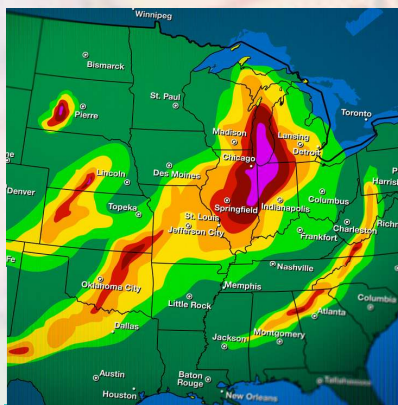
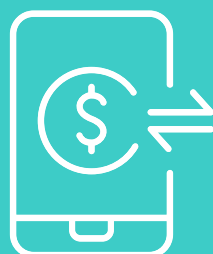


O vento: uma perspectiva da **Equação de Bernoulli** para **STEAM**

Pressão e coeficientes dinâmicos do vento aplicados na Educação Básica

Manual para Professores>>

Ricardo Iaras da Silva
Geci José Pereira da Silva

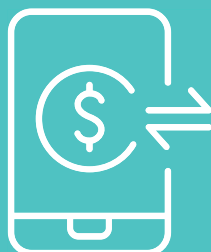


O vento: uma perspectiva da **Equação de Bernoulli** para **STEAM**

Professores de Matemática e Ciências na Educação Básica, preparem-se para desvendar o mistério de como medir a força do vento!

Manual para Professores>>

Ricardo Iaras da Silva
Geci José Pereira da Silva



IME
INSTITUTO DE
MATEMÁTICA E
ESTATÍSTICA



PROFMAT



INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Universidade Federal de Goiás (UFG)
Instituto de Matemática e Estatística (IME)

PROGRAMA

Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT)
Área de Concentração: Matemática do Ensino Básico

TÍTULO

O vento: uma perspectiva da Equação de Bernoulli para STEAM

Autor: Ricardo Iaras da Silva

Orientador: Dr. Geci José Pereira da Silva

PRODUTO EDUCACIONAL

Manual para professor (e-book)

Nível de Ensino: Ensino Fundamental e Ensino Médio

Área de Conhecimento: Matemática

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional foi desenvolvido para viabilizar a **transdisciplinaridade** na **Educação Básica** da pressão e coeficientes dinâmicos do vento, modelados sob a perspectiva da **Equação de Bernoulli**, integrando áreas e conceitos, que podem enriquecer o aprendizado.

Abordando as causas e consequências de acidentes decorrentes do desconhecimento relacionado à origem, **velocidade e pressão dinâmica do vento**, buscamos mostrar que o vento possui um grande potencial para a modelagem matemática no âmbito do **STEAM** (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics).

Nesse sentido, buscamos transcender a abordagem restrita ao ensino superior, utilizando propostas de **atividades** pautadas na aplicação da **função quadrática**, comum em instrumentos educacionais potenciais, acessível ao nível sugerido.

OBJETIVO

Oferecer a professores e alunos experiências transdisciplinares, empregando a função quadrática e softwares gratuitos como ferramentas didáticas para investigar o vento e seus coeficientes dinâmicos na modelagem de problemas do mundo real.

PÚBLICO ALVO

Professores e alunos de Matemática e disciplinas correlatas da educação básica que desejam entender como mensurar a força exercida por um fluxo de vento.

RECURSOS

Material didático interativo que inclui exercícios práticos para o cálculo da pressão dinâmica do vento e suas respectivas aplicações.

METODOLOGIA

Uma abordagem transdisciplinar que utiliza exemplos reais de acidentes provocados pela pressão dinâmica do vento, analisados sob a perspectiva da Equação de Bernoulli, para o ensino de STEAM.

INSTITUIÇÃO PARCEIRA

Este produto educacional foi elaborado a partir de uma dissertação de mestrado desenvolvida na Universidade Federal de Goiás (UFG), especificamente pelo Instituto de Matemática e Estatística (IME), no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT).

SUMÁRIO

01 O STEAM 6

O acrônimo; A transdisciplinaridade; As inteligências Múltiplas; O vento, a norma técnica e a modelagem Matemática.



02 O vento, Bernoulli e os Fluidos 12

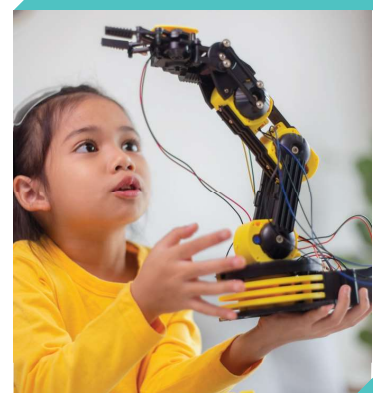
Modelagem; Equação de Bernoulli; Pressão dinâmica do vento; Norma técnica NBR 6123:2323 e Isoplefas; Velocidades básica e característica; Roteiro de Cálculo.

03 Explorando o vento 17

Fúria x Desconhecimento; Perigos ao subestimar a força do vento; Coeficiente de arrasto.

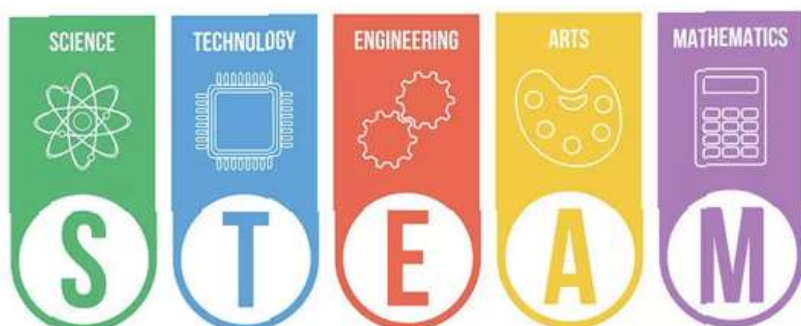
04 Aplicações STEAM 22

STEAM a BNCC e as Funções Quadráticas.



05 Atividades 23

1. Acidente com Outdoor
2. Pessoa derrubada pela força do vento.



O que é esse tal de **STEAM**?



É UM ACRÔNIMO DE **SCIENCE**, **TECHNOLOGY**, **ENGINEERING**, **ARTS** AND **MATHEMATICS**

Abraham Lincoln sancionou a Lei Morrill EUA (1862) uma lei que doava terras a cada estado para estabelecer faculdades, e essas, forneceriam instrução voltadas principalmente em agricultura, táticas militares, artes mecânicas e estudos clássicos.

1862

No ano seguinte foi apresentado ao presidente Harry S. Truman o relatório intitulado, Science: The Endless Frontier, prevendo uma nova agência cuja missão promoveria o progresso da ciência apoiando a pesquisa básica em faculdades e universidades, estabelecendo a National Science Foundation (NSF), aprovado em 1950

1950

A NSF converteu posteriormente SMET para STEM

1990

Pensando no fim da guerra, Roosevelt escreveu ao diretor do Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento Científico, Vannevar Bush, perguntando como a aplicação bem sucedida do conhecimento científico aos problemas de guerra poderia ser transferida para tempos de paz e solicitando recomendações sobre uma política nacional para a ciência

1944

O lançamento do Sputnik precipitou uma grande reforma educacional, ficando evidente a importância da supremacia tecnológica com foco no desenvolvimento econômico, competitividade geopolítica e soberania mundial.

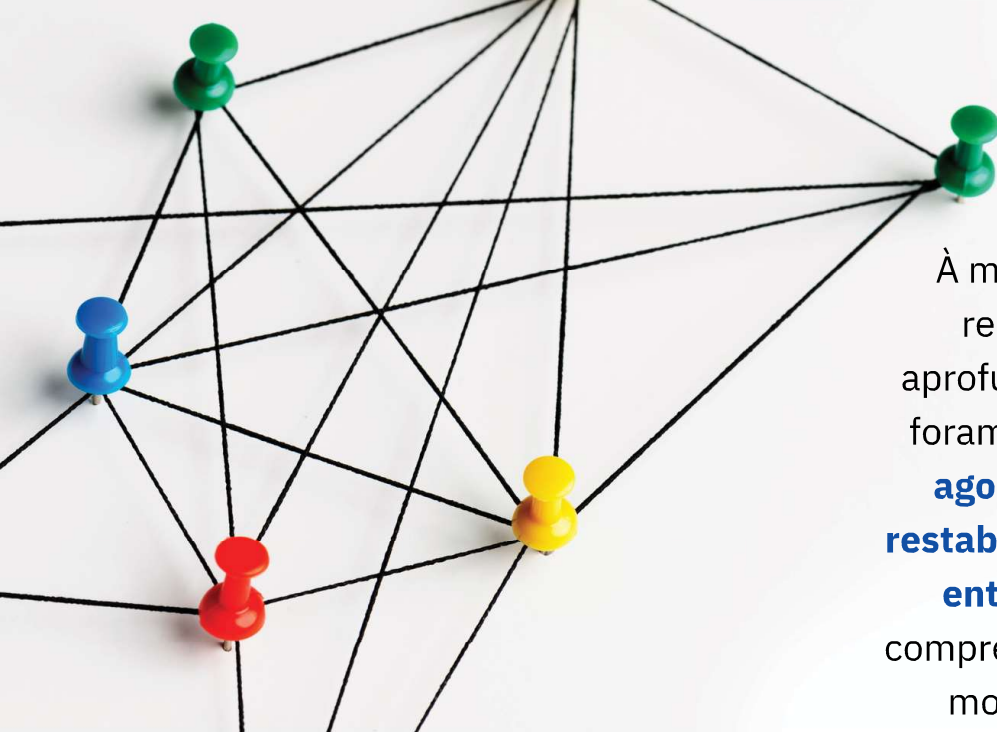
Destacou-se, então, um norte para as principais disciplinas acadêmicas tradicionais. Inicialmente, a NSF usou a sigla SMET (ciência, matemática, engenharia e tecnologia),

1957

Em 2008, ao estudar os fatores comuns de ensino e aprendizagem entre as disciplinas de STEM, Georgette Yakman percebeu as influências das disciplinas de Artes & Design e estas se tornaram mais aparentes e integradoras, incrementando e definindo o termo STEAM

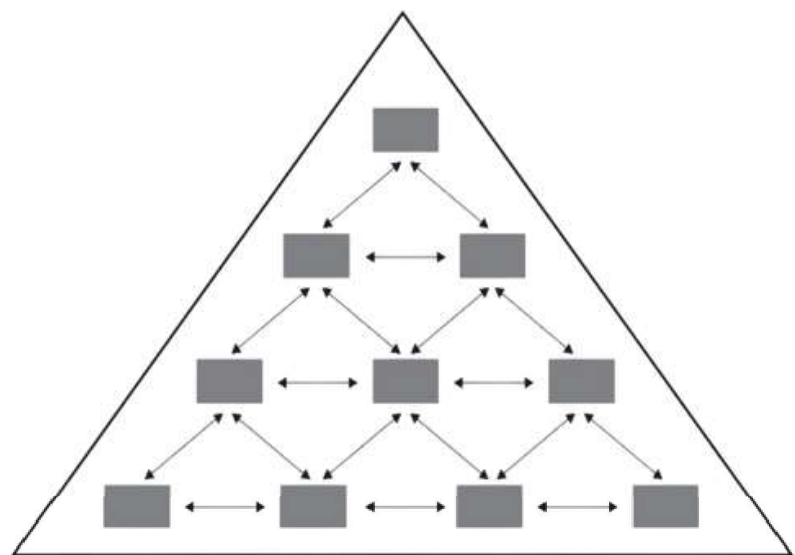
2008





À medida que os conhecimentos relativos a cada campo foram aprofundando-se, novas subdivisões foram e continuam sendo criadas, **e agora se mostra imprescindível restabelecer o nexo e a comunicação entre esses campos** para que a compreensão do mundo real ocorra de modo relacional. Filatro (2015)

As relações das múltiplas disciplinas aos pares e níveis distintos, representados no modelo do astrofísico austríaco Erich Jantsch permite a ascensão de níveis, podendo atingir o ápice por múltiplos movimentos como combinação das possibilidades horizontais e verticais, mostrando que a multidisciplinaridade pode ser transcendida. Nesta perspectiva, buscamos na transdisciplinaridade o fator comum com uma metodologia norteada pelo mesmo preceito, a metodologia STEAM.



Transdisciplinaridade: sistema de níveis e de objetivos múltiplos; coordenação com vistas a uma finalidade comum.





Segundo Gardner (2013), por possuir distintos meios de inteligência ou Inteligências Múltiplas (IM), **pluralizar o ensino permite que os aprendizados ocorram de maneiras diferentes, assim entendendo que a possibilidade de galgar competências e habilidades é ampliada pela gama de interações transdisciplinares.**



O vento e a Dinâmica dos fluidos

No intuito transdisciplinar que buscamos,
atemo-nos à educação STEAM como:



"Ciência e Tecnologia, interpretadas
por meio da **Engenharia** e das Artes,
todas baseadas em uma linguagem de
Matemática"

Como modelar o **Vento?**

Para elaborar e desenvolver uma atividade que explora o vento como foco na modelagem matemática, vamos nos ater as cinco etapas propostas por Burak (1998, 2004, 2006, 2016), onde sugere: **escolha do tema; pesquisa exploratória; levantamento dos problemas; resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema e por fim, análise crítica das soluções**

PASSO 01

Como calcular a força do vento? Quais conteúdos são necessários? Segundo Brandt e Burak (2016), não são os conteúdos que determinam o problema, mas o contrário.

PASSO 02

Para explorar o conceito de carga de vento associado ao STEAM e à modelagem matemática, utilizar a norma técnica NBR 6123:2023 e a Equação de Bernoulli.

PASSO 03

Como calcular a pressão do vento q [N/m^2] ou [kgf/m^2] durante o impacto perpendicular de um fluxo de vento v_k em [m/s] ?

PASSO 04

Explorar o vento como fator climatológico em uma modelagem pode estreitar o laço entre a teoria e os problemas cotidianos a serem solucionados.

PASSO 05

Contribuir para a formação de cidadãos críticos e participativos, mais autônomos e que auxiliam na transformação da comunidade em que participam.

“A transdisciplinaridade pode ser uma ferramenta de transformação educacional se o objetivo for explorar, descobrir, modelar uma situação ou fenômeno natural”

Como calcular a pressão do vento q [N/m^2] ou [kgf/m^2] durante o impacto perpendicular de um fluxo de vento v_k em [m/s] ?

O vento, Bernoulli e a Dinâmica dos Fluidos?

✓ O VENTO

Utilizaremos o vento como o resultado do deslocamento do ar perpendicular a um corpo sólido, capaz de causar uma obstrução em um sentido horizontal, pois tentando manter um equilíbrio de pressão, o vento sopra de uma alta pressão para uma baixa pressão e durante este deslocamento temos condições de modelar a pressão dinâmica que o mesmo exerce pela Equação de Bernoulli.

✓ ROTAÇÃO DA TERRA

Em 1851 o físico francês Jean Bernard Léon Foucault realizou o experimento que provou a rotação da Terra.

✓ FORÇA DE CORIOLIS

O francês Gaspard Gustave de Coriolis (1792–1843), mostra a tendência de um corpo em movimento sobre a superfície terrestre tende mudar sua trajetória devido à direção rotacional e da velocidade da Terra

✓ ATMOSFERA

A atmosfera terrestre, segundo Sonnemaker (2009), é uma massa de ar presa à Terra pela gravidade, acompanhando-a em seus movimentos, é uma mistura de diversos gases e na superfície sua presença se faz sentir através da pressão que a atmosfera exerce em todas as direções.



Em 1738, Daniel Bernoulli (1700-1782) publicou a obra “Hydrodynamics”, apresentando uma forma equivalente da equação usualmente conhecida como Equação de Bernoulli. O princípio da conservação de energia para os fluidos considerados ideais em fluxo estável ou aerodinâmico é a base para muitas aplicações de engenharia e relaciona a velocidade e elevação em um fluido em movimento.

MODELAGEM

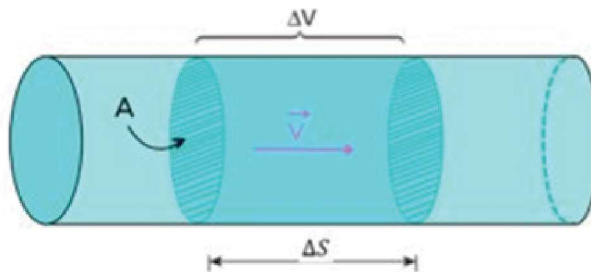
O vento e a Dinâmica dos Fluidos

$[N/m^2]$ ou $[kgf/m^2]$?

Qual é mais
intuitivo?



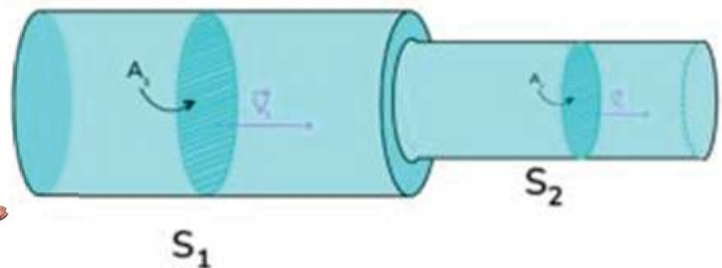
A equação de Bernoulli



A vazão Q , corresponde à razão entre o volume de fluido que atravessa uma certa região de área A , com velocidade v , em um intervalo de tempo, decorrido nesse escoamento.

$$Q = AV$$

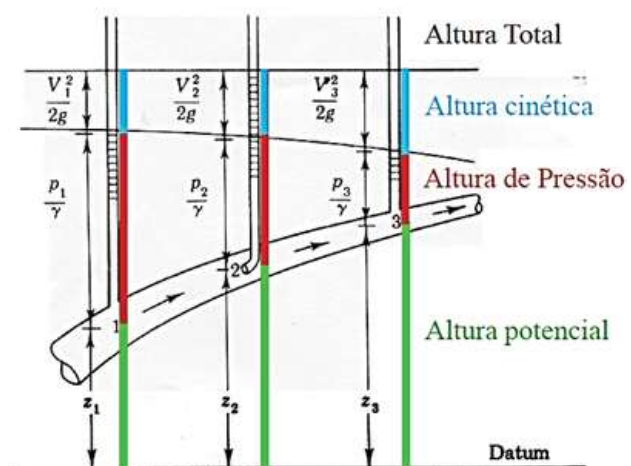
$$AV_1 = AV_2$$



Considerando a equação da continuidade nota-se que, se a área diminuir, a velocidade deverá aumentar para manter constante a vazão, e vice-versa!

A Equação de Bernoulli, considerando o princípio da conservação da energia mecânica para fluidos, destacado na figura ao lado, **considera que no escoamento de um fluido perfeito incompressível em regime permanente, a energia total do fluido por unidade de peso permanece constante**, observa

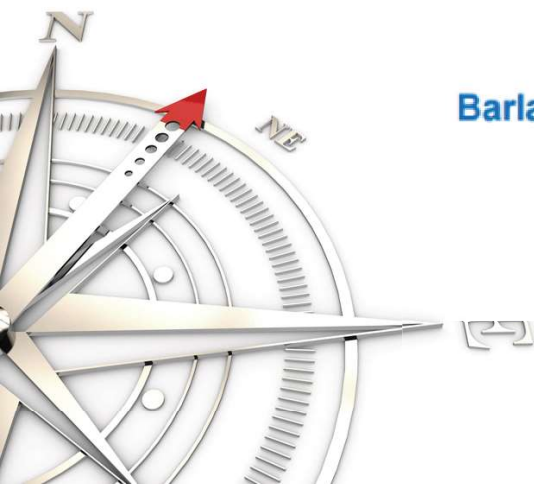
Vilanova (2011)



Compreendendo a relação da energia associada à pressão do fluido, a energia potencial gravitacional de elevação e a energia cinética do movimento do fluido, temos a equação

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

- Z_1, Z_2 : energias potenciais de posição por unidade de peso, cargas de posição.
- $\frac{P_1}{\gamma}, \frac{P_2}{\gamma}$: energias potenciais de pressão por unidades de peso, cargas de pressão.
- $\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g}$ energias cinéticas por unidade de peso, cargas cinéticas.



Supondo um elemento de controle do fluido (ar), a posição de barlavento (lado de onde o vento sopra), em uma mesma linha de corrente e paralela ao solo, teremos $Z_1 = Z_2$, quando ocorrer a obstrução do ar e associarmos as velocidades V_1 e V_2 , teremos $V_2 = 0$.

Multiplicando a equação $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$ por γ e substituindo $V_2 = 0$ teremos, $\frac{\gamma V_1^2}{2g} = P_2 - P_1 = \Delta P = q$, assim, a pressão dinâmica $\frac{\gamma V_1^2}{2g}$, será equivalente a pressão estática q . Considerando o peso específico do ar $\gamma = 1,2253 \text{ [Kgf/m}^3\text{]}$ e a aceleração da gravidade $g = 9,80665 \text{ [m/s}^2\text{]}$ obtemos a pressão de obstrução:

$$q = \frac{\gamma V_1^2}{2g} = \frac{1,2253 V^2}{2 \cdot 9,80665} = \frac{V^2}{16} \text{ [Kgf/m}^2\text{]}$$



O que diz a Norma?

NBR 6123:2023

Pressão do Vento

$$q = 0,613 V_k^2 [N/m^2]$$

Se objetivo for aplicar o conceito da pressão dinâmica $q = \frac{V_k^2}{16} [Kg/m^2]$ para o cálculo em projetos estruturais é necessário a determinação da velocidade característica do vento V_k de consoante a norma técnica vigente, no caso do Brasil a referência será a norma técnica **NBR 6123:2023** Forças devidas ao vento em edificações.

A velocidade característica a ser utilizada em projetos técnicos de qualquer natureza considera os fatores (S_1, S_2 e S_3), sendo, S_1 um fator topográfico, S_2 rugosidade do terreno, dimensões da edificação, estrutura ou componente e altura sobre o terreno, S_3 fator estatístico que considera o grau de segurança requerido e a vida útil. Segundo esses fatores a equação $V_k = V_0 S_1 S_2 S_3$, expressa a velocidade característica do vento, sendo:

- V_0 : velocidade básica
- S_1 : fator topográfico
- S_2 : fator de rugosidade e dimensões da edificação
- S_3 : fator estatístico

MAPA DE ISOPLETAS DO BRASIL

A velocidade básica é a velocidade do vento que apresenta um **período de recorrência médio de 50 anos**. Neste período, a probabilidade de que a **velocidade seja igualada ou excedida é de 63%**

Por que explorar na educação básica o tema: VENTO?

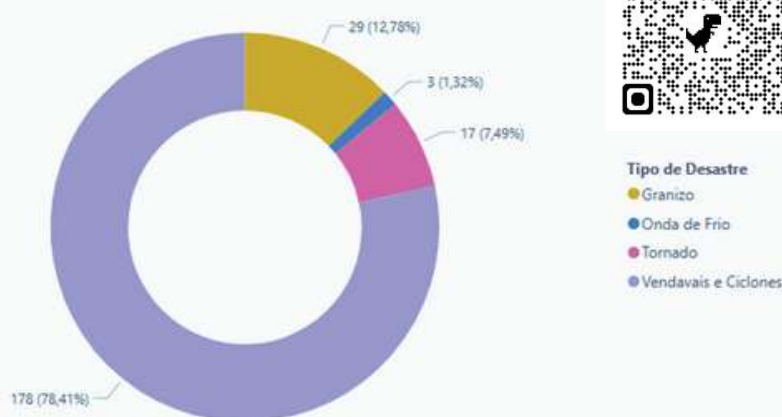
Pela ótica de Vilaça (2011), o espaço urbano é visto como um produto do trabalho humano, logo, as interações entre a estrutura e o planejamento urbano, bem como os materiais e métodos construtivos utilizados, tornam um espaço natural em antropizado.

Um ponto crítico relacionado às ocupações, versa sob a perspectiva das ações do vento que influenciam no desempenho e segurança das construções legais ou ilegais.

Os dados trazem reflexões em relação ao nível educacional no qual a velocidade e a pressão dinâmica do vento são abordadas. Normalmente, o tema é restrito aos cursos de engenharia, associados aqueles que possuem o conhecimento sobre a existência e utilidade da norma. Neste viés, sugerimos o estudo do tema ainda no ensino fundamental, para que docentes e discentes sejam capazes e atuar vigilantemente como cidadão, seja profissionalmente instalando fachadas, outdoors, telhados, andaimes ou presenciando a construção de uma obra residencial, predial, comercial, de armazenagem, para fins próprios ou de terceiros inseridos na sua comunidade

Dados de desastres climáticos no Brasil entre **1991 e 2023**, apontam prejuízos públicos e privados superior a **R\$ 570 Bilhões** no período.

Óbitos, por tipo de desastre



O vento...

Fúria da Natureza ou Desconhecimento?

No cotidiano, os noticiários e as redes sociais inundam as telas com fotos e vídeos de flagrantes, onde os fenômenos climáticos assolam espaços físicos e antrópicos.

São erroneamente nomeados como fúrias da natureza, pois tudo que foge do intuitivo, do ponto de vista de quem está avaliando o fenômeno, embora atípico, tem uma justificativa científica plausível, mesmo que raro ou com um tempo elevado de retorno.



Qual o risco de subestimar a força do vento?

Vem comigo nessa linha de pensamento!



Um levantamento do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), apontou **São Carlos (SP)** como a segunda cidade do Estado de São Paulo com **maior velocidade do vento**. A divulgação desta informação, embora importante, não esclarece ao leigo que a velocidade média atingida pelo vento, ainda que pareça alta, não corresponde à máxima estimada pela NBR 6123:2023, para a região seria: 45m/s ou 162 km/h.

Uma comparação direta por alguém que conhece a equação $q = \frac{V_0^2}{16} [Kgf/m^2]$

mostra que um vento médio de **12,1 [km/h]** aproximadamente **3,36 [m/s]**, terá a seguinte expressão:

$$V_0 = 3,36 [m/s], \text{ gerando uma pressão } q = \frac{3,36^2}{16} = \frac{11,2896}{16} = \mathbf{0,7056 [Kgf/m^2]}$$

um vento extremo poderia atingir,

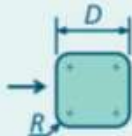
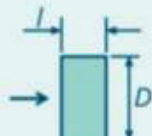
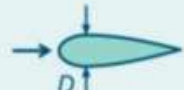
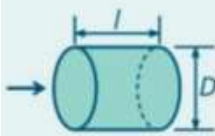
$$V_0 = 45 [m/s], \text{ gerando uma pressão } q = \frac{45^2}{16} = \frac{2025}{16} = \mathbf{126,5625 [Kgf/m^2]}$$

A força devida ao vento pode ser genericamente calculada conforme a seguinte equação:

$$F = q C A f_v$$

- q é a pressão dinâmica, $q = 0,613 V_k^2 [N/m^2]$ ou $q = \frac{V_k^2}{16} [Kgf/m^2]$;
- C é um coeficiente aerodinâmico de força ou de pressão, especificado em cada caso; (Sugestão: Utilizar nos exemplos didáticos $C = C_D$ para coeficiente de arrasto);
- A é uma área de referência [m^2];
- f_v é o fator de vizinhança;
(Sugestão: Não utilizar nos exemplos didáticos), use $f_v = 1$ tal que $F = q C_D A$.

Coeficientes de Arrasto

Forma	Área de referência A (b = comprimento)	Coeficiente de arrasto $C_D = \frac{\mathcal{D}}{\frac{1}{2} \rho U^2 A}$														
 Barra quadrada com cantos arredondados	$A = bD$	<table><tr><th>R/D</th><th>C_D</th></tr><tr><td>0</td><td>2,2</td></tr><tr><td>0,02</td><td>2,0</td></tr><tr><td>0,17</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,33</td><td>1,0</td></tr></table>	R/D	C_D	0	2,2	0,02	2,0	0,17	1,2	0,33	1,0				
R/D	C_D															
0	2,2															
0,02	2,0															
0,17	1,2															
0,33	1,0															
 Casca semicircular	$A = bD$	<table><tr><td>→</td><td>2,3</td></tr><tr><td>←</td><td>1,1</td></tr></table>	→	2,3	←	1,1										
→	2,3															
←	1,1															
 Retângulo	$A = bD$	<table><tr><th>ℓ/D</th><th>C_D</th></tr><tr><td>≤0,1</td><td>1,9</td></tr><tr><td>0,5</td><td>2,5</td></tr><tr><td>0,65</td><td>2,9</td></tr><tr><td>1,0</td><td>2,2</td></tr><tr><td>2,0</td><td>1,6</td></tr><tr><td>3,0</td><td>1,3</td></tr></table>	ℓ/D	C_D	≤0,1	1,9	0,5	2,5	0,65	2,9	1,0	2,2	2,0	1,6	3,0	1,3
ℓ/D	C_D															
≤0,1	1,9															
0,5	2,5															
0,65	2,9															
1,0	2,2															
2,0	1,6															
3,0	1,3															
 Carenagem aerodinâmica	$A = bD$	0,12														
 Cubo	$A = D^2$	1,05														
 Hemisfério oco	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	<table><tr><td>→</td><td>1,42</td></tr><tr><td>←</td><td>0,38</td></tr></table>	→	1,42	←	0,38										
→	1,42															
←	0,38															
 Barra circular paralela ao escoamento	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	<table><tr><th>ℓ/D</th><th>C_D</th></tr><tr><td>0,5</td><td>1,1</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,93</td></tr><tr><td>2,0</td><td>0,83</td></tr><tr><td>4,0</td><td>0,85</td></tr></table>	ℓ/D	C_D	0,5	1,1	1,0	0,93	2,0	0,83	4,0	0,85				
ℓ/D	C_D															
0,5	1,1															
1,0	0,93															
2,0	0,83															
4,0	0,85															



Páraquedas

Área frontal
 $A = \frac{\pi}{4} D^2$

1,4



Prato
poroso
parabólico

Área frontal
 $A = \frac{\pi}{4} D^2$

Porosidade	0	0,2	0,5
→	1,42	1,20	0,82
←	0,93	0,90	0,80

Porosidade = área aberta/área total



Pessoa
mediana

Em pé
Sentada
Joelhos junto
ao peito

$C_D A = 0,836m^2$
 $C_D A = 0,557m^2$
 $C_D A = 0,232m^2$

Bicicletas



Para uso
urbano

$A = 0,51m^2$

1,1



De corrida

$A = 0,36m^2$

0,88



De perseguição

$A = 0,36m^2$

0,50

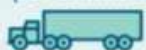


Aerodinâmica

$A = 0,46m^2$

0,12

Carreta tracionada
por caminhão

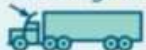


Padrão

Área frontal

0,96

Carenagem

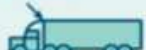


Com
carenagem

Área frontal

0,76

Espaçamento
vedado



Com
carenagem
e vedação do
espaçamento

Área frontal

0,70

Árvore



$U = 10m/s$
 $U = 20m/s$
 $U = 30m/s$

Área frontal

0,43
0,26
0,20

BNCC e o vento na perspectiva STEAM

**As Competências
específicas da BNCC, são
consoantes a proposta de
utilizar a modelagem e a
determinação da pressão
dinâmica do vento na
perspectiva STEAM, por
meio do estudo da função
quadrática.**

CONFIRA



ATIVIDADE PROPOSTA

Acidente com Outdoor

CONSIDERE

a notícia veiculada por O Globo e as mídias de acesso para coleta de informações úteis a interpretação da atividade

Mundo

Sobe para 14 o número de mortos em queda de outdoor ilegal na Índia; mais de 70 pessoas ficaram feridas

Placa, colocada de forma irregular, deixou dezenas de pessoas presas em área próxima a um posto de gasolina

Por O Globo com agências internacionais — Mumbai

14/05/2024 06h39 · Atualizado há 8 meses



Acesse a reportagem na íntegra utilizando o QR CODE.

O globo: queda de outdoor na Índia



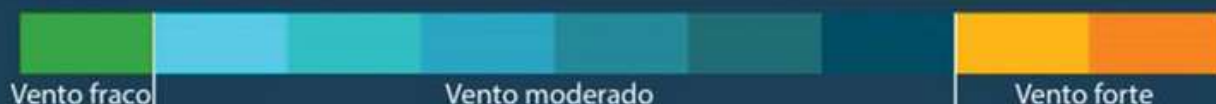
A força devida ao vento pode ser genericamente calculada conforme a seguinte equação:

$$F = q C A f_v$$

- q é a pressão dinâmica, $q = 0,613 V_k^2 [N/m^2]$ ou $q = \frac{V_k^2}{16} [Kgf/m^2]$;
- C é um coeficiente aerodinâmico de força ou de pressão, especificado em cada caso; (Sugestão: Utilizar nos exemplos didáticos $C = C_D$ para coeficiente de arrasto);
- A é uma área de referência [m^2];
- f_v é o fator de vizinhança; (Sugestão: Não utilizar nos exemplos didáticos), use $f_v = 1$ tal que $F = q C_D A$.

Escala Beaufort - velocidade do vento

	Força	Designação	Velocidade	Influência em terra
	2	brisa leve	1,8 - 3,3 m/s 7 - 12 km/h 4 - 6 nós	Sente-se o vento no rosto, movem-se as folhas das árvores e a grimpadora começa a funcionar.
	3	brisa fraca	3,4 - 5,2 m/s 13 - 18 km/h 7 - 10 nós	As folhas das árvores se agitam e as bandeiras se desfraldam.
	4	brisa moderada	5,3 - 7,4 m/s 19 - 26 km/h 11 - 16 nós	Poeira e pequenos papéis soltos são levantados. Movem-se os galhos das árvores.
	5	brisa forte	7,5 - 9,8 m/s 27 - 35 km/h 17 - 21 nós	Movem-se as pequenas árvores. A água começa a ondular.
	6	vento fresco	9,9 - 12,4 m/s 36 - 44 km/h 22 - 27 nós	Assobios na fiação aérea. Movem-se os maiores galhos das árvores. Guarda-chuva usado com dificuldade.
	7	vento forte	12,5 - 15,2 m/s 45 - 54 km/h 28 - 33 nós	Movem-se as grandes árvores. É difícil andar contra o vento.
	8	ventania	15,3 - 18,2 m/s 55 - 65 km/h 34 - 40 nós	Quebram-se os galhos das árvores. É difícil andar contra o vento.
	9	ventania forte	18,3 - 21,5 m/s 66 - 77 km/h 41 - 47 nós	Danos nas partes salientes das árvores. Impossível andar contra o vento.
	10	tempestade	21,6 - 25,1 m/s 78 - 90 km/h 48 - 55 nós	Arranca árvores e causa danos na estrutura dos prédios.



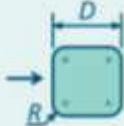
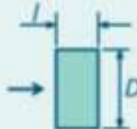
- a) A reportagem não divulgou a velocidade básica do vento V_0 , utilize a escala Beaufort Relacionando a queda do outdoor em Mumbai, na Índia, para extrair os seguintes dados:

	Força	Designação	Velocidade V_k [m/s]	Influência em terra

- b) Calcule a pressão dinâmica em $[Kgf/m^2]$.

$$q = \frac{V_k^2}{16}$$

- c) Qual é a área do outdoor se o mesmo era um quadrado de lado 25 m?
- d) Qual a força exercida pelo vento ao atingir o outdoor, sabendo que $F = q C_D A$ e o coeficiente de arrasto C_D será dado por:

Forma	Área de referência A (b = comprimento)	Coeficiente de arrasto $C_D = \frac{Q}{\frac{1}{2} \rho U^2 A}$														
 Barra quadrada com cantos arredondados	$A = bD$	<table><tr><th>R/D</th><th>C_D</th></tr><tr><td>0</td><td>2,2</td></tr><tr><td>0,02</td><td>2,0</td></tr><tr><td>0,17</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,33</td><td>1,0</td></tr></table>	R/D	C_D	0	2,2	0,02	2,0	0,17	1,2	0,33	1,0				
R/D	C_D															
0	2,2															
0,02	2,0															
0,17	1,2															
0,33	1,0															
 Casca semicircular	$A = bD$	<table><tr><td>→</td><td>2,3</td></tr><tr><td>←</td><td>1,1</td></tr></table>	→	2,3	←	1,1										
→	2,3															
←	1,1															
 Retângulo	$A = bD$	<table><tr><th>ℓ/D</th><th>C_D</th></tr><tr><td>$\leq 0,1$</td><td>1,9</td></tr><tr><td>0,5</td><td>2,5</td></tr><tr><td>0,65</td><td>2,9</td></tr><tr><td>1,0</td><td>2,2</td></tr><tr><td>2,0</td><td>1,6</td></tr><tr><td>3,0</td><td>1,3</td></tr></table>	ℓ/D	C_D	$\leq 0,1$	1,9	0,5	2,5	0,65	2,9	1,0	2,2	2,0	1,6	3,0	1,3
ℓ/D	C_D															
$\leq 0,1$	1,9															
0,5	2,5															
0,65	2,9															
1,0	2,2															
2,0	1,6															
3,0	1,3															

resposta esperada

- a) $V_k = 25,1$ [m/s]
- b) $q = \frac{25,1^2}{16} = \frac{630,01}{16} \approx 39,37$ [Kgf/m²]
- c) $A = LD = 25 \cdot 25 = 625$ [m²]
- d) $C_D = 2,2$
- $F = q C_D A = 39,37 \cdot 2,2 \cdot 625 \approx 54.133,75$ [kgf]

2

ATIVIDADE PROPOSTA

Pessoa derrubada pela força do vento

CONSIDERE

a notícia veiculada por G1-PR e as mídias de acesso para coleta de informações úteis a interpretação da atividade



Acesse a reportagem na íntegra utilizando o QR CODE ao lado.

G1: Idoso é derrubado por ventania, ventos chegaram a 70 km/h.

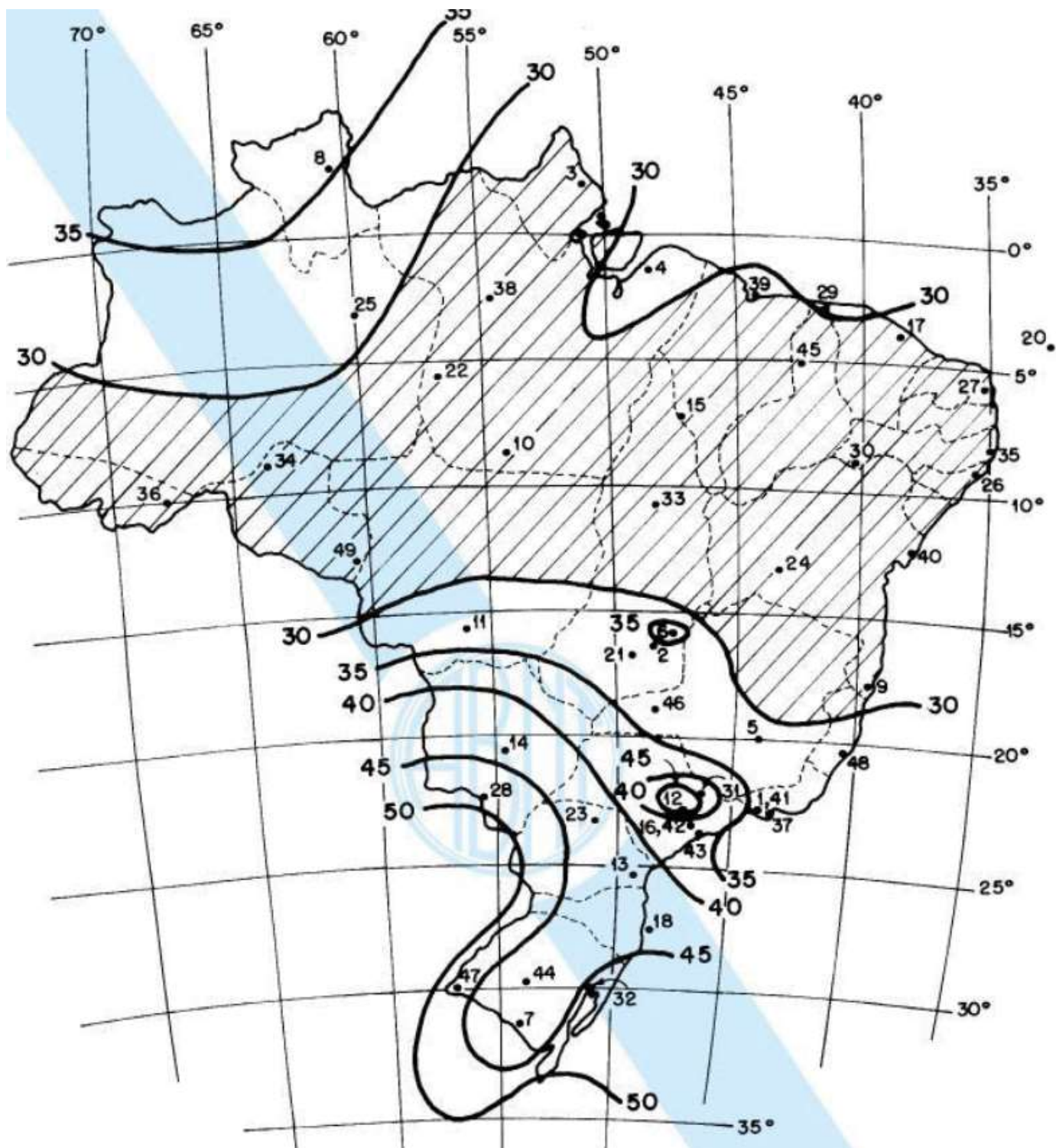
A força devida ao vento pode ser genericamente calculada conforme a seguinte equação:

$$F = q C A f_v$$

- q é a pressão dinâmica, $q = 0,613 V_k^2 [N/m^2]$ ou $q = \frac{V_k^2}{16} [Kgf/m^2]$;
- C é um coeficiente aerodinâmico de força ou de pressão, especificado em cada caso; (Sugestão: Utilizar nos exemplos didáticos $C = C_D$ para coeficiente de arrasto);
- A é uma área de referência [m^2];
- f_v é o fator de vizinhança; (Sugestão: Não utilizar nos exemplos didáticos), use $f_v = 1$ tal que $F = q C_D A$.

QUESTIONÁRIO

- a) A reportagem divulgou a velocidade básica do vento $V_0 = 70 \text{ km/h}$, relacionando a queda de um senhor em União da Vitória, no Brasil. Calcule a velocidade $V_0 = [m/s]$
- b) Localize aproximadamente a geolocalização da cidade e estime a velocidade máxima para a região segundo as isopletras da NBR 6123:2023



- c) Qual foi a pressão dinâmica do vento em $[kgf/m^2]$ que causou o acidente?
- d) Qual seria a pressão dinâmica do vento em $[kgf/m^2]$ se o vento atingisse a máxima da NBR 6123:2023?
- e) Qual a força exercida pelo vento ao atingir o senhor, sabendo que $F = q C_D A$ e que para uma pessoa mediana, em pé $C_D A = 0,836 m^2$? Qual seria o valor da força se fossem considerados os fatores, $S_1 = 1$, $S_2 = 1,2$ e $S_3 = 0,9$ e $V_{k\text{ máx}}$?

Solução: (Exemplo)

$$a) V_k = 70 \text{ [km/h]} \cong 19,44 \text{ [m/s]}$$

$$b) \text{ União da Vitória - PR, isopleta} \rightarrow 45 \text{ [m/s]}$$

$$c) q = \frac{19,44^2}{16} \cong \frac{377,9136}{16} \cong 23,62 \text{ [Kgf/m}^2 \text{]}$$

$$d) q = \frac{45^2}{16} \cong \frac{2025}{16} \cong 126,56 \text{ [Kgf/m}^2 \text{]}$$

$$e) F = q C A = 23,62 \cdot 0,836 \cong 19,75 \text{ [kgf]}$$

Como $S_1 = 1$, $S_2 = 1,2$ e $S_3 = 0,9$

$$V_k = 45 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 48,6 \text{ [m/s]}$$

$$q = \frac{48,6^2}{16} \cong \frac{2.361,96}{16} \cong 147,62 \text{ [Kgf/m}^2 \text{]}$$

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6123: Forças devido ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2023. 95 p.

BLESSMANN, J. Acidentes causados pelo vento, 4ª ed. Porto Alegre: rev. Ed. Universidade UFRGS, 2001, 145 p.

BORGES, E. BRAGA, J. P. O efeito de Coriolis: de pêndulos a moléculas. Química Nova, 2010. Universidade do Porto, 33(6), 1416–1420. DOI 10.1590/S0100-40422010000600036. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000600036>. Acesso em: 15 abr. 2023.

BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E., orgs. Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações [online]. 2 ed. rev. Ponta Grossa: UEPG, 2016, 226 p. ISBN 978-85-7798-232-5. DOI 10.7476/9788577982325. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/b4zpq/epub/brandt-9788577982325.epub>. Acesso em: 11 mar. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Notas sobre o Brasil no Pisa 2022. Brasília, DF: Inep, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em: 8 fev. 2024.

FILATRO, A.; CAIRO, S. Produção de conteúdos educacionais: design instrucional, tecnologia, gestão, educação e comunicação. São Paulo: Saraiva, 2017.

GARDNER, H. The theory of multiple intelligences. c2024. Disponível em: <https://www.multipleintelligencesoasis.org/resources>. Acesso em: 14 set. 2024.

GARDNER, H. 'Inteligências múltiplas' não são 'estilos de aprendizagem'. The Washington post, 16 out. 2013. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/news/answer-sheet/wp/2013/10/16/howard-gardner-multiple-intelligences-are-not-learning-styles/>. Acesso em: 15 set. 2024.

RECH, J. S.; REZER, R. A interdisciplinaridade como fenômeno complexo: em defesa de sua instabilidade conceitual. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar. Mossoró, v. 6, n. 17, ago. 2020. DOI: 10.21920/recei72020617467479. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21920/recei72020617467479>. Acesso em 14 mar. 2024.

Idoso derrubado pela força do vento disse ao filho que na hora não entendeu o que aconteceu. União da Vitória, G1 PR, 2024, 1 vídeo (1 min 25 s) Publicado pela G1. Disponível em: <https://youtu.be/Jo17MQ1yMpl>. Acesso em: 18 dez. 2023.

INSTITUTO REÚNA. BNCC Comentada para o Ensino Médio. Org. Maria Ignez Diniz e Fabrício Eduardo Ferreira, 2020.39 p. Disponível em: <https://anec.org.br/wp-content/uploads/2021/05/BNCC-EM-MAT-comentada.pdf> Acesso em: 24 out. 2023.

LAGE, E. Pêndulo de Foucault, Rev. Ciência Elem., 2018. V6(3):069. DOI 10.24927/rce2018.069. Disponível em: <http://doi.org/10.24927/rce2018.069>. Acesso em: 22 mai. 2023.

LEÃO, M.; ARAGÃO, M. Apresentação para a disciplina de Estruturas Metálicas, 2013. Disponível em: http://aquarius.ime.br/~moniz/metallica/estruturas_metalicas_2013_3.pdf. Acesso em: 16 set. 2023.

Lei de 2 de julho de 1862 (Lei Morrill), Lei Pública 37-108, que estabeleceu faculdades de concessão de terras, 02/07/1862; Atos e Resoluções Registrados do Congresso, 1789-1996; Grupo de Registros 11; Registros Gerais do Governo dos Estados Unidos; Arquivos Nacionais. Disponível em: <https://www.archives.gov/milestone-documents/morrill-act>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MUNSON, B. R; YOUNG, D. F.; OKIISHI, T. H. Fundamentos da mecânica dos fluidos, tradução da quarta edição americana: Euryale de Jesus Zerbini. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

NSF. National Science Foundation. EUA: Why was NSF formed?

Disponível em: <https://new.nsf.gov/about/history#when-was-nsf-established--792>. Acesso em: 14 set. 2024.

PERSSON, A. How Do We Understand the Coriolis Force? Bulletin of the American Meteorological Society. 1998, vol. 79, ed. 7, p. 1373–1386.

DOI 10.1175/1520-0477(1998)079<1373:HDWUTC>2.0.CO;2. Disponível em:

[Texto do seu parágrafo](#). Acesso em: 18 mai. 2023.

PHET SIMULAÇÕES INTERATIVAS. Universidade de Colorado Boulder. 2002. Disponível em: [Texto do seu parágrafo](#). Acesso em: 04 out. 2024.

POCINHO, M.; MENDES, C. Avaliação das Inteligências Múltiplas em Crianças do Ensino Fundamental. Psicologia Escolar e do Desenvolvimento, Teor. e Pesq. 37, 2021. DOI 10.1590/0102.3772e37304. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/0102.3772e37304>. Acesso em: 18 jul. 2024.

RAZI, A.; ZHOU, G. STEM, iSTEM e STEAM: What is next? International Journal of Technology in Education, vol. 5, nº 1, 2022. DOI 10.46328/ijte.119. Disponível em: <https://doi.org/10.46328/ijte.119>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. Revista Brasileira de Educação v. 13 n. 37 jan./abr. 2008 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Laboratório de Estudos e Pesquisas Transdisciplinares. DOI 10.1590/S1413-24782008000100007.

Disponível em: [Texto do seu parágrafo](#) Acesso em 13 dez. 2024

Sobe para 14 o número de mortos em queda de outdoor ilegal na Índia; mais de 70 pessoas ficaram feridas. Mumbai, O globo com agências internacionais, 2024, 1 vídeo (45 s) Publicado pela Tv Anhanguera. Disponível em: oglobo.globo.com/mundo/video/outdoor-cai-na-india-durante-tempestade-e-deixa-mortos-e-feridos-12593037.ghtml

Acesso em: 22 nov. 2024.

SOMMERMAN A. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade como novas formas de conhecimento para a articulação de saberes no contexto da ciência e do conhecimento em geral: contribuição para os campos da educação, da saúde e do meio ambiente. 2012.1305 p. Tese (Doutorado em difusão do conhecimento), UFBA, Bahia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/22497>. Acesso em: 22 mai. 2023.

SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. Revista Brasileira de Educação. v. 13, n. 37 jan./abr. 2008. DOI 10.1590/S1413-24782008000100007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782008000100007>. Acesso em: 26 ago. 2023.

SONNEMAKER, J. B. Meteorologia, 30ª ed., São Paulo, ASA, 2009.

VILANOVA, L. C. Mecânica dos fluidos. 3. ed., Santa Maria, RS: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria CTISM, Curso em Automação Industrial, 2011, 82 p.

VILLAÇA, F. São Paulo: Segregação urbana e desigualdade. Dossiê São Paulo, Hoje, Estud. av. 25 (71), abr. 2011. DOI 10.1590/S0103-40142011000100004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142011000100004>. Acesso em: 16 set. 2023.

YAKMAN, G. STEAM - An Educational Framework to Relate Things To Each Other And Reality, K12 Digest, December 12, 2019. Disponível em: <https://www.k12digest.com/steam-an-educational-framework-to-relate-things-to-each-other-and-reality/>. Acesso em: 06 set. 2023.

YAKMAN, G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. March, 2008. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/327351326> Acesso em: 10 set. 2023.