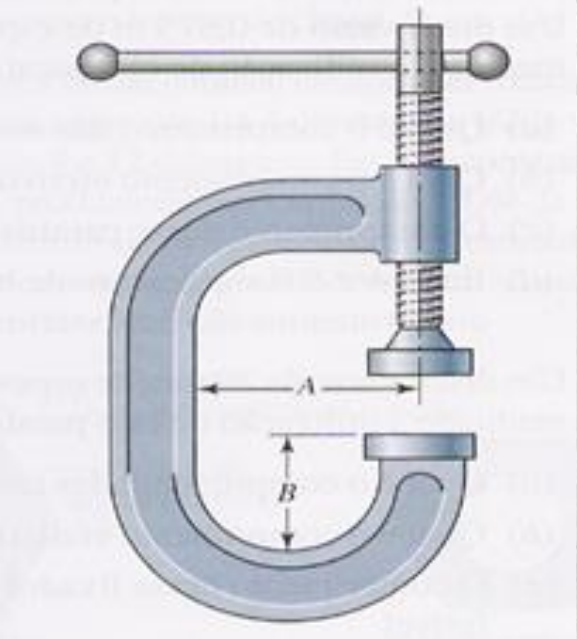
Trabalhe em pequenas etapas e documente todo o trabalho.

Solução de Problemas, Quinta etapa: **Verificar**

- Teste de sanidade
- Casos de teste

$$P_R = \frac{F[(l/\pi d_m) + f]}{1 - (fl/\pi d_m)}$$

$$P_L = \frac{F[f - (l/\pi d_m)]}{1 + (fl/\pi d_m)}$$



Solução de Problemas, Sexta etapa: **Generalizar**

- Que fatos específicos aprendi ao resolver esse problema?
- Esse problema poderia ser resolvido de modo mais eficiente?
- Esse método poderia ter sido usado em problemas anteriores?
- Cometi erros com os quais devo tomar cuidado?

Solução de Problemas, Sétima etapa: **Apresentar os resultados**

- Comunicações e palestras
  - Importante para a **ENGENHARIA**

SOCIAL
TÉCNICA

OS ENGENHEIROS DEVEM SER CAPAZES DE SE COMUNICAR COM OS COLEGAS NUMA LINGUAGEM TÉCNICA E PRECISA, MAS TAMBÉM PRECISAM SE COMUNICAR COM PESSOAS DE OUTRAS ÁREAS

RELATÓRIOS TÉCNICOS
DESENHOS TÉCNICOS
PROPOSTAS

DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS
EDITORIAIS
ARTIGOS CIENTÍFICOS

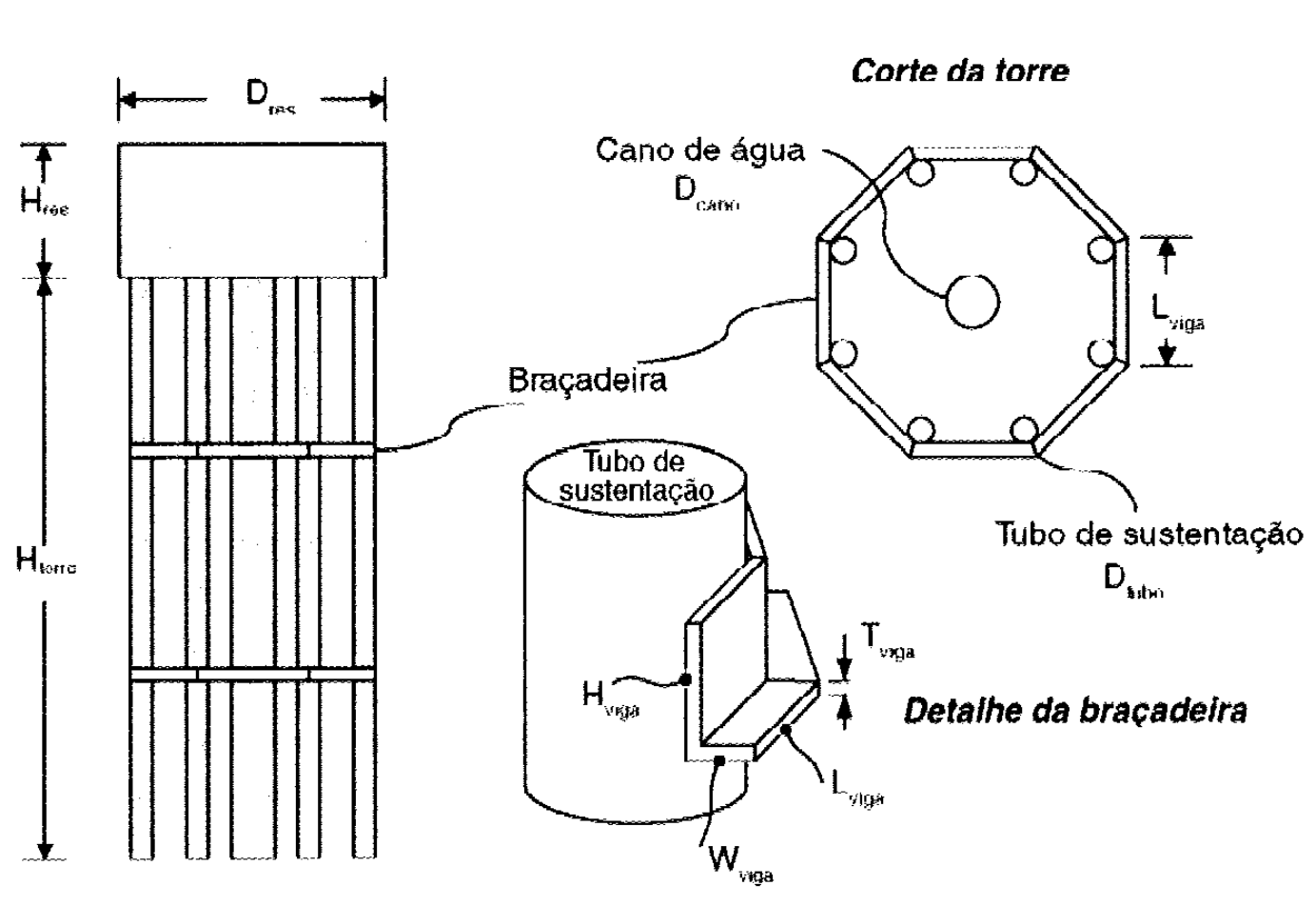
Solução de Problemas, Sétima etapa: **Apresentar os resultados**

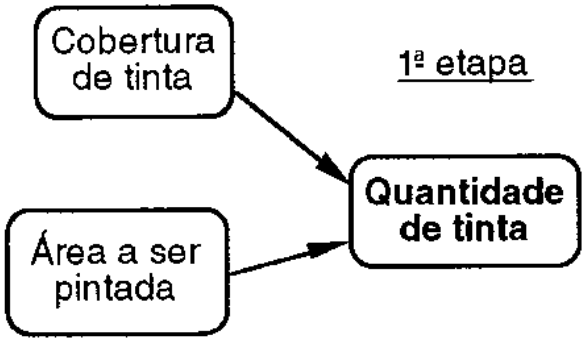
- Seja claro: COMUNICAÇÕES OBSCURAS PODEM CONDUZIR A DECISÕES ERRÔNEAS
- Forneça instruções detalhadas
  - Acrescente comentários às equações
  - Indique unidades
  - Divida a solução em partes
  - Indique as aproximações
  - Use esquemas
- Seja caprichoso

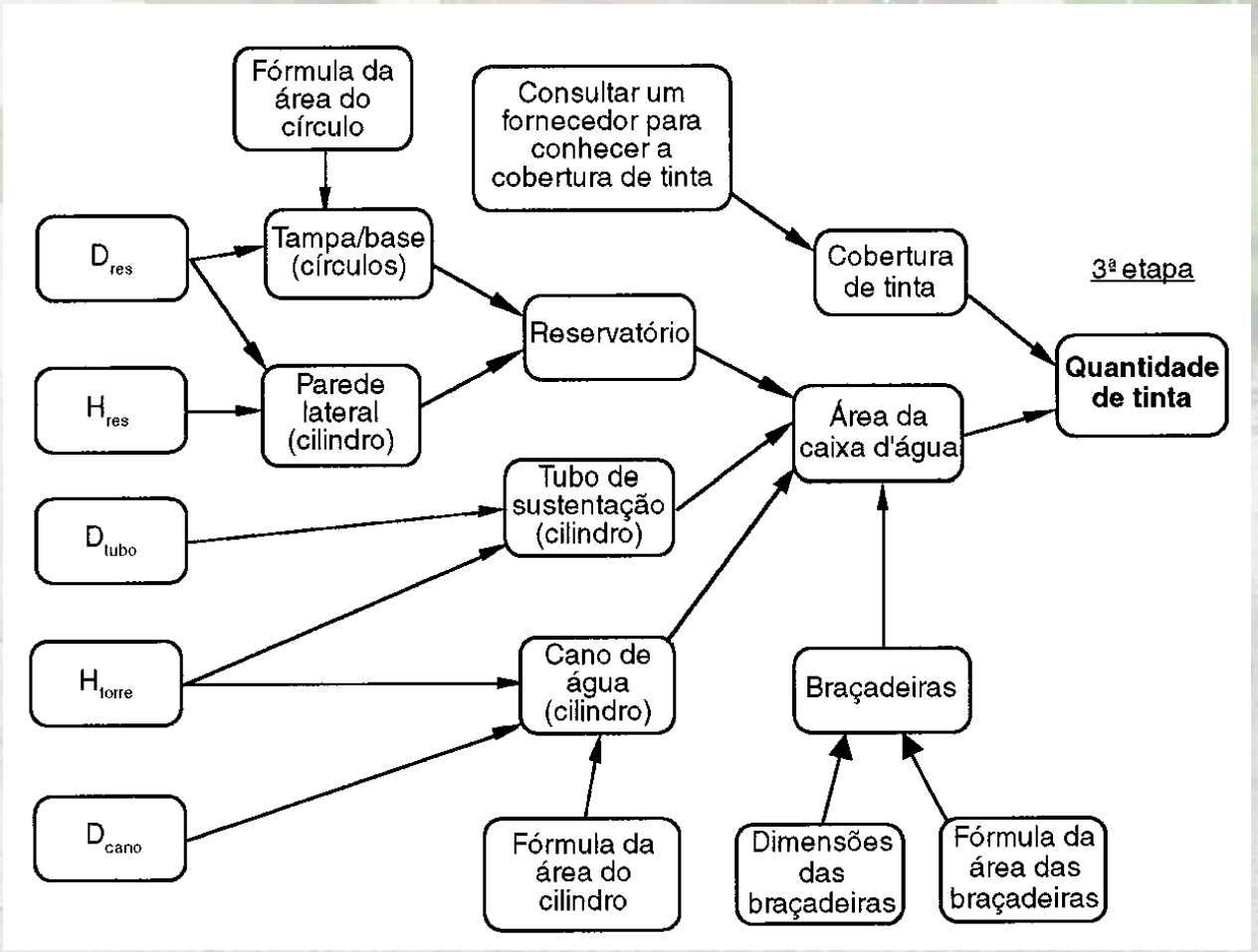
3.5 **EXEMPLO:** Pintura de uma caixa d'água

Solução de Problemas, Terceira etapa: **Planejar**

Pintura de uma caixa d'água

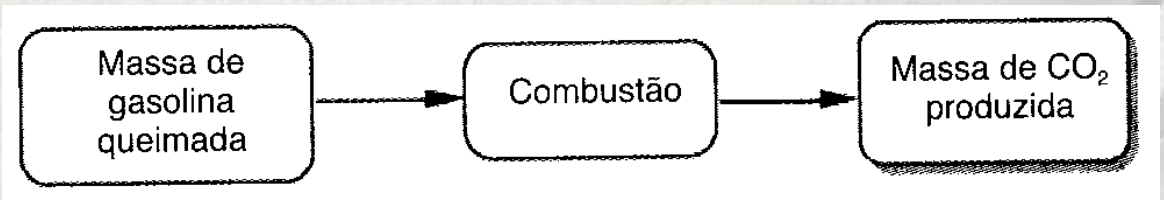



Cobertura de tinta
1ª etapa
Quantidade de tinta
Área a ser pintada


Fórmula da área do círculo
Consultar um fornecedor para conhecer a cobertura de tinta
D_{res}
Tampa/base (círculos)
Cobertura de tinta
3ª etapa
Reservatório
Quantidade de tinta
H_{res}
Parede lateral (cilindro)
Área da caixa d'água
Tubo de sustentação (cilindro)
D_{tubo}
H_{torre}
Cano de água (cilindro)
Braçadeiras
D_{cano}
Fórmula da área do cilindro
Dimensões das braçadeiras
Fórmula da área das braçadeiras

3.6 QUAL A QUANTIDADE DE CO_2 PRODUZIDA POR UM CARRO TÍPICO

- Definir
  - Dados
  - Incógnitas
  - Simplifique o enunciado
  - Desenhe um diagrama

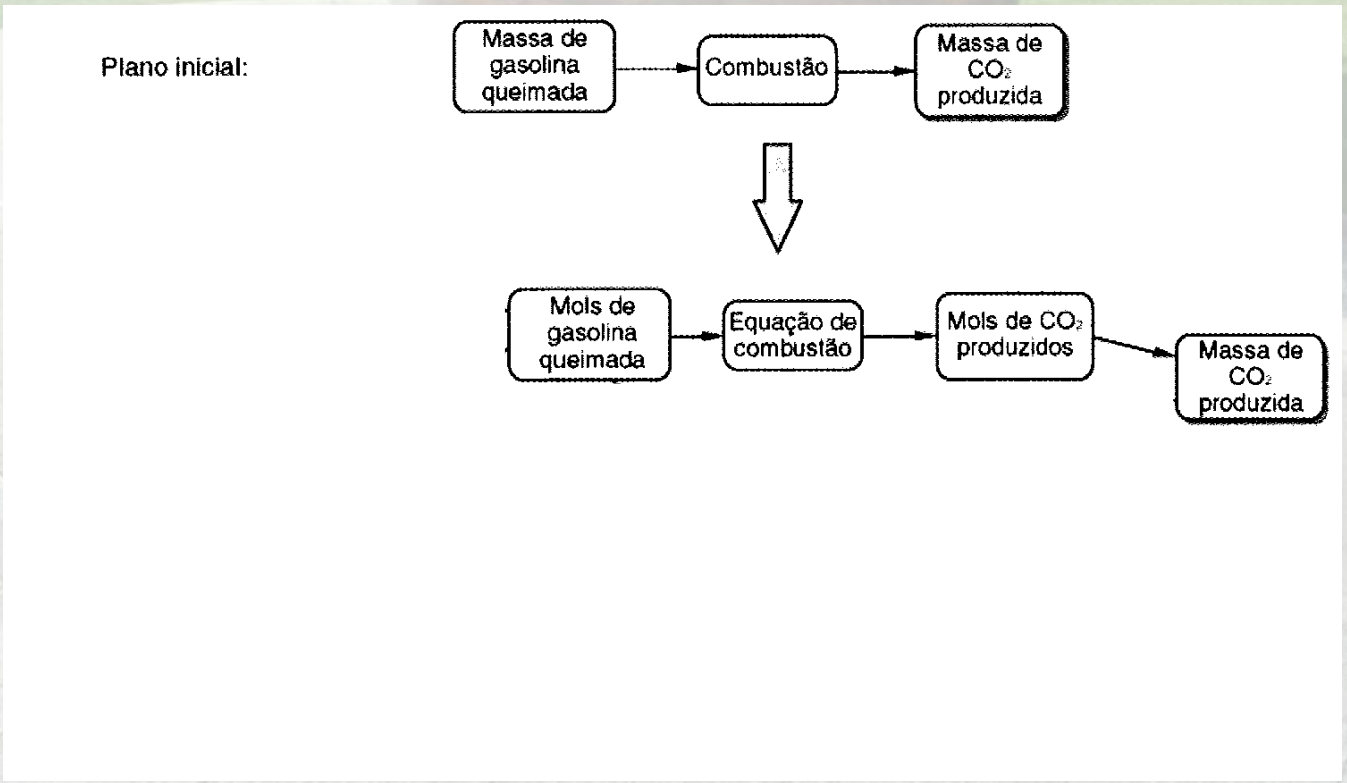


- Explorar
  - O problema faz sentido?
  - Suposições
    - Qual a massa de gasolina queimada?
    - O que é queimar gasolina?

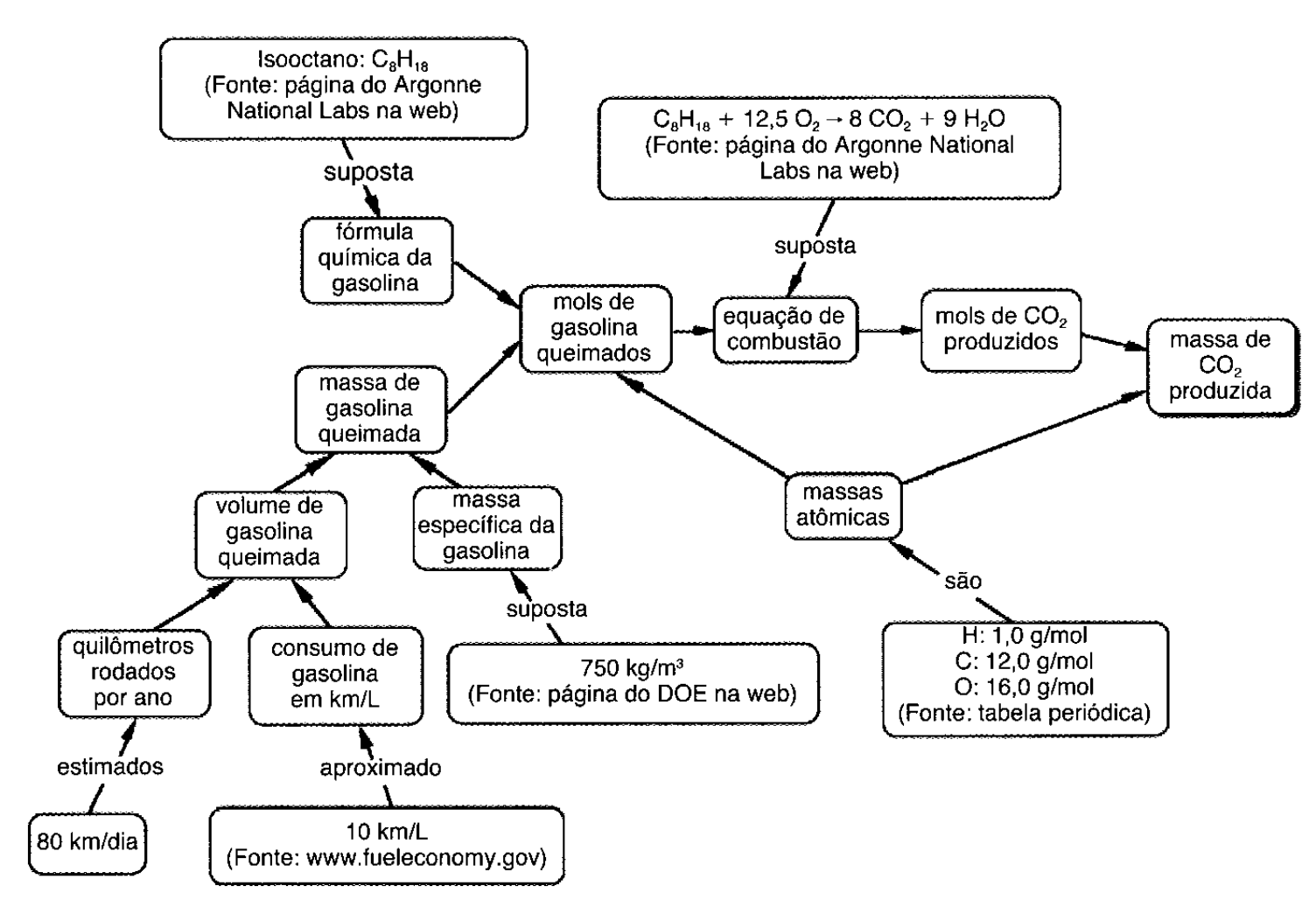
$$C_8H_{18} + 12{,}5O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$$

    - Quais os conceitos importantes e as abordagens?
    - Que nível de entendimento está sendo testado?

- Planejar


Plano inicial:
Massa de gasolina queimada
Combustão
Massa de CO_2 produzida
Mols de gasolina queimada
Equação de combustão
Mols de CO_2 produzidos
Massa de CO_2 produzida

Implementar



Símbolo	Descrição	Valor
Distância	Distância rodada em um ano	29.200 km
Consumo de combustível	Consumo de gasolina	10 km/L
ρ_{gas}	Massa específica da gasolina	0,75 kg/L
MA_H	Massa atômica do H	1 g/mol
MA_C	Massa atômica do C	12 g/mol
MA_O	Massa atômica do O	16 g/mol
MA_{gas}	Massa atômica da gasolina	Desconhecido
MA_{CO_2}	Massa atômica do CO_2	Desconhecido
$massa_{gas}$	Massa de gasolina	Desconhecido
$massa_{CO_2}$	Massa de CO_2	Desconhecido
mol_{gas}	Número de mols de gasolina	Desconhecido
mol_{CO_2}	Número de mols de CO_2	Desconhecido

$$V = \frac{\text{distância}}{\text{consumo}}$$
$$= 29.200\,\text{km} \times \frac{1}{10}\,\frac{\text{L}}{\text{km}}$$
$$= 2920\,\text{L}$$

$$\text{massa}_{\text{gas}} = \rho_{\text{gas}} \times V$$
$$= 0{,}75\,\frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 2920\,\text{L}$$
$$= 2190\,\text{kg}$$

$$
\begin{aligned}
\mathrm{MA}_{\mathrm{gas}} &= 8 \times \mathrm{MA}_{\mathrm{C}} + 18 \times \mathrm{MA}_{\mathrm{H}} \\
&= 8 \times 12 \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}} + 18 \times 1 \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}} \\
&= 114 \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}
\end{aligned}
$$

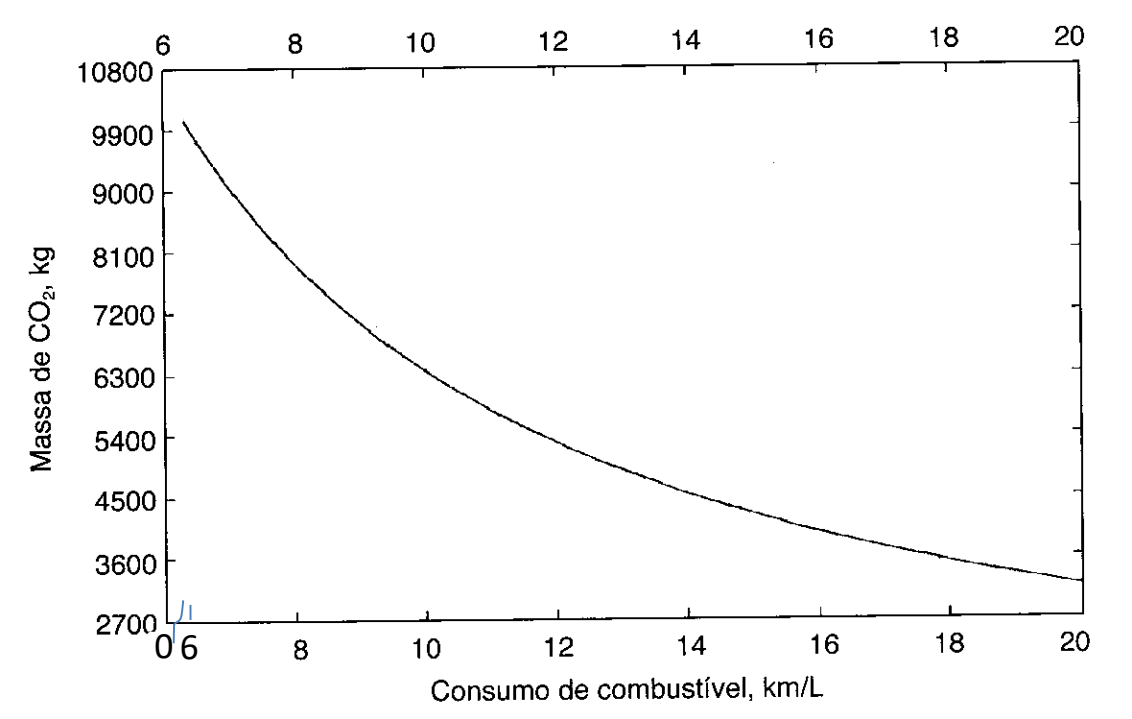
$$
\begin{aligned}
\mathrm{mol}_{\mathrm{gas}} &= \frac{\mathrm{massa}_{\mathrm{gas}}}{\mathrm{MA}_{\mathrm{gas}}} \\
&= \frac{2190 \times 1000\,\mathrm{g}}{114\,\mathrm{g/mol}} \\
&= 19.211\,\mathrm{mol}
\end{aligned}
$$

$$\begin{aligned} \text{mol}_{CO_2} &= 8 \times \text{mol}_{\text{gas}} \\ &= 8 \times 19.211 \\ &= 153.688\,\text{mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MA}_{CO_2} &= \text{MA}_C + 2 \times \text{MA}_O \\ &= 12\frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \times 16\frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 44\frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
\text{massa}_{CO_2} &= \text{mol}_{CO_2} \times \text{MA}_{CO_2} \\
&= 153.688 \text{ mol} \times 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
&= 6762 \text{ kg}
\end{aligned}
$$

- Verificar
- Generalizar



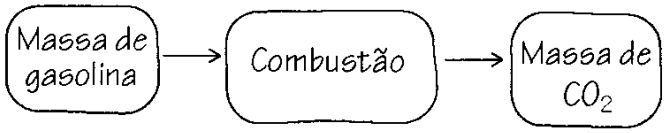
- Apresentar os Resultados

Dados:	Quais são os dados do problema?
Objetivo:	Qual é o objetivo do problema?
Diagrama:	Desenhe um diagrama. Neste exemplo, trata-se de um mapa conceitual simples, mas, em outros problemas, pode ser usado um diagrama de forças, o esquema de um circuito elétrico, etc.
Plano:	Uma sinopse do plano.
Análise:	A etapa "implementar" da solução. A análise deve seguir o plano à risca, com breves explicações, se for necessário.
Comentários:	Esta é a sua oportunidade de dizer se a resposta parece razoável, de acordo com a etapa "verificar", ou talvez de falar de outras aplicações da solução, de acordo com a etapa "generalizar".

Dado Um carro de passeio "típico" rodando uma distância "típica" por ano

Determinar Massa de CO_2 produzida por ano

Diagrama



Plano

1. Estimar a massa de gasolina queimada por ano por um carro de passeio típico
2. Calcular o número de mols de gasolina queimados a partir da massa
3. Usar a reação química da combustão da gasolina para determinar o número de mols de CO_2 produzidos
4. Calcular a massa de CO_2 a partir do número de mols

Suposições

Distância anual = 80 km/dia × 365 dias

= 29.200 km

Consumo de gasolina = 10 km/L

A gasolina é isooctano, C_8H_{18}, e queima de acordo com a reação

$$C_8H_{18} + 12{,}5\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 9\ H_2O$$

Constantes Físicas

Massas atômicas (MA), g/mol

$MA_H = 1 \quad MA_C = 12 \quad MA_O = 16$

Massa específica da gasolina = 0,75 kg/L

Análise

1. Estimativa da massa de gasolina queimada por ano

$$\text{Volume de gasolina por ano} = \frac{\text{distância por ano}}{\text{consumo de combustível}}$$

$$= 29.200 \text{ km} \times \frac{1}{10} \frac{\text{L}}{\text{km}}$$

$$= 2920 \text{ L}$$

Massa = massa específica × volume

$$= 0{,}75 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 2920 \text{ L}$$

$$\boxed{= 2190 \text{ L}}$$

2. Conversão da massa de gasolina para mols

Primeiro, precisamos da massa atômica da gasolina, C_8H_{18}

$$MA_{gas} = 8 \times MA_C + 18 \times MA_H$$
$$= 8 \times 12 + 18 \times 1$$
$$= 118\ g/mol$$

$$\text{Mols de gasolina} = \frac{\text{massa}}{MA_{gas}}$$
$$= \frac{2190 \times 1000\ g}{114 g/mol} = \boxed{19.211\ mol}$$

3. Calcular o número de mols de CO_2 produzidos

De acordo com a reação de combustão da gasolina, 8 mols de CO_2 são produzidos para cada mol de gasolina

$$\text{Mols de } CO_2 = 8 \times \text{mols de gasolina}$$
$$= 8 \times 19.211 = \boxed{153.688\ mol}$$

4. Cálculo da massa de CO_2 produzida a partir do número de mols

Primeiro, precisamos calcular a massa atômica do CO_2

$$MA_{CO_2} = 1 \times MA_C + 2 \times MA_O$$
$$= 1 \times 12 + 2 \times 16$$
$$= 44\ g/mol$$

$$\text{Massa de } CO_2 = \text{mols de } CO_2 \times MA_{CO_2}$$
$$= 153.688 \times 44\ g/mol$$
$$\boxed{= 6762\ kg}$$

Comentários

A massa estimada de CO_2 é de 6762 kg. Isto corresponde a pouco mais de três vezes a massa da gasolina queimada. Isso acontece porque os átomos de carbono da gasolina se combinam com átomos de oxigênio do ar, o que aumenta a massa do gás produzido.