

REVISÃO – VESTIBULAR 2024

SEMANA 4

PROFESSOR DANILO



ONDAS

UNESP/ENEM/FUVEST

O que está faltando?

Exercícios de nível sonoro



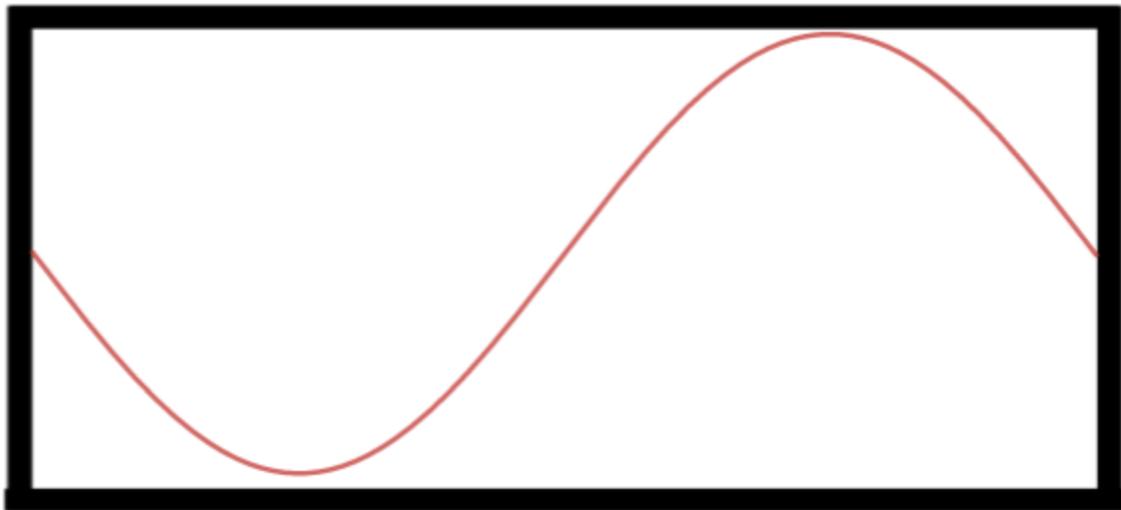
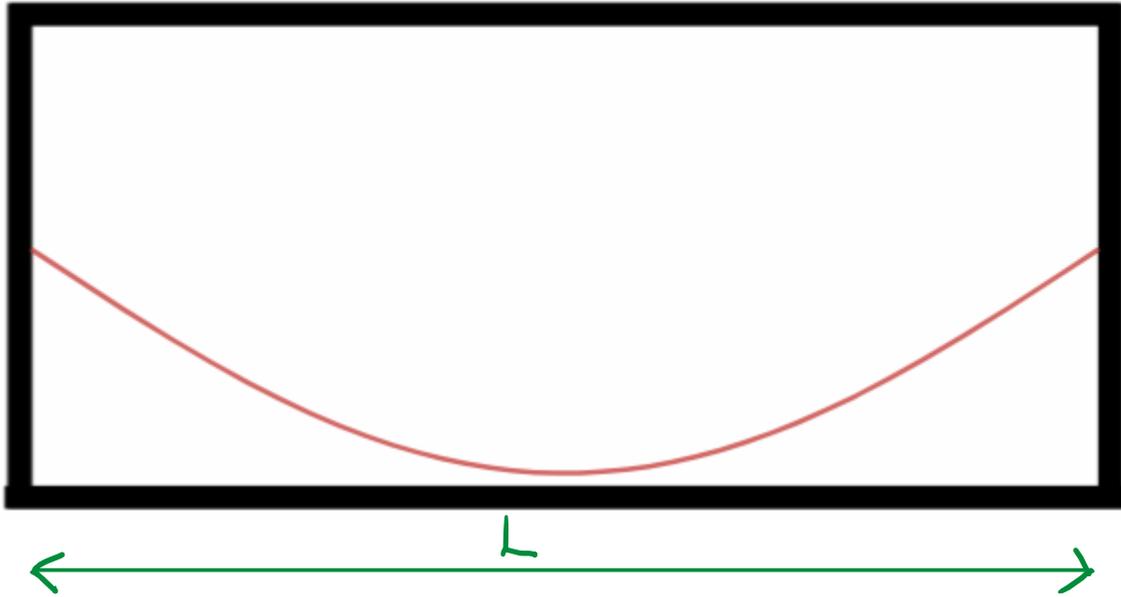
Interferência



Onda estacionária

Efeito Doppler

Onda estacionária



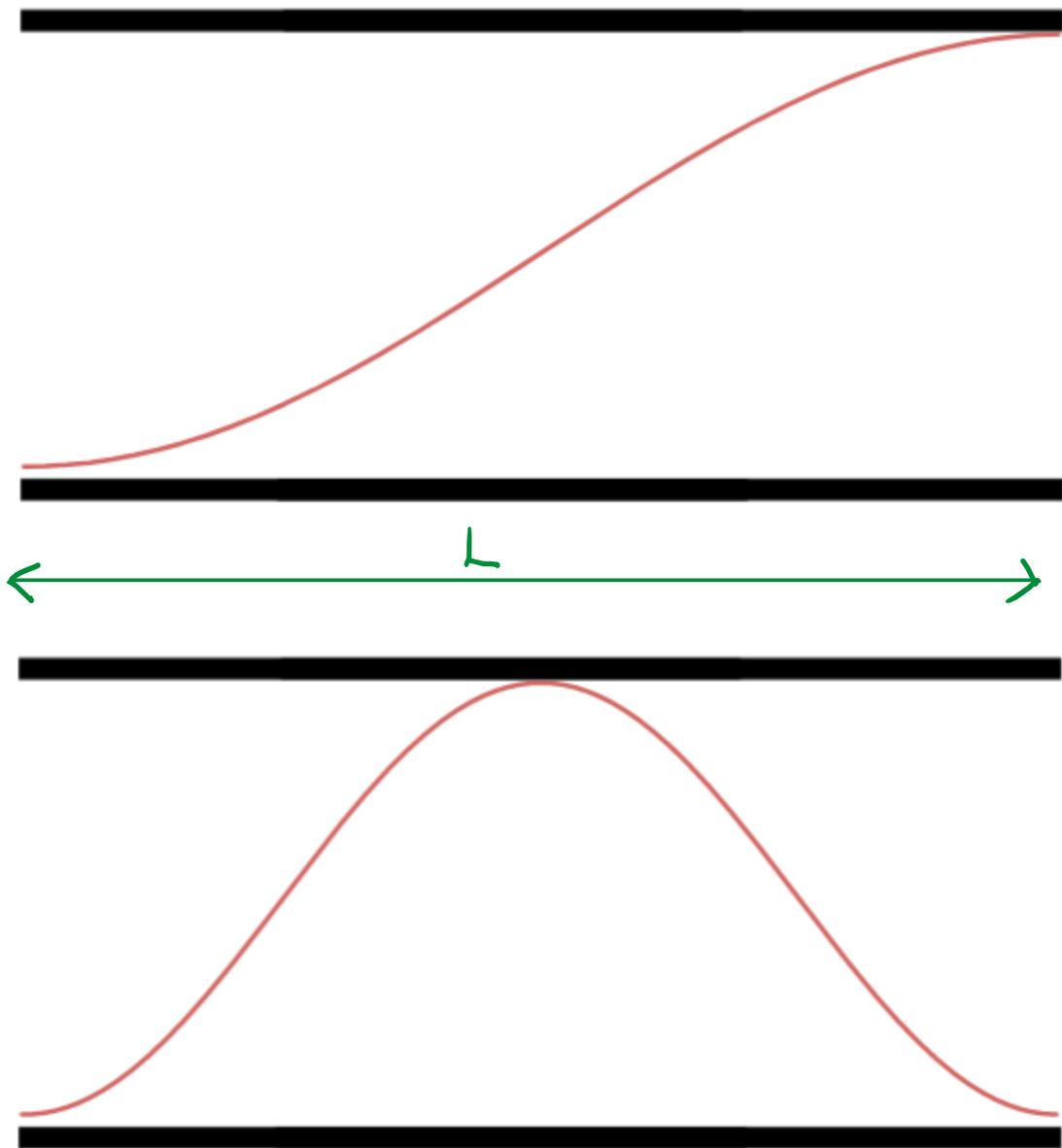
EXTREMIDADES FIXAS

$$L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow$$

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

Onda estacionária



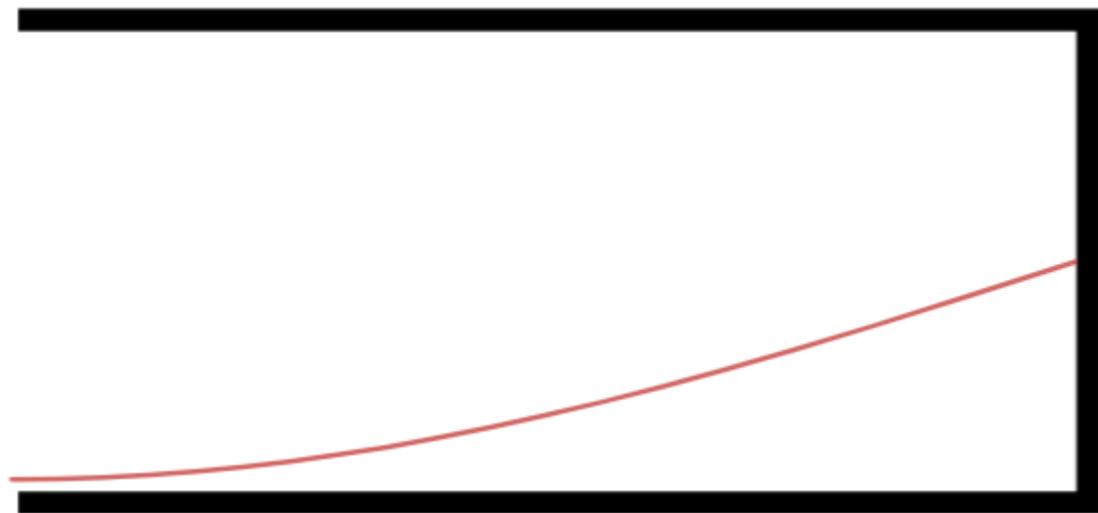
EXTREMIDADES
LIVRES

(TUBOS SONOROS
ABERTOS)

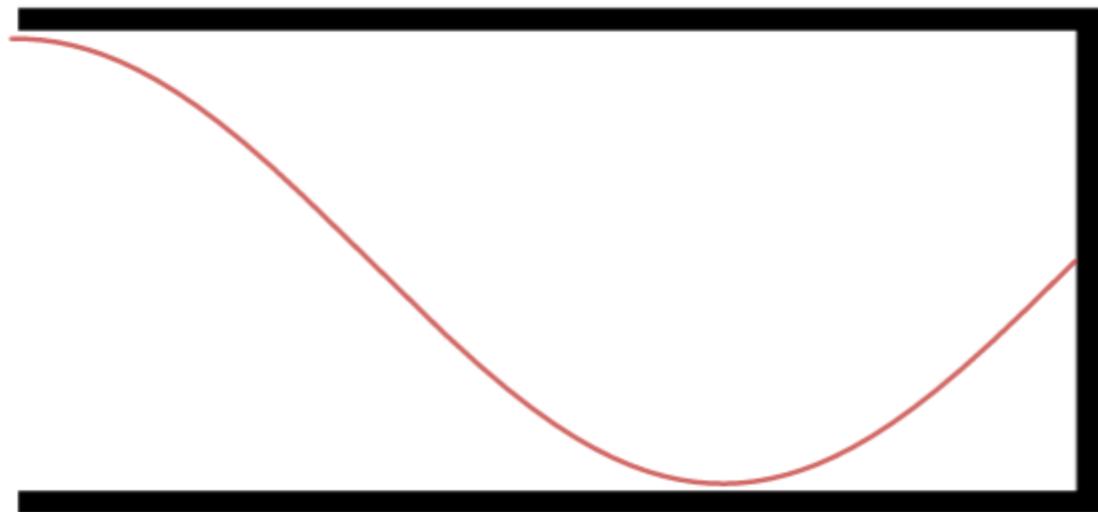
$$L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \left| \lambda = \frac{2L}{n} \right|$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

Onda estacionária



L



UMA EXTREMIDADE
LIVRE E A OUTRA FIXA
(TUBO SONORO FECHADO)

$$L = n \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{4L}{n}}$$

$$n = 1, 3, 5, 7, \dots$$

NÃO EXISTEM HARMÔNICOS
PARES EM TUBOS
ABERTOS

EXERCÍCIOS

ONDAS ESTACIONÁRIAS

- UNESP
 - 4
- UNICAMP
- FUVEST
 - 21
- ENEM
 - 29, 37, 38

Nos instrumentos musicais de corda, as cordas apresentam diferentes espessuras e diferentes densidades lineares de massa, para que aquelas que emitem sons mais graves não precisem ser muito longas, o que inviabilizaria a construção do instrumento.

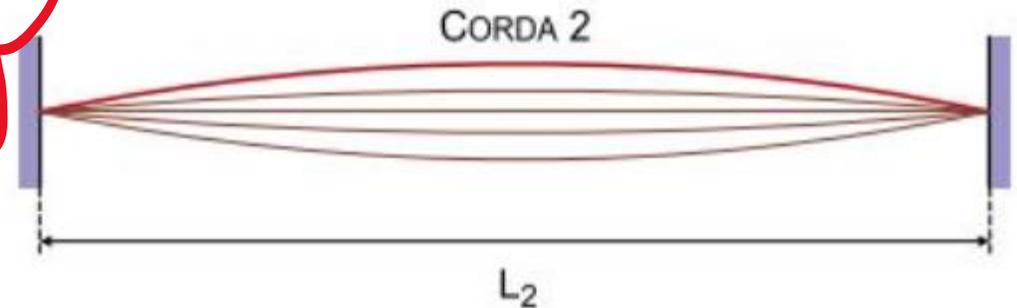
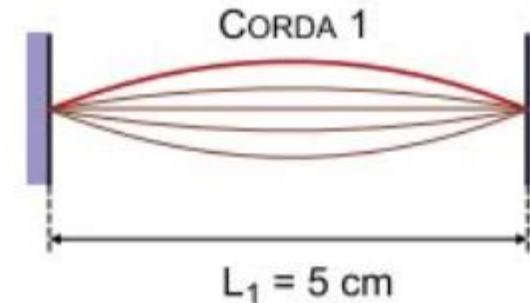
Detalhes das cordas de um violoncelo



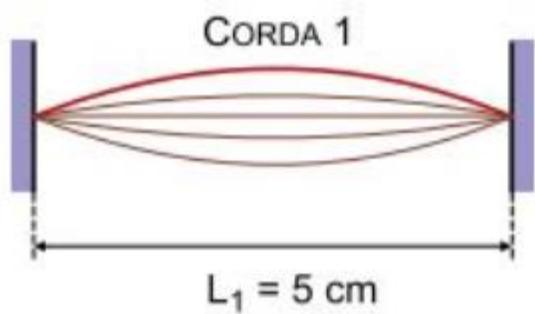
(pt.wikipedia.org)

Eq. Taylor

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

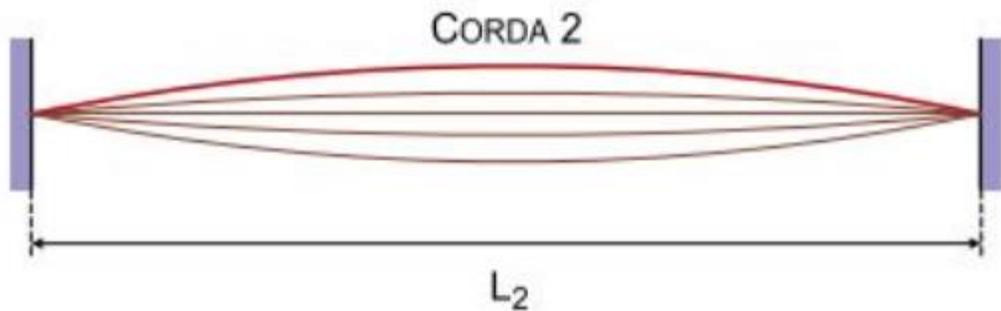


Para ilustrar o fato de que cordas que emitem sons mais graves precisariam ser muito longas, considere duas cordas, 1 e 2, ambas com extremidades fixas, que apresentem espessuras iguais, mesma densidade linear de massa e que estejam submetidas à mesma força de tração.



Pelo Desenho:

$$\lambda = 2L \quad e \quad v = \lambda f$$



Pelo enunciado:

$$v_1 = v_2 \quad \rightarrow \quad f_1 = 150 f_2$$

Quando essas cordas vibram em seus modos fundamentais, a frequência da onda sonora emitida pela corda 1 é 150 vezes maior do que a frequência da onda sonora emitida pela corda 2. Sabendo que a corda 1 mede $L_1 = 5 \text{ cm}$, o comprimento L_2 da corda 2 deve ser de

- a) 7,5 m.
- b) 8,0 m.
- c) 5,0 m.
- d) 2,5 m.
- e) 1,5 m.

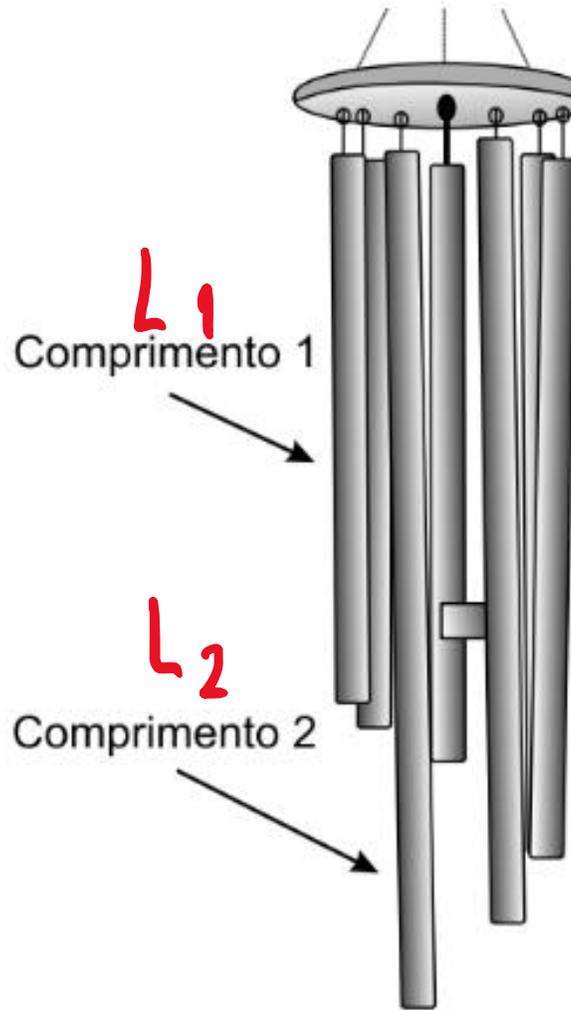
Resolução:

$$\lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2 \Rightarrow$$

~~$$2L_1 \cdot 150 f_2 = 2L_2 f_2 \Rightarrow$$~~

$$5 \cdot 150 = L_2 \Rightarrow L_2 = 750 \text{ cm}$$

O sino dos ventos é composto por várias barras metálicas de mesmo material e espessura, mas de comprimentos diferentes, conforme a figura.



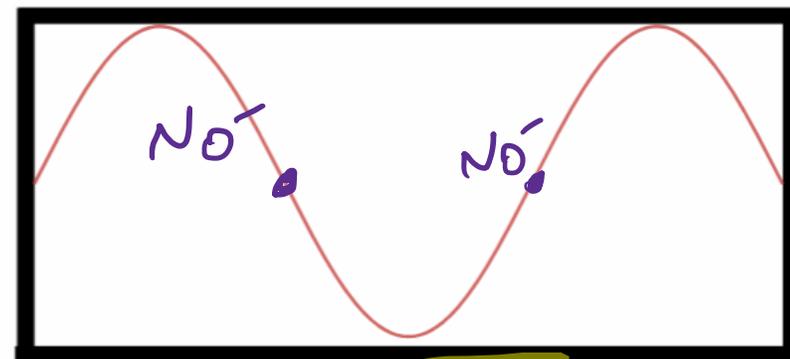
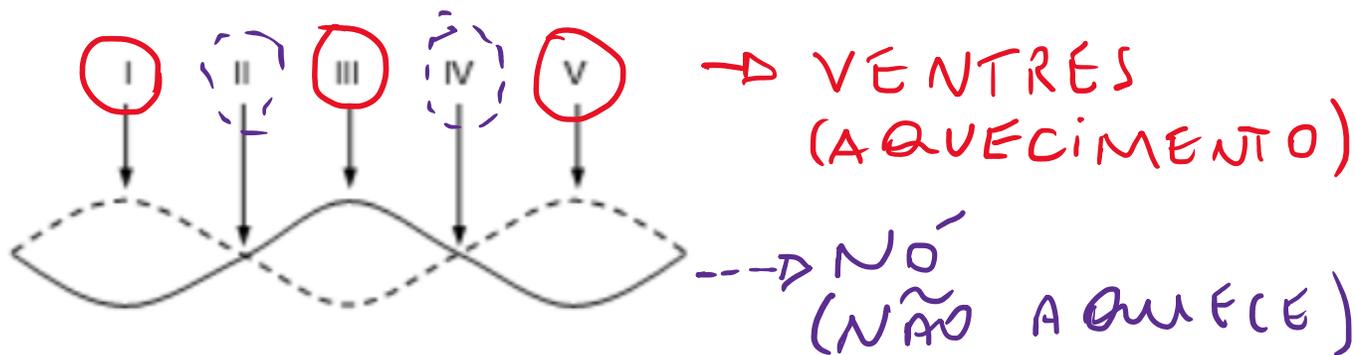
Considere f_1 , e v_1 , respectivamente, como a frequência fundamental e a velocidade de propagação do som emitido pela barra de menor comprimento, e f_2 , e v_2 são essas mesmas grandezas para o som emitido pela barra de maior comprimento.

As relações entre as frequências fundamentais e entre as velocidades de propagação são, respectivamente,

- a) $f_1 < f_2$ e $v_1 < v_2$
- b) $f_1 < f_2$ e $v_1 = v_2$.
- c) $f_1 < f_2$ e $v_1 > v_2$.
- d) $f_1 > f_2$ e $v_1 = v_2$.**
- e) $f_1 > f_2$ e $v_1 > v_2$.

v_{som}
 INDEPENDENTE
 DA FONTE
 ↳
 DEPENDE
 DO MEIO (AR)

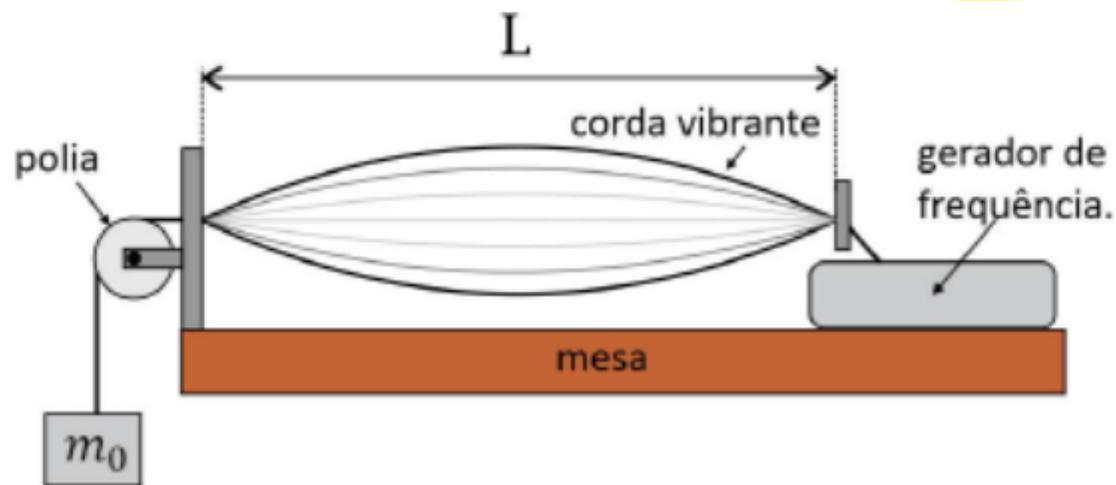
Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é ilustrada na figura.



De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

- a) I e III
- b) I e V
- c) II e III
- d) II e IV
- e) II e V

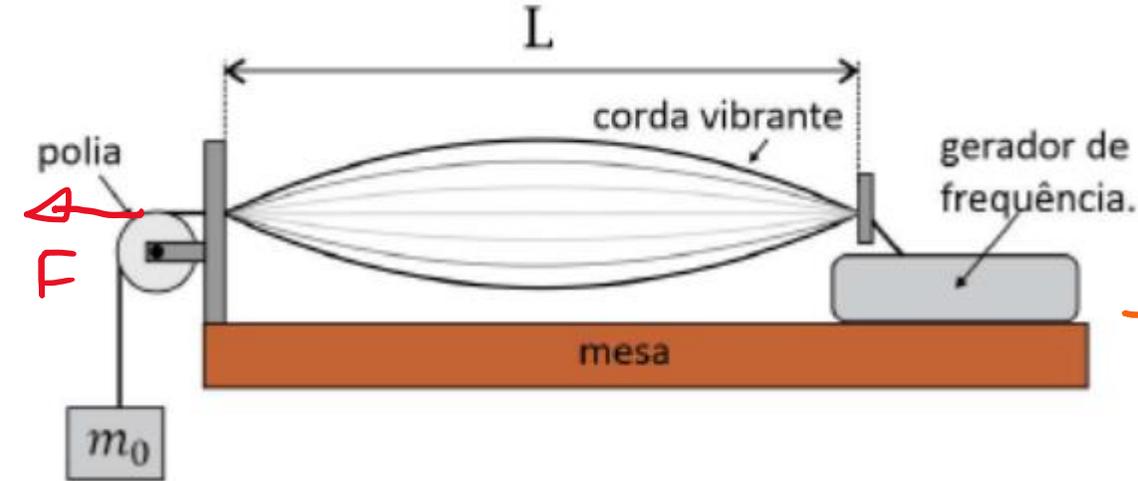
Ondas estacionárias podem ser produzidas de diferentes formas, dentre elas esticando-se uma corda homogênea, fixa em dois pontos separados por uma distância L , e pondo-a a vibrar. A extremidade à direita é acoplada a um gerador de frequências, enquanto a outra extremidade está sujeita a uma força tensional produzida ao se pendurar à corda um objeto de massa m_0 mantido em repouso. O arranjo experimental é ilustrado na figura. Ajustando a frequência do gerador para f_1 obtém-se na corda uma onda estacionária que vibra em seu primeiro harmônico.



Ao trocarmos o objeto pendurado por outro de massa M , observa-se que a frequência do gerador para que a corda continue a vibrar no primeiro harmônico deve ser ajustada para $2f_1$. Com isso, é correto concluir que a razão M/m_0 deve ser:

Note e adote: \rightarrow Eq. Taylor: $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

A velocidade da onda propagando-se em uma corda é diretamente proporcional à raiz quadrada da tensão sob a qual a corda está submetida.



FORMULÁRIO: $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

$v = \lambda \cdot f$

$\frac{\lambda}{2} = L \Rightarrow \lambda = 2L$

a) 1/4

b) 1/2

c) 1

d) 2

e) 4

DADOS:

$F_1 = m_0 \cdot g$

$F_2 = M \cdot g$

$\lambda_1 = \lambda_2 = 2L$

$f_2 = 2f_1$

$\mu_1 = \mu_2 = \mu$

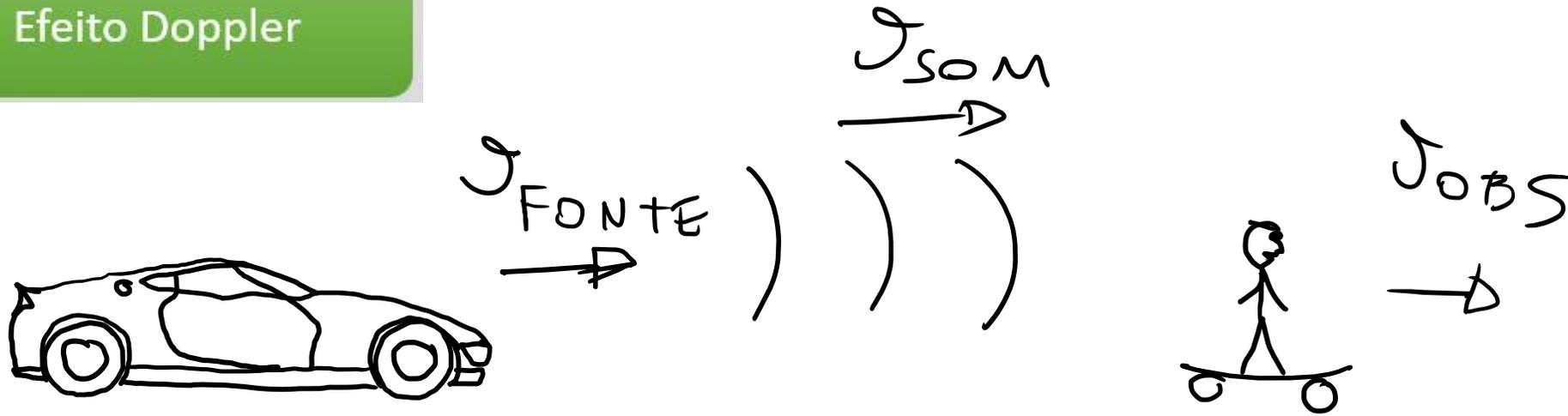
Resolução:

$\sqrt{\frac{F}{\mu}} = \lambda \cdot f \Rightarrow \begin{cases} \sqrt{\frac{F_1}{\mu}} = \lambda_1 \cdot f_1 \\ \sqrt{\frac{F_2}{\mu}} = \lambda_2 \cdot f_2 \end{cases} \div \Rightarrow$

$\sqrt{\frac{F_1}{\mu}} \cdot \frac{\mu}{F_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cdot \frac{f_1}{f_2} \Rightarrow \sqrt{\frac{m_0}{M}} = \frac{f_1}{2f_1} \Rightarrow$

$\frac{m_0}{M} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{M}{m_0} = 4$

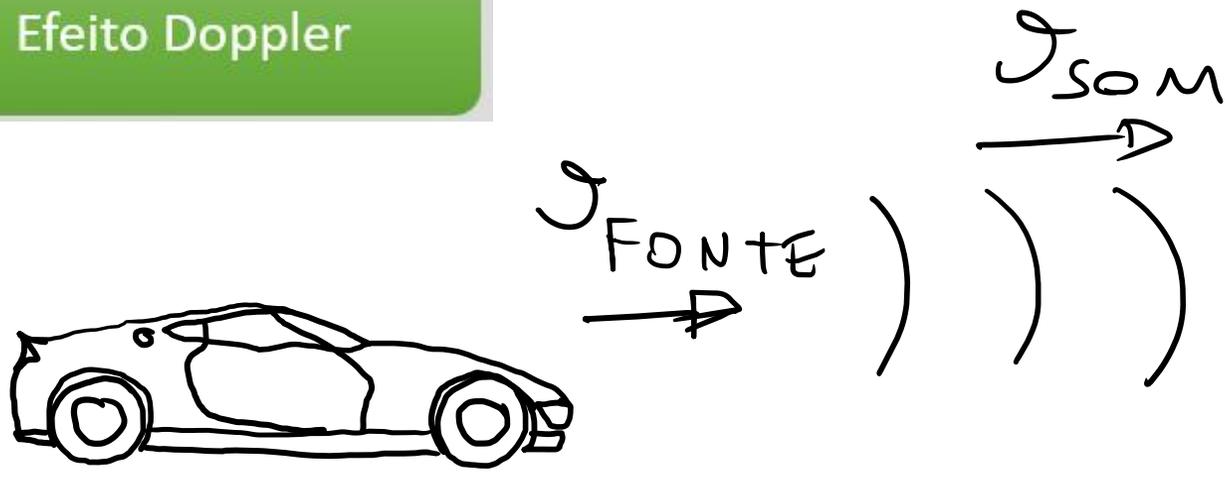
Efeito Doppler



De forma muito simplificada:

- Quando há aproximação entre fonte e observador, a frequência observada é maior que a emitida;
- Quando há afastamento entre fonte e observador, a frequência observada é menor que a emitida.

Efeito Doppler



$$\frac{f_{\text{EMITIDA}}}{J_{\text{SOM}} - J_{\text{FONTE}}} = \frac{f_{\text{OBSERVADA}}}{J_{\text{SOM}} - J_{\text{OBS}}}$$

J_{FONTE}
→

MESMA

J_{SOM}
→

SÉNTIDO (-)

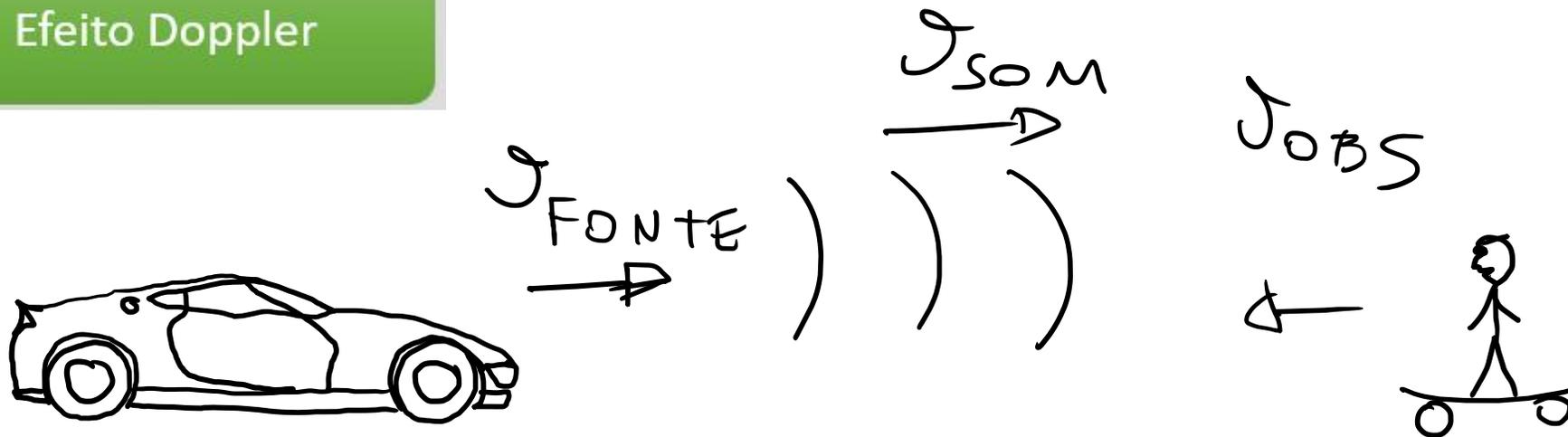
J_{SOM}
→

MESMA

J_{OBS}
→

SÉNTIDO (-)

Efeito Doppler



$$\frac{f_{\text{EMITIDA}}}{J_{\text{SOM}} - J_{\text{FONTE}}} = \frac{f_{\text{OBSERVADA}}}{J_{\text{SOM}} + J_{\text{OBS}}}$$

J_{FONTE}
→

MESMA

J_{SOM}
→

SENTIDO

(-)

J_{SOM}
→

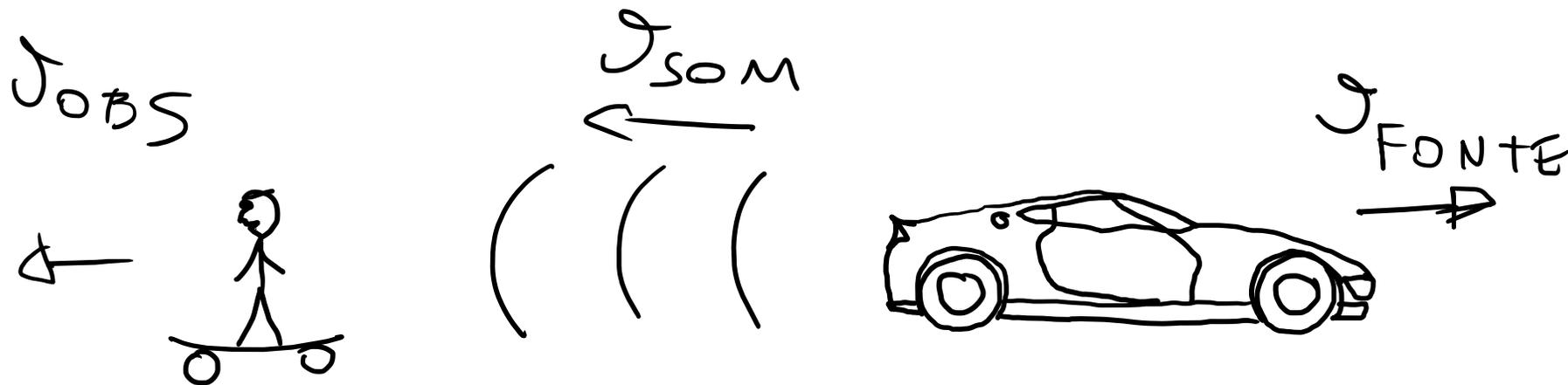
SENTIDOS

J_{OBS}
←

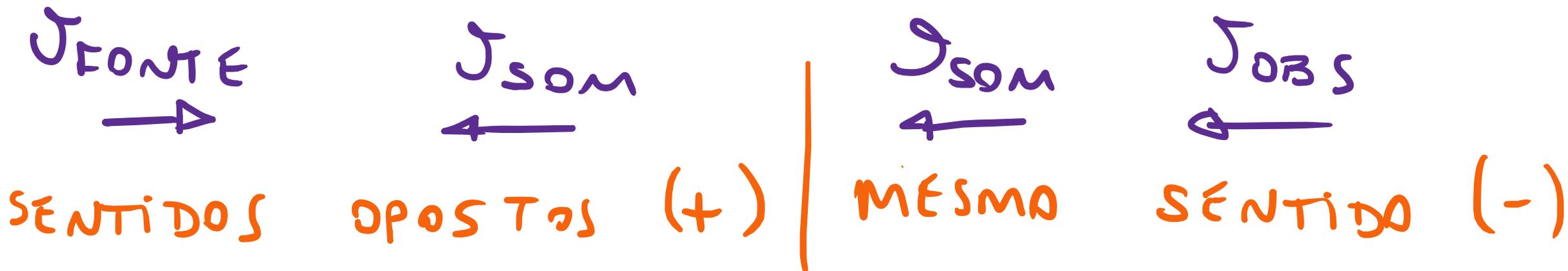
OPPOSTOS

(+)

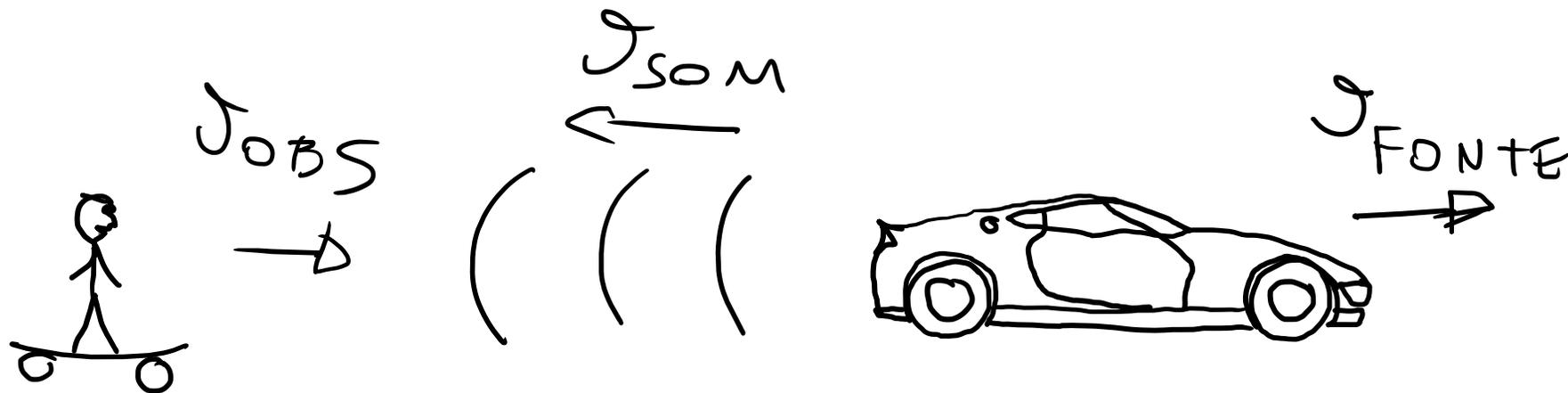
Efeito Doppler



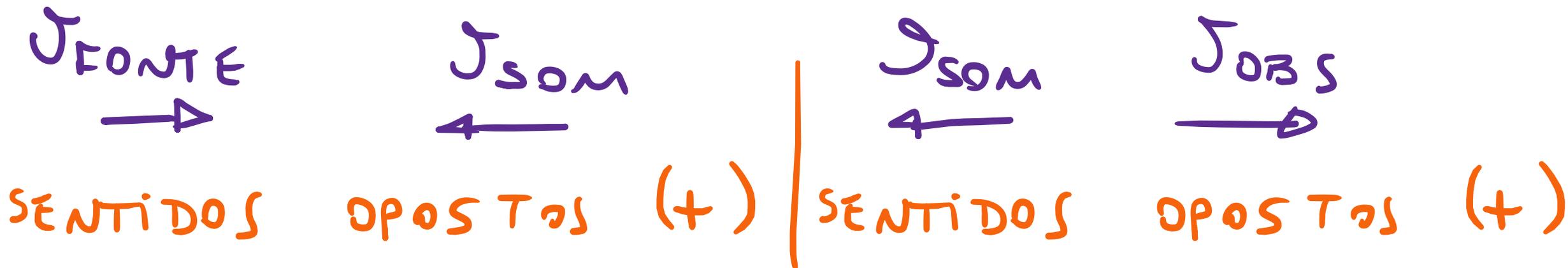
$$\frac{f_{EMITIDA}}{J_{SOM} + J_{FONTE}} = \frac{f_{OBSERVADA}}{J_{SOM} - J_{OBS}}$$



Efeito Doppler



$$\frac{f_{EMITIDA}}{J_{SOM} + J_{FONTE}} = \frac{f_{OBSERVADA}}{J_{SOM} + J_{OBS}}$$



EXERCÍCIOS

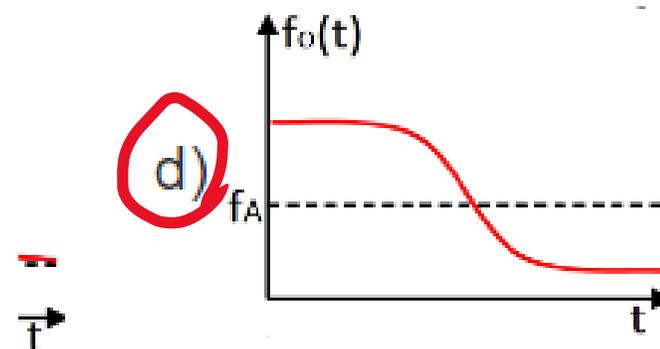
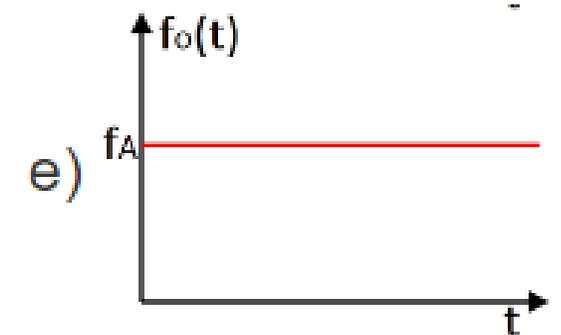
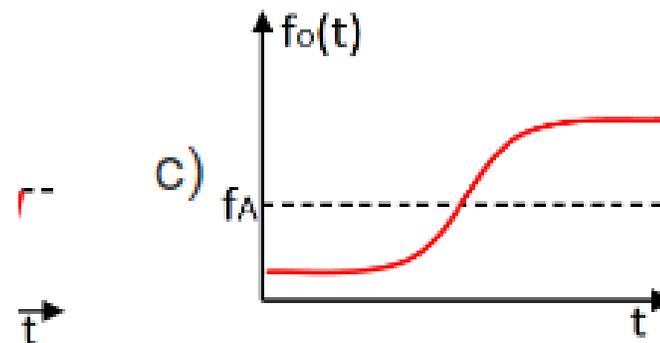
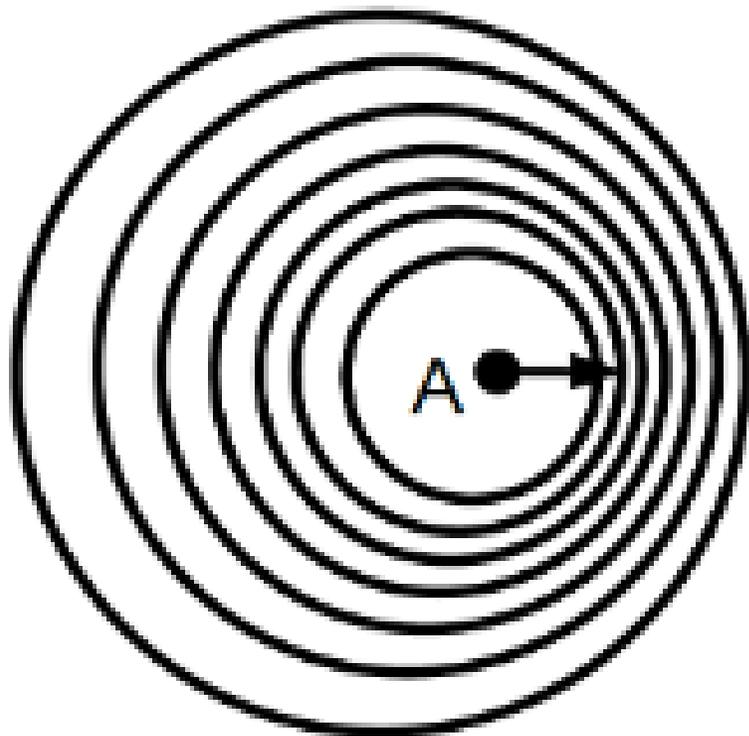
EFEITO DOPPLER

- UNESP
- UNICAMP
- FUVEST
- ENEM
 - 26

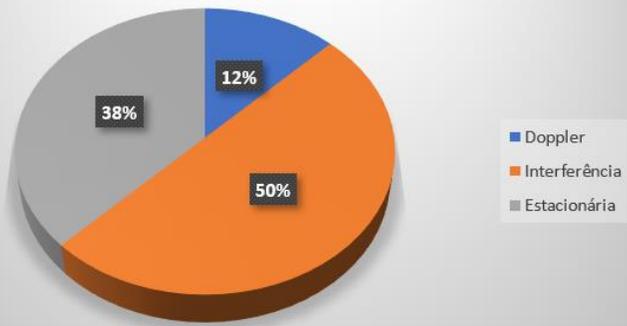
Uma ambulância A em movimento retilíneo e uniforme aproxima-se de um observador O, em repouso. A sirene emite um som de frequência constante f_A . O desenho ilustra as frentes de onda do som emitido pela ambulância. O observador possui um detector que consegue registrar, no esboço de um gráfico, a frequência da onda sonora detectada em função do tempo $f_O(t)$, antes e depois da passagem da ambulância por ele.

Qual esboço gráfico representa a frequência $f_O(t)$

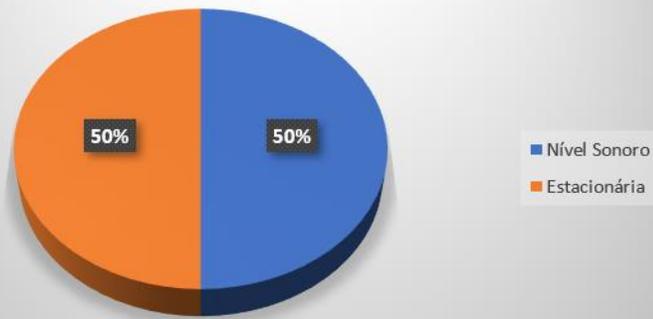
detectada pelo observador?



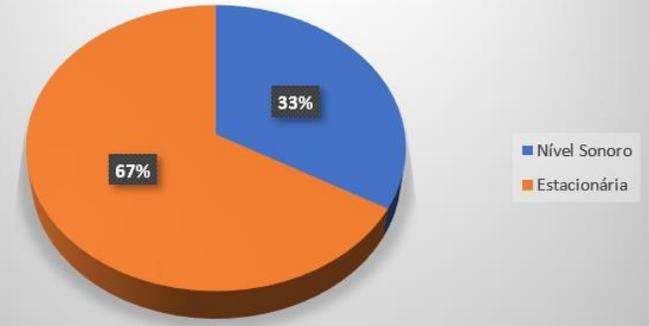
ENEM



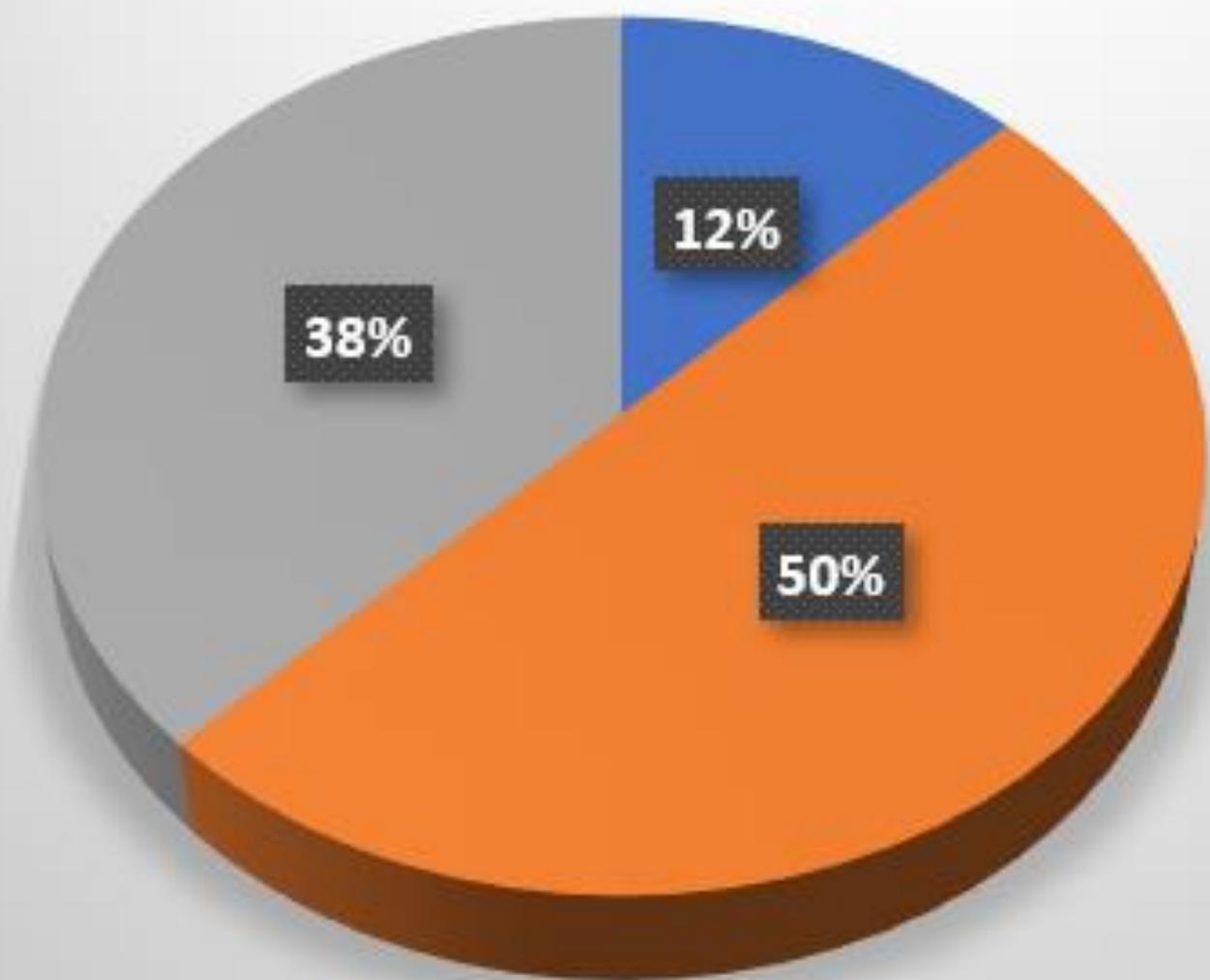
UNESP



FUVEST

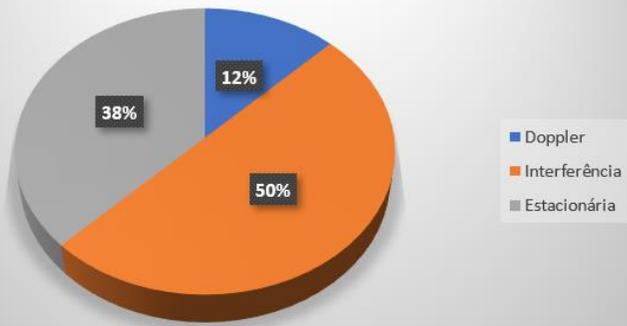


ENEM

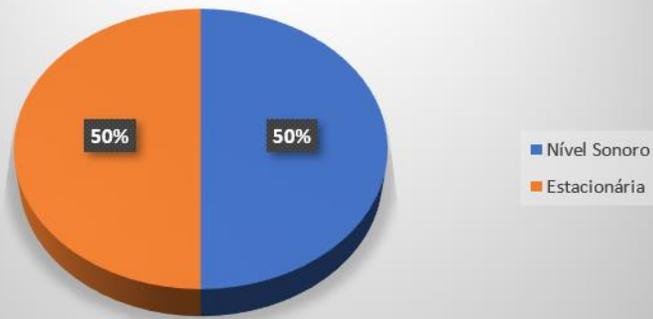


- Doppler
- Interferência
- Estacionária

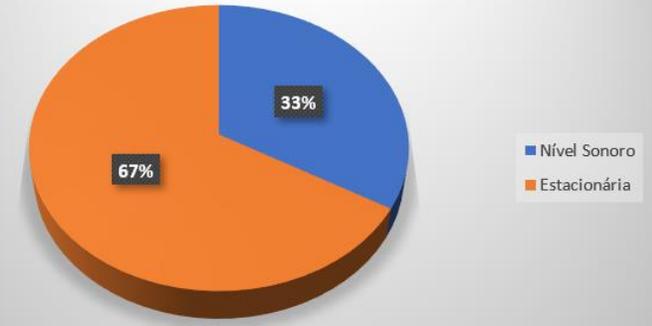
ENEM



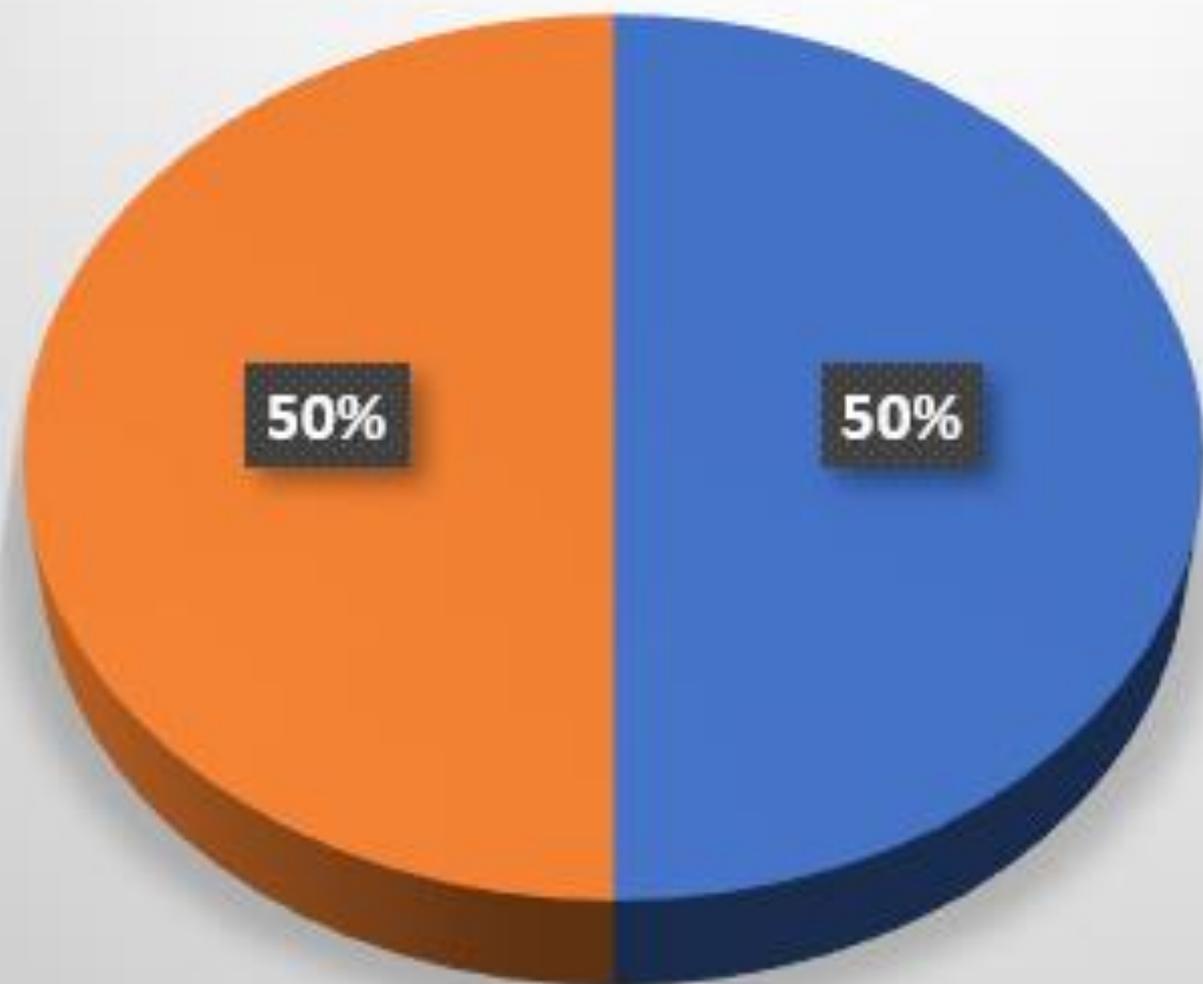
UNESP



FUVEST

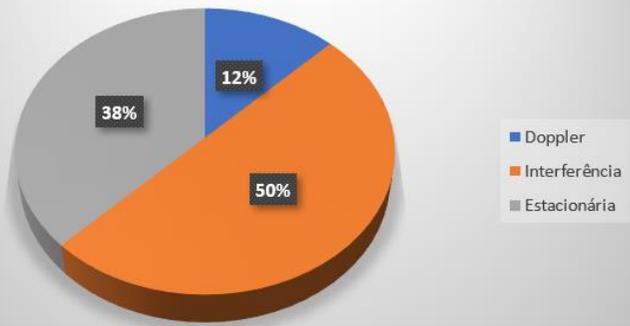


UNESP

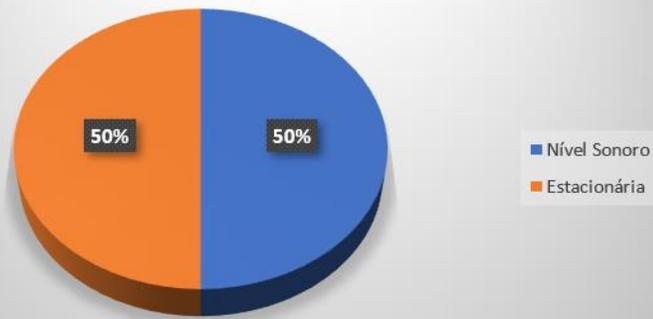


- Nível Sonoro
- Estacionária

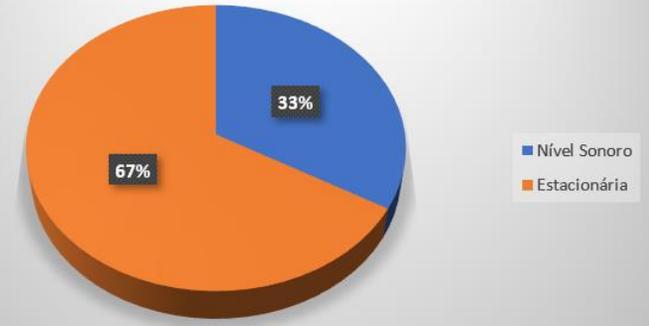
ENEM



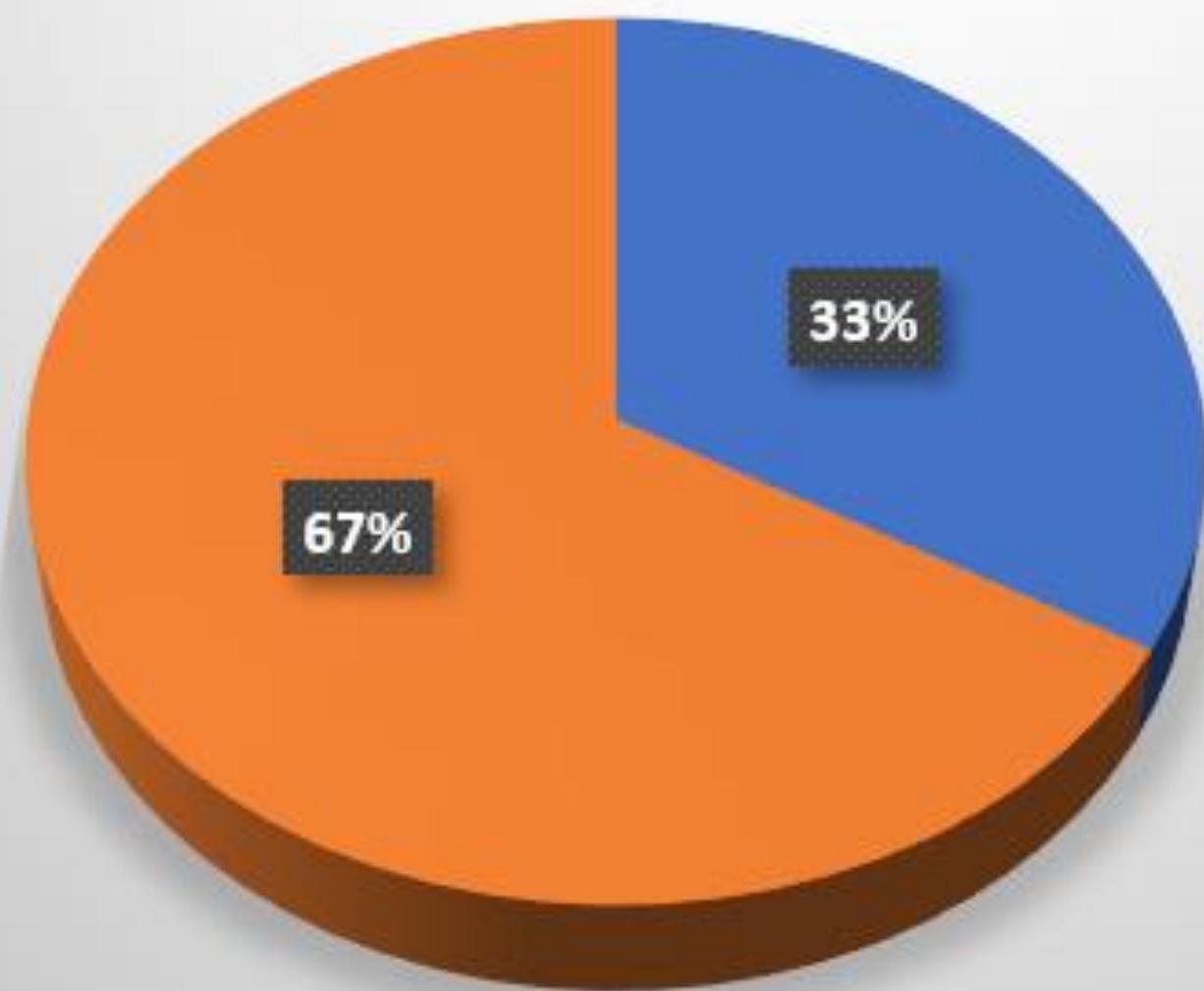
UNESP



FUVEST

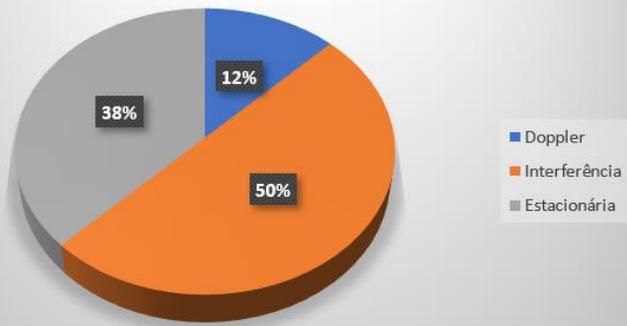


FUVEST

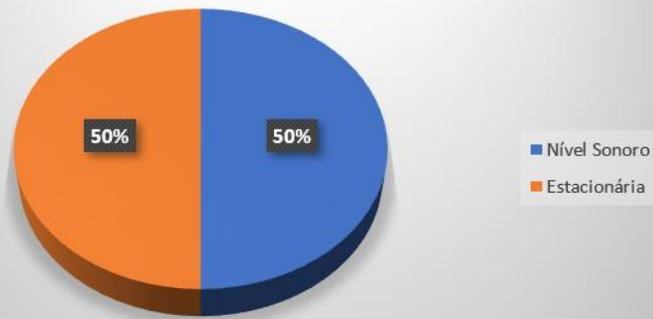


- Nível Sonoro
- Estacionária

ENEM



UNESP



FUVEST

