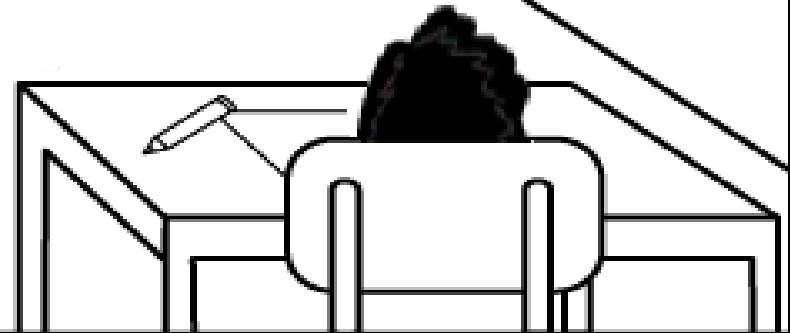
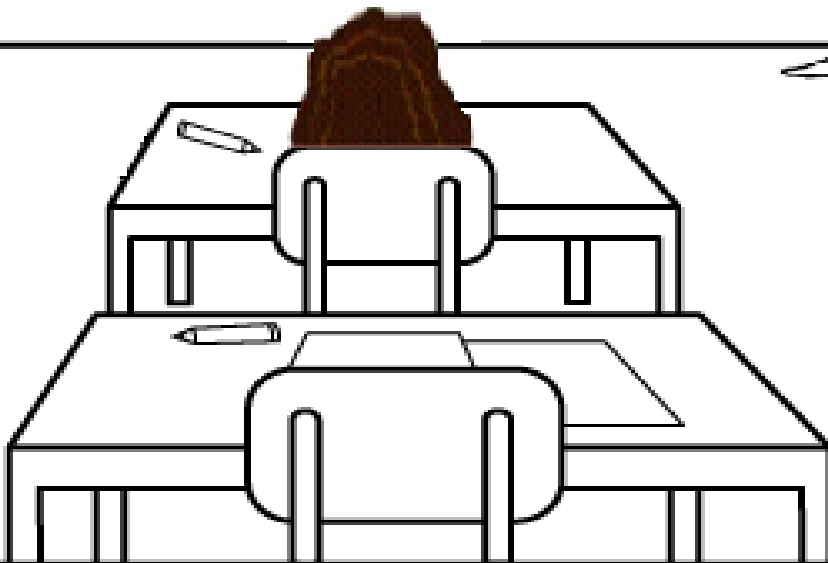
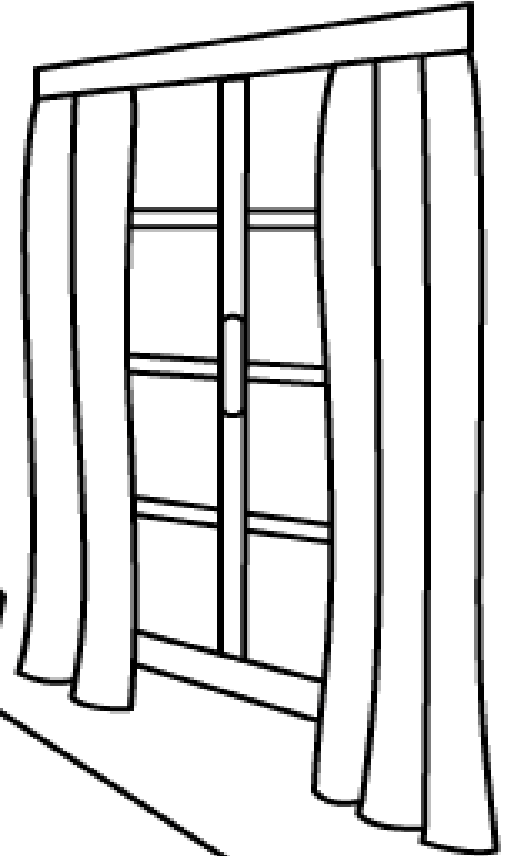
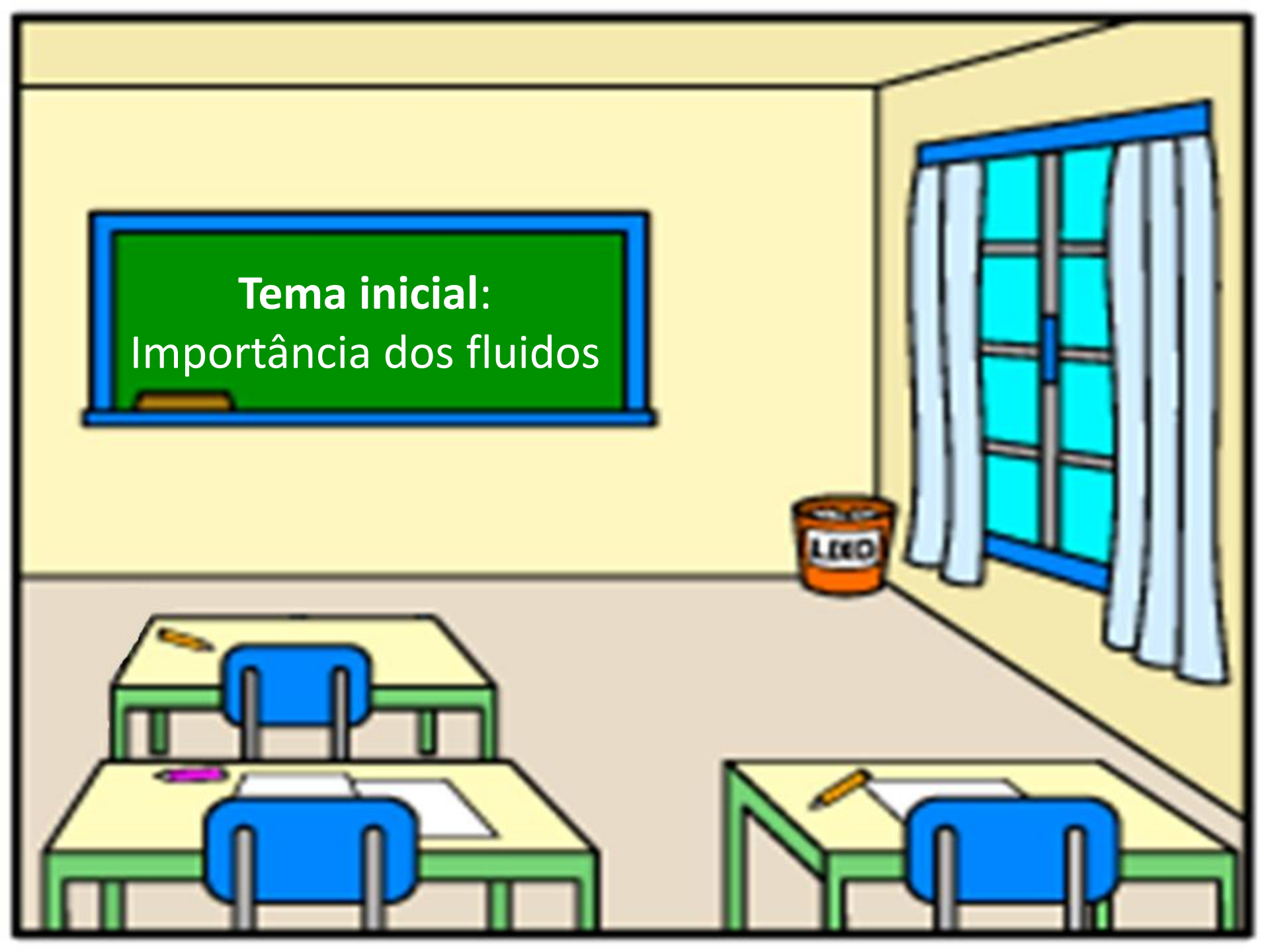


Primeiro semestre de 2012
Mecânica dos Fluidos para a
engenharia química
Aula 1 de teoria



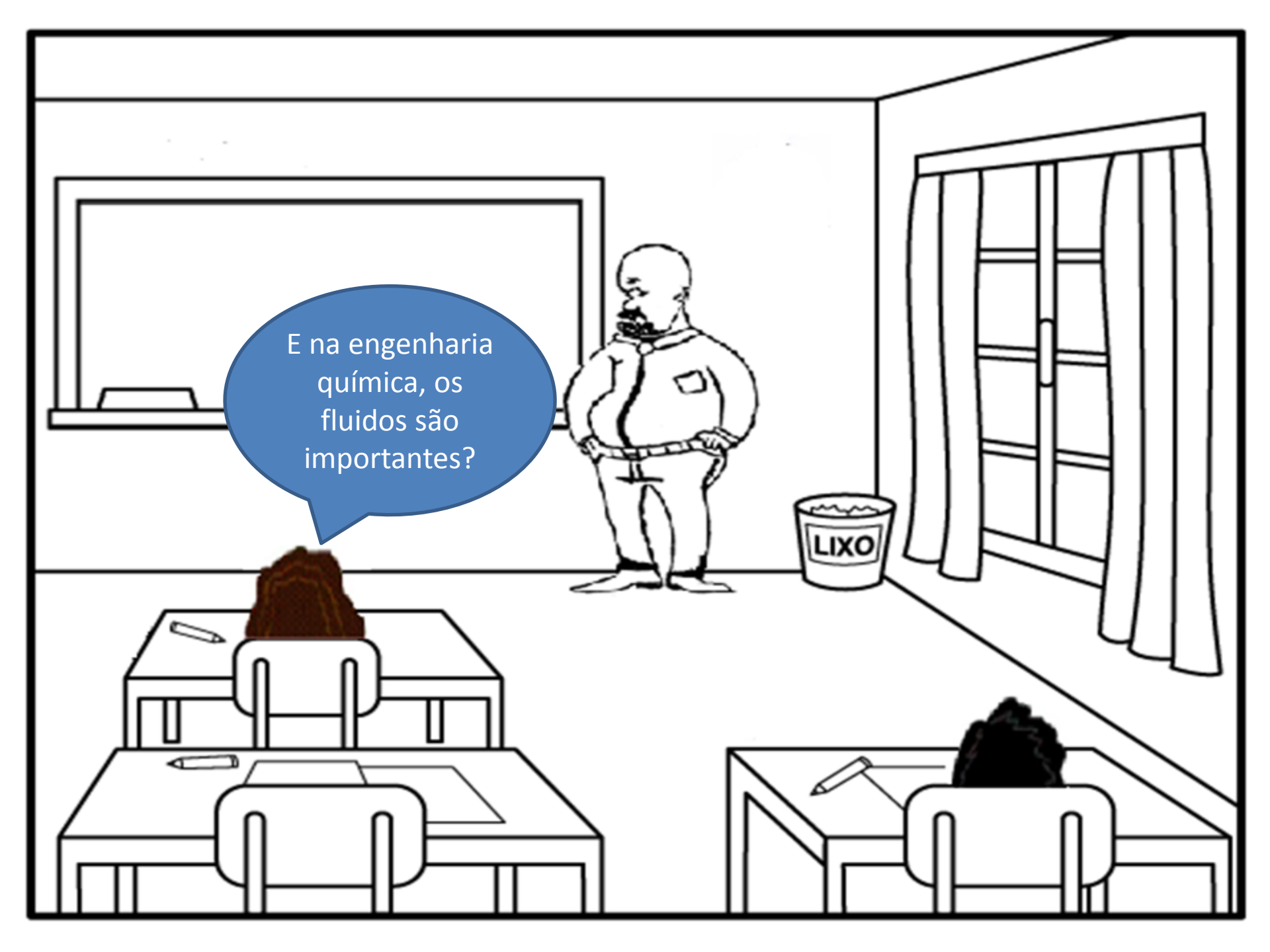


Tema inicial:
Importância dos fluidos



Os fluidos representam 2/3 da matéria
e a melhoria do padrão de vida sempre
foi acompanhada de progressos no
conhecimento dos mesmos!





E na engenharia química, os fluidos são importantes?

LIXO

As indústrias químicas podem ser divididas basicamente em três classes: processamento de sólidos, processamento de sólido-fluido e processamento de fluidos. No Brasil hoje ainda existe o predomínio das que processam fluidos.

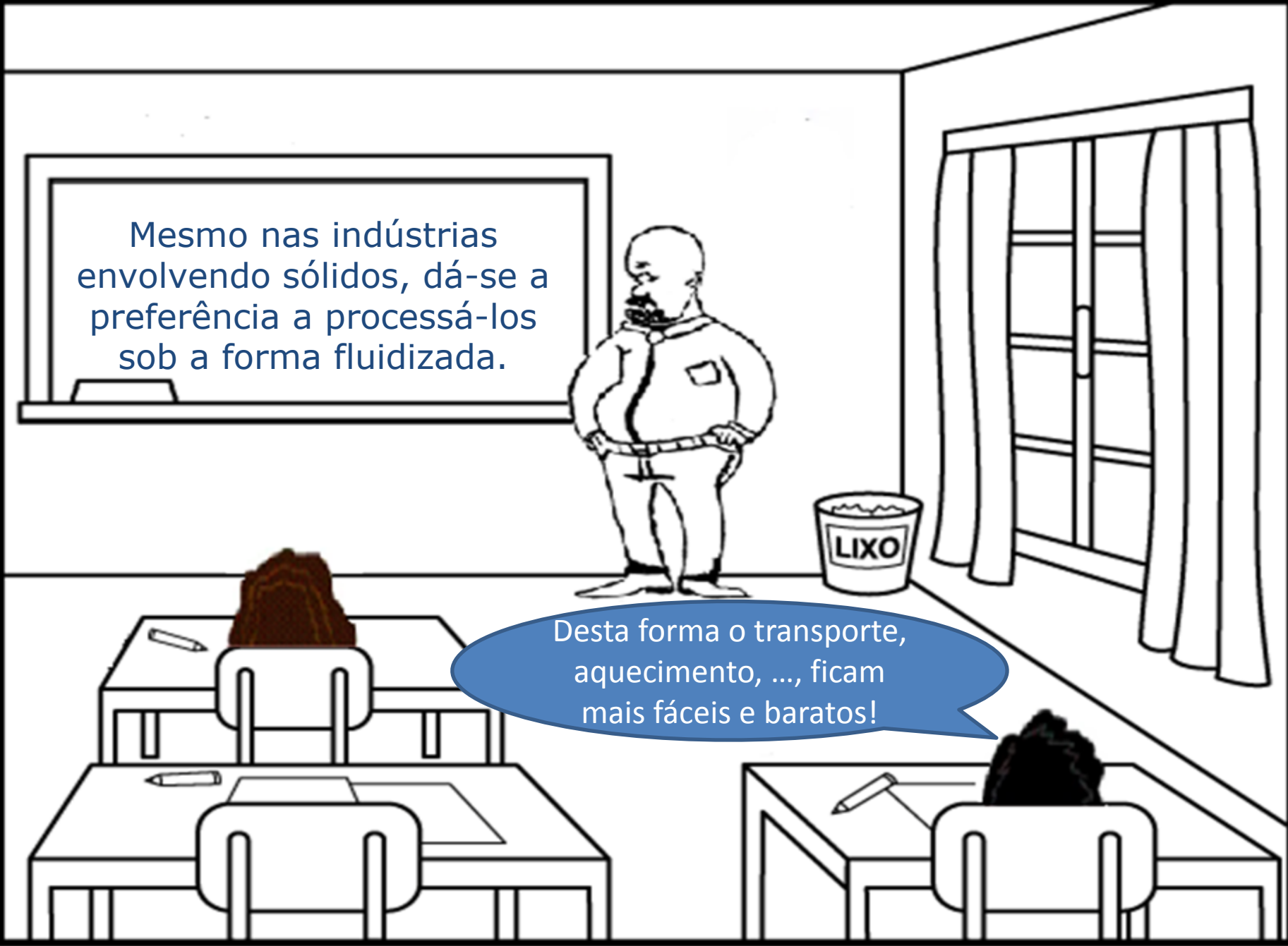
Entendi a importância, obrigada.



Hoje na era do fluido, o homem fluidiza tudo. Só as industriais do petróleo, petroquímica e de gás natural cobrem mais de 80% do campo das indústrias de processo químico existente.

Ficou mais claro ainda.





Mesmo nas indústrias envolvendo sólidos, dá-se a preferência a processá-los sob a forma fluidizada.

Desta forma o transporte, aquecimento, ..., ficam mais fáceis e baratos!

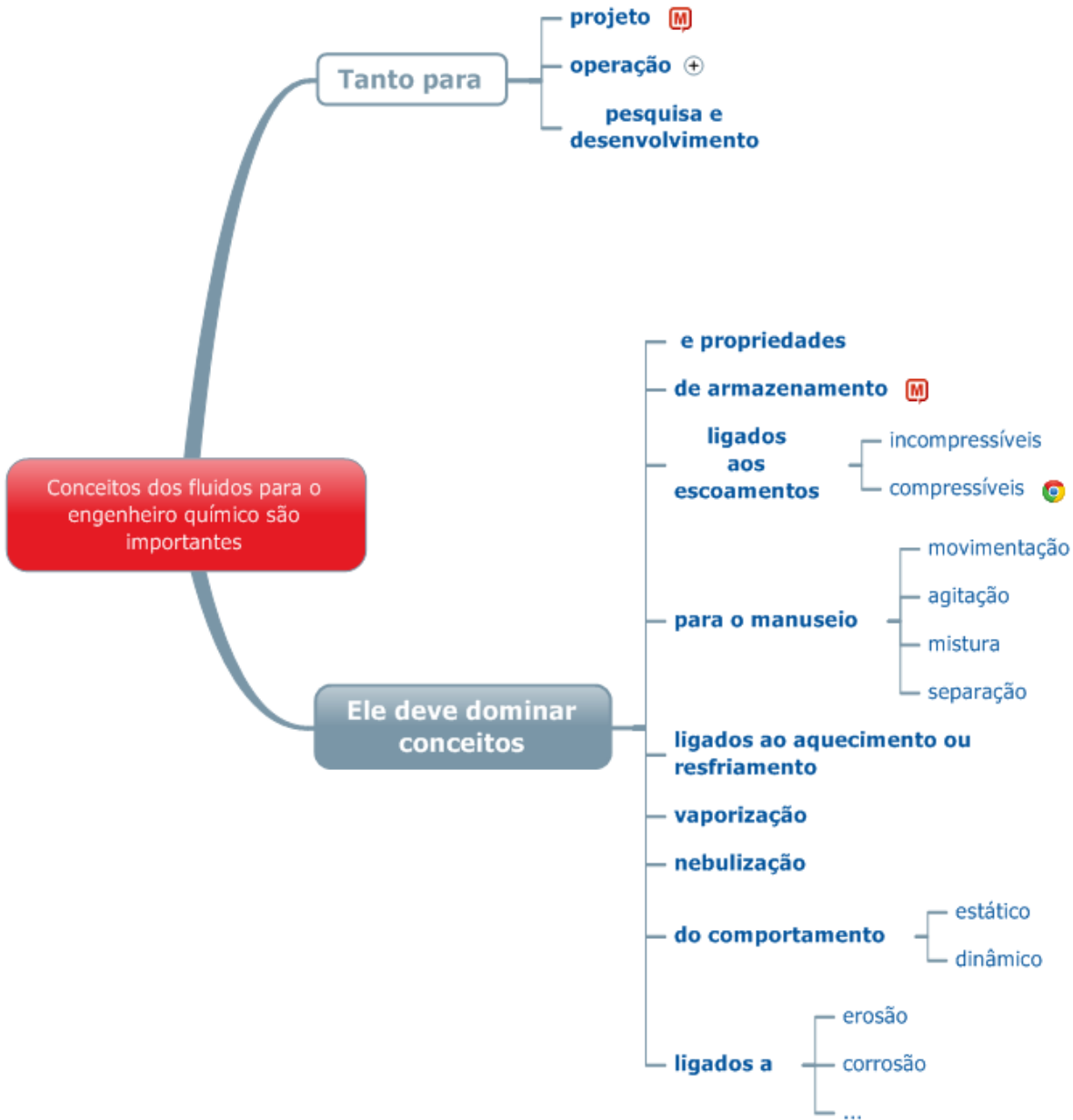


Portanto,
podemos
concluir que:

LIXO

É impossível citar um setor da engenharia química na qual bons conhecimentos de mecânica dos fluidos sejam dispensáveis





Propriedades dos fluidos importantes para o engenheiro químico

...

capacidade de dissolver gases

constantes críticas

compressibilidade

entalpias e mudanças de estado

capacidades caloríficas

temperatura

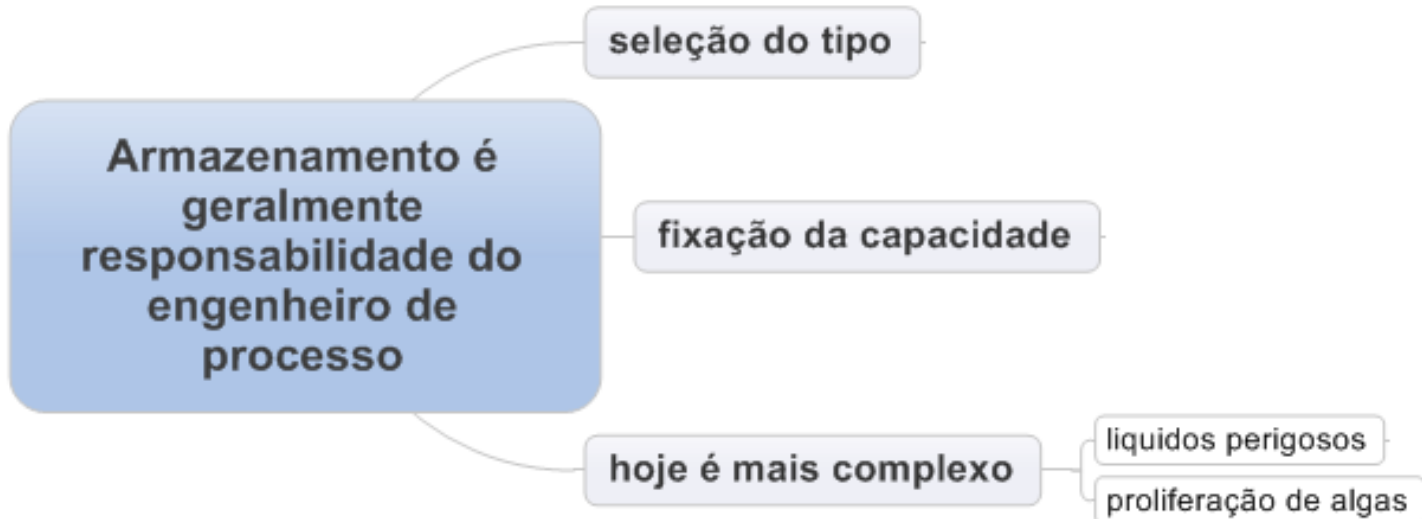
pressão

densidade

viscosidade

pressão de vapor

tensão superficial e interfacial



Existem líquidos capazes de formar misturas explosivas com o ar e neste casos requerem o colchão de gás inerte (por exemplo: nitrogênio ou gás carbônico), ou:



Escoamento: por ser mais importante se destaca dos demais

A temperatura de operação assume grande importância

- viscosidade
- pressão de vapor

ar, vapor, gases industriais a altas pressões, gases liquefeitos, hidrocarbonetos, produtos petroquímicos e fluidos refrigerantes ou de aquecimento são empregados em muito maior escala que a água.

escoamento através de meios porosos

- filtração
- fluidização
- absorção
- stripping
- destilação em colunas de recheio

outras devem trabalhar permanentemente com pressões positivas para não permitir a entrada do ar



certos gases podem reagir explosivamente pela simples substituição de uma tubulação por outra de maior ou menor diâmetro

No seu estudo é fundamental que saibamos efetuar: um balanço de carga; um balanço de potências; o cálculo de perda de carga; o cálculo de potência e rendimento...

E a movimentação dos fluidos?



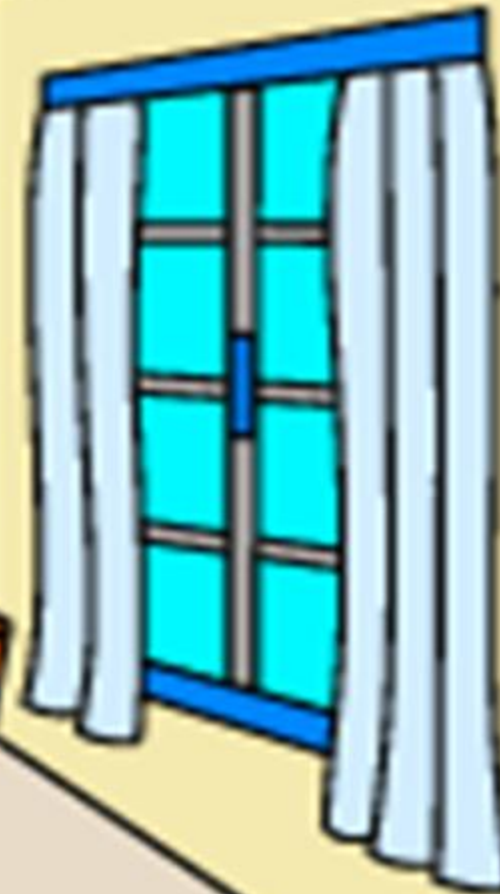
sobradores


bombas

Movimentação

compressores

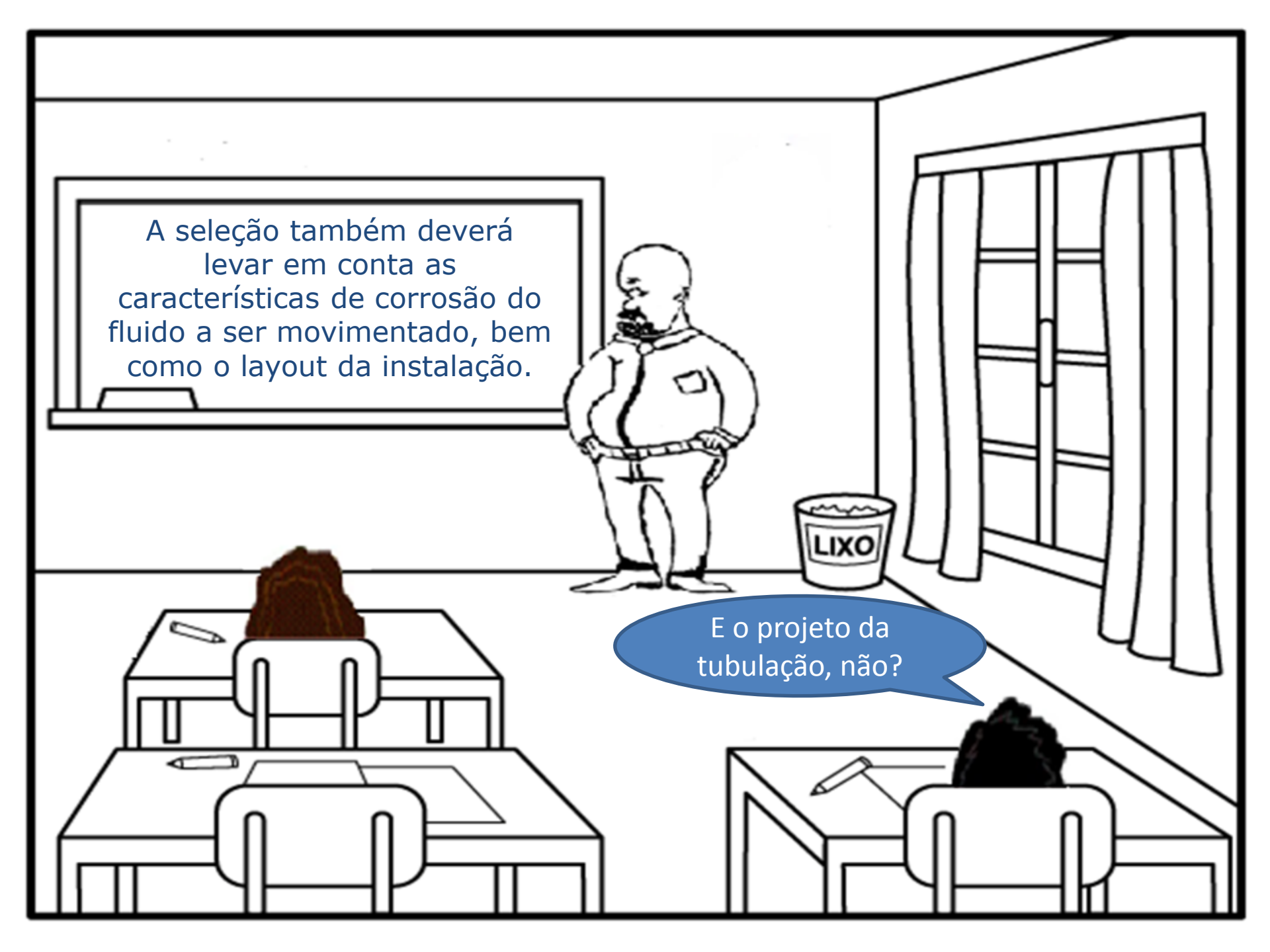
ventiladores





A especificação correta de cada tipo mais adequado para cada situação exige conhecimentos do engenheiro. Além de trabalhar nas condições de projeto, o equipamento selecionado deverá tornar possível a operação nas condições limites, assim como na partida, sem sobrecarregar o motor.



A black and white line drawing of a classroom. A teacher with a beard and a mustache stands in the center, looking thoughtful with his hand on his chin. He is wearing a light-colored shirt and trousers. To his left is a whiteboard with text. In the foreground, there are three desks with chairs. The student at the top desk has a brown wig on their head. The student at the bottom right desk has a black wig on their head. A bucket labeled 'LIXO' is on the floor near the teacher. A window with curtains is on the right wall.

A seleção também deverá
levar em conta as
características de corrosão do
fluido a ser movimentado, bem
como o layout da instalação.

E o projeto da
tubulação, não?



assessórios = válvulas, cotovelos, contrações, medidores de pressão e vazão, filtros, flanges, ...

É fundamental para as instalações industriais

tubulação = conjunto de tubos mais assessórios



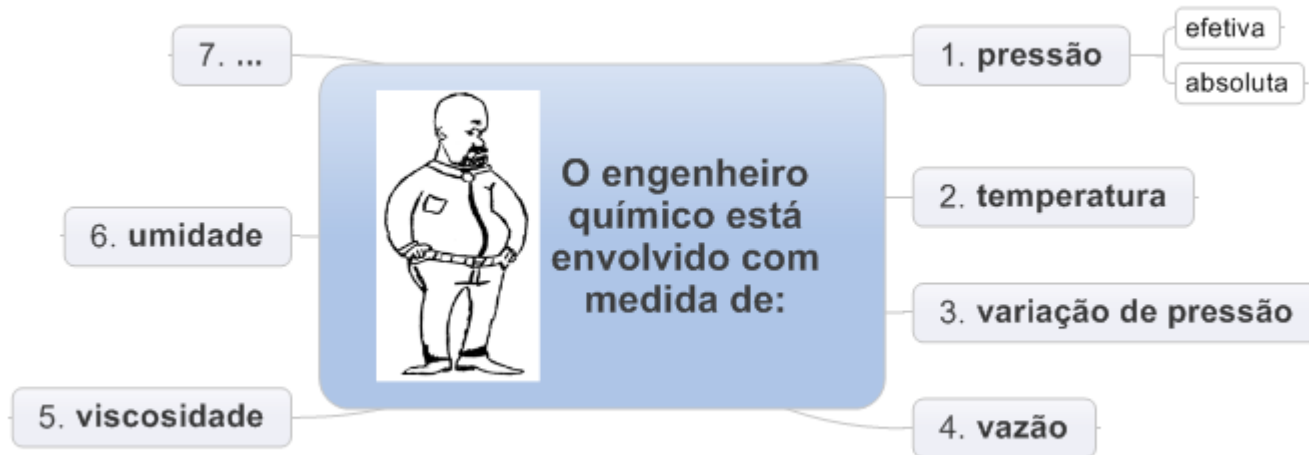
Projeto de tubulações

A especificação de materiais, diâmetros, assessórios e layout são de extrema importância.



Portanto deve ser considerado

A fixação de uma velocidade adequada e a escolha dos diâmetros, assessórios, sustentação e flexibilidade devido às variações de temperatura a que estarão sujeitas as tubulações requerem conhecimentos especializados, assim com a medição e controle de certas grandezas ligadas a instalação considerada.



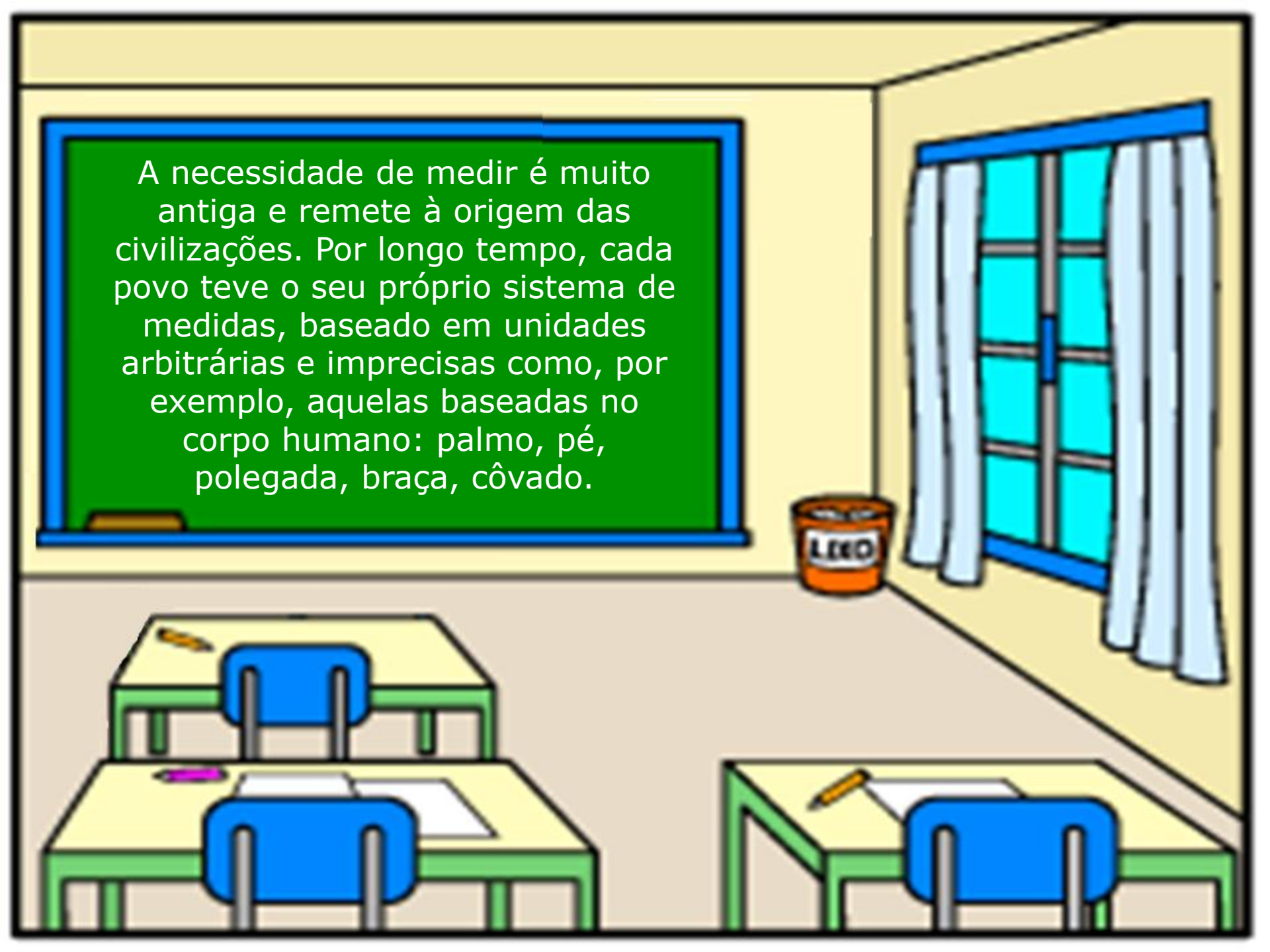
Embora não seja esta a situação que prevalece atualmente, o engenheiro recém-formado deveria estar em condições de projetar com desembaraço dispositivos de medidas como orifícios, venturis, pitots e manômetros, bem como efetuar sua calibração.

Estes requisitos são particularmente importante no início da carreira profissional.

É de extrema importância também as unidades de medidas!

!?

!?



A necessidade de medir é muito antiga e remete à origem das civilizações. Por longo tempo, cada povo teve o seu próprio sistema de medidas, baseado em unidades arbitrárias e imprecisas como, por exemplo, aquelas baseadas no corpo humano: palmo, pé, polegada, braça, côvado.



Para eliminar as dificuldades originadas pelas medidas anteriores foi consolidado pela 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas o SI, adotado também pelo Brasil em 1962, e ratificado pela Resolução nº 12 (de 1988) do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, tornando-se de uso obrigatório em todo o Território Nacional.

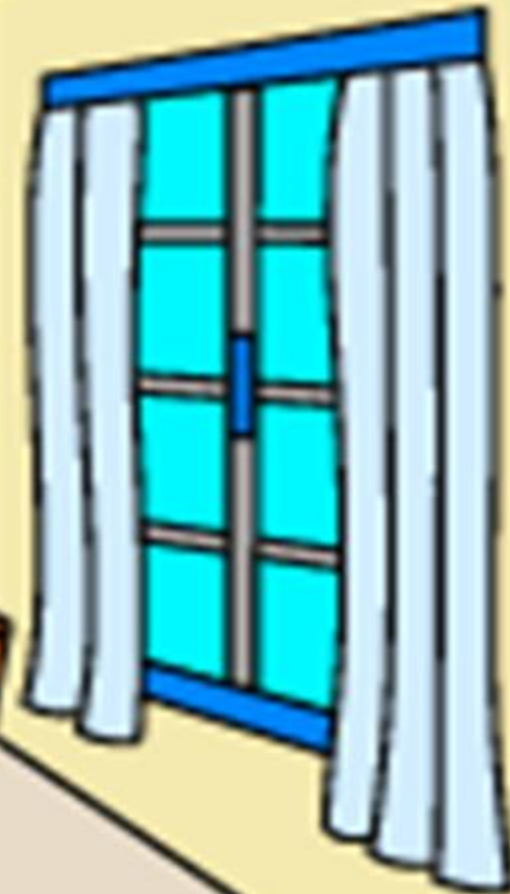


Tabela 1 - As sete unidades de base do SI

Grandeza	Unidade, símbolo : definição da unidade
comprimento	metro, m : O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de $1/299\,792\,458$ do segundo. <i>Assim, a velocidade da luz no vácuo, c_0, é exatamente igual a $299\,792\,458$ m/s.</i>
massa	quilograma, kg : O quilograma é a unidade de massa, igual à massa do protótipo internacional do quilograma. <i>Assim, a massa do protótipo internacional do quilograma, $m(K)$, é exatamente igual a 1 kg.</i>
tempo	segundo, s : O segundo é a duração de $9\,192\,631\,770$ períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133. <i>Assim, a frequência da transição hiperfina do estado fundamental do átomo de césio 133, $\nu(\text{hfs Cs})$, é exatamente igual a $9\,192\,631\,770$ Hz.</i>
corrente elétrica	ampere, A : O ampere ¹ é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível, e situados à distância de 1 metro entre si, no vácuo, produziria entre estes condutores uma força igual a 2×10^{-7} newton por metro de comprimento. <i>Assim, a constante magnética, μ_0, também conhecida como permeabilidade do vácuo, é exatamente igual a $4\pi \times 10^{-7}$ H/m.</i>
temperatura termodinâmica	kelvin, K : O kelvin, unidade de temperatura termodinâmica, é a fração $1/273,16$ da temperatura termodinâmica no ponto triplice da água. <i>Assim, a temperatura do ponto triplice da água, T_{ptw}, é exatamente igual a $273,16$ K.</i>
quantidade de substância	mol, mol : 1. O mol é a quantidade de substância de um sistema contendo tantas entidades elementares quantos átomos existem em $0,012$ quilograma de carbono 12. 2. Quando se utiliza o mol, as entidades elementares devem ser especificadas, podendo ser átomos, moléculas, íons, elétrons, assim como outras partículas, ou agrupamentos especificados dessas partículas. <i>Assim, a massa molar do carbono 12, $M(^{12}\text{C})$, é exatamente igual a 12 g/mol.</i>
intensidade luminosa	candela, cd : A candela é a intensidade luminosa, numa dada direção, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética nessa direção é $1/683$ watt por esterradiano. <i>Assim, a eficácia luminosa espectral, K, da radiação monocromática de frequência 540×10^{12} Hz é exatamente igual a 683 lm/W.</i>

Tabela extraída do
sítio:
www.inmetro.gov.br



As sete grandezas de base, que correspondem a sete unidades de base, são: comprimento, massa, tempo, corrente elétrica, temperatura termodinâmica, quantidade de substância e intensidade luminosa.
Todas as outras grandezas são descritas como grandezas derivadas.

Tabela extraída do
sítio:
www.inmetro.gov.br

Tabela 2 - Grandezas de base e unidades de base do SI

Grandeza de base	Símbolo	Unidade de base	Símbolo
comprimento	l, h, r, x	metro	m
massa	m	quilograma	kg
tempo, duração	t	segundo	s
corrente elétrica	I, i	ampere	A
temperatura termodinâmica	T	kelvin	K
quantidade de substância	n	mol	mol
intensidade luminosa	I_v	candela	cd



As grandezas derivadas são medidas utilizando unidades derivadas, que são definidas como produtos de potências de unidade de base.

Tabela 3 - Exemplos de grandezas derivadas e de suas unidades

Grandeza derivada	Símbolo	Unidade derivada	Símbolo
área	A	metro quadrado	m^2
volume	V	metro cúbico	m^3
velocidade	v	metro por segundo	m/s
aceleração	a	metro por segundo ao quadrado	m/s^2
número de ondas	$\sigma, \tilde{\nu}$	inverso do metro	m^{-1}
massa específica	ρ	quilograma por metro cúbico	kg/m^3
densidade superficial	ρ_s	quilograma por metro quadrado	kg/m^2
volume específico	v	metro cúbico por quilograma	m^3/kg
densidade de corrente	j	ampere por metro quadrado	A/m^2
campo magnético	H	ampere por metro	A/m
concentração	c	mol por metro cúbico	mol/m^3
concentração de massa	ρ, γ	quilograma por metro cúbico	kg/m^3
luminância	L_v	candela por metro quadrado	cd/m^2
índice de refração	n	um	1
permeabilidade relativa	μ_r	um	1

Tabela extraída do
sítio:
www.inmetro.gov.br



Unidades derivadas com nomes especiais

Tabela 4 - Unidades derivadas com nomes especiais no SI

Grandeza derivada	Nome da unidade derivada	Símbolo da unidade	Expressão em termos de outras unidades
ângulo plano	radiano	rad	$m/m = 1$
ângulo sólido	esterradiano	sr	$m^2/m^2 = 1$
frequência	hertz	Hz	s^{-1}
força	newton	N	$m\ kg\ s^{-2}$
pressão, tensão	pascal	Pa	$N/m^2 = m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
energia, trabalho, quantidade de calor	joule	J	$N\ m = m^2\ kg\ s^{-2}$
potência, fluxo de energia	watt	W	$J/s = m^2\ kg\ s^{-3}$
carga elétrica, quantidade de eletricidade	coulomb	C	$s\ A$
diferença de potencial elétrico	volt	V	$W/A = m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
capacitância	farad	F	$C/V = m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
resistência elétrica	ohm	Ω	$V/A = m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
condutância elétrica	siemens	S	$A/V = m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
fluxo de indução magnética	weber	Wb	$V\ s = m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
indução magnética	tesla	T	$Wb/m^2 = kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
indutância	henry	H	$Wb/A = m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
temperatura Celsius	grau Celsius	$^{\circ}C$	K
fluxo luminoso	lumen	lm	$cd\ sr = cd$
iluminância	lux	lx	$lm/m^2 = m^{-2}\ cd$
atividade de um radionuclídeo	becquerel	Bq	s^{-1}
dose absorvida, energia específica (comunicada), kerma	gray	Gy	$J/kg = m^2\ s^{-2}$
equivalente de dose, equivalente de dose ambiente	sievert	Sv	$J/kg = m^2\ s^{-2}$
atividade catalítica	katal	kat	$s^{-1}\ mol$

Tabela extraída do
sítio:
www.inmetro.gov.br



Múltiplos e submúltiplos das unidades do SI

Um conjunto de prefixos foi adotado para uso com as unidades do SI, a fim de exprimir os valores de grandezas que são muito maiores ou muito menores do que a unidade SI usada sem um prefixo. Os prefixos SI estão listados na tabela 5. Eles podem ser usados com qualquer **unidade de base** e com as **unidades derivadas** com nomes especiais.

Tabela 5 - *Prefixos SI*

Fator	Nome	Símbolo	Fator	Nome	Símbolo
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	quilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Quando os prefixos são usados, o nome do prefixo e o da unidade são combinados para formar uma palavra única e, similarmente, o símbolo do prefixo e o símbolo da unidade são escritos sem espaços, para formar um símbolo único que pode ser elevado a qualquer potência. Por exemplo, pode-se escrever: quilômetro, km; microvolt, μV ; femtosegundo, fs; $50 \text{ V/cm} = 50 \text{ V}(10^{-2} \text{ m})^{-1} = 5000 \text{ V/m}$.

Tabela extraída do
sítio:
www.inmetro.gov.br



Embora algumas unidades não-SI sejam ainda amplamente usadas, outras, a exemplo do minuto, da hora e do dia, como unidades de tempo, serão sempre usadas porque elas estão arraigadas profundamente na nossa cultura. Outras são usadas, por razões históricas, para atender às necessidades de grupos com interesses especiais, ou porque não existe alternativa SI conveniente. Os cientistas devem ter a liberdade para utilizar unidades não-SI se eles as considerarem mais adequadas ao seu propósito. Contudo, quando unidades não-SI são utilizadas, o fator de conversão para o SI deve ser sempre incluído. Algumas unidades não-SI estão listadas na tabela 6 abaixo, com o seu fator de conversão para o SI. Para uma listagem mais ampla, veja a publicação completa do SI, ou o *website* do BIPM.

Tabela 6 – Algumas unidades não-SI

Grandeza	Unidade	Símbolo	Relação com o SI
tempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 3600 s
	dia	d	1 d = 86400 s
volume	litro	L ou l	1 L = 1 dm ³
massa	tonelada	t	1 t = 1000 kg
energia	elétronvolt	eV	1 eV \approx 1,602 x 10 ⁻¹⁹ J
pressão	bar	bar	1 bar = 100 kPa
	milímetro de mercúrio	mmHg	1 mmHg \approx 133,3 Pa
comprimento	angstrom ²	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m
	milha náutica	M	1 M = 1852 m
força	dina	dyn	1 dyn = 10 ⁻⁵ N
energia	erg	erg	1 erg = 10 ⁻⁷ J

Os símbolos das unidades começam com letra maiúscula quando se trata de nome próprio (por exemplo, ampere, A; kelvin, K; hertz, Hz; coulomb, C). Nos outros casos eles sempre começam com letra minúscula (por exemplo, metro, m; segundo, s; mol, mol). O símbolo do litro é uma exceção: pode-se usar uma letra minúscula ou uma letra maiúscula, L. Neste caso a letra maiúscula é usada para evitar confusão entre a letra minúscula l e o número um (1). O símbolo da milha náutica é apresentado aqui como M; contudo não há um acordo geral sobre nenhum símbolo para a milha náutica.

Tabela extraída do
sítio:
www.inmetro.gov.br

