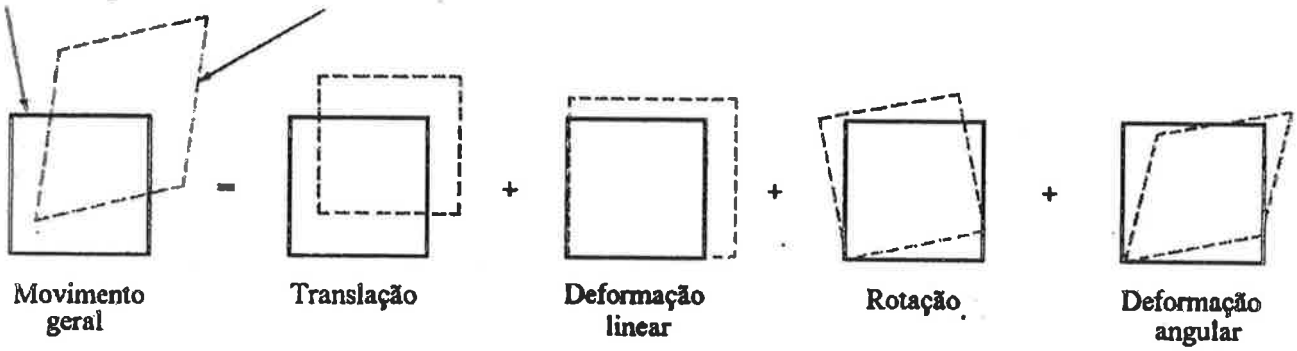
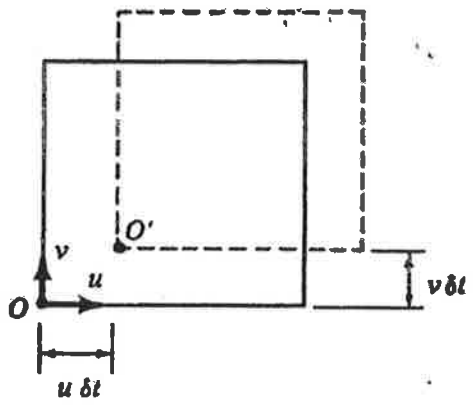
CINEMÁTICA DOS ELEMENTOS FLUIDOS

Movimentos Elementares da partícula fluida

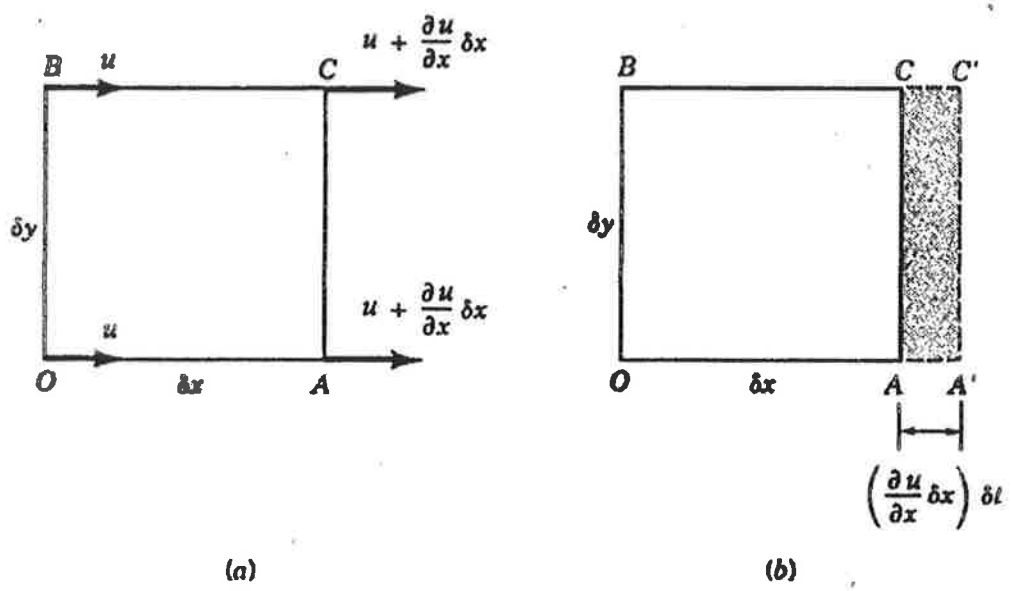


Tipos de movimentos e deformações de um elemento fluido.

MOVIMENTO DE TRANSLAÇÃO

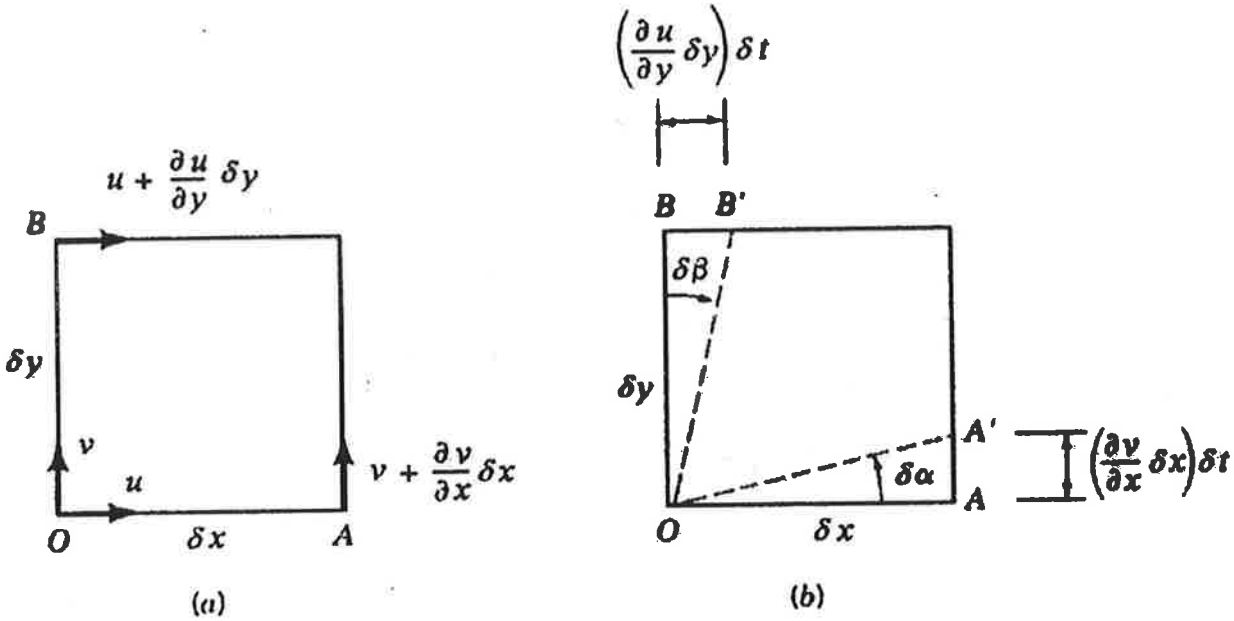


MOVIMENTO DE DEFORMAÇÃO LINEAR



(a) (b)

MOVIMENTO DE ROTAÇÃO E DEFORMAÇÃO ANGULAR



5.2.1 – *Gradiente*

O gradiente é um operador que representa a máxima variação espacial de uma função escalar, em módulo e também em direção e sentido.

A origem do seu nome prende-se ao conceito de "grade" (palavra inglêsa que significa linha de maior declive), conceito êsse muito utilizado em Topografia e em Engenharia de Vias de Transporte.

A palavra "grade" por sua vez é derivada do latim "gradus" que significa degrau de uma escada. Os degraus de uma escada devem sempre estar em nível, de maneira que o eixo de simetria da escada corresponderá à linha de maior declive, perpendicular aos seus degraus. Uma estrada pode ser considerada como o limite para o qual tende uma escada quando o número dos seus degraus tende a infinito e a altura de cada degrau tende a zero. Nesse caso o eixo da estrada é a linha de maior declive ou "grade", caracterizando em cada ponto a variação da função escalar *cota* tanto em módulo (no corte longitudinal da estrada) como em direção e sentido (em ambas as projeções – corte longitudinal e planta).

Fig. 75. Definição do "grade" de uma estrada.

O "grade" é normal às curvas de nível no leito da estrada.

O gradiente de uma função escalar genérica é portanto, por extensão, o vetor que caracteriza a variação da função no espaço, indicando sempre tanto o módulo quanto a direção e o sentido da sua máxima variação direcional.

Exemplificando, o gradiente de uma coordenada tal como x, y, z no sistema cartesiano, ou como r, z no sistema cilíndrico, ou como R no sistema

esférico, será sempre um versor no sentido da variação da coordenada. O gradiente da pressão num fluido será um vetor que indicará a direção e o sentido da máxima variação da pressão, bem como o módulo dessa máxima variação.

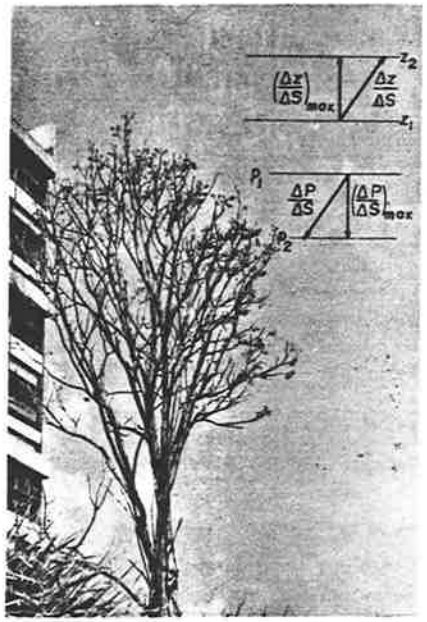


Fig. 76. Significado físico do gradiente da pressão num fluido.

Interpretação física do significado do operador vetorial gradiente, exemplificada com os gradientes de altitude e de pressão.

5.2.2 – *Operador de Euler*

O operador de Euler é um operador que, aplicado sôbre um vetor, representa a variação espacial dêsse vetor.

A origem do seu nome prende-se ao método de Euler de estudo dos escoamentos, no qual supõe-se um determinado instante e verifica-se o que se passa com as grandezas características dos escoamentos em todos os pontos do espaço. Interessa portanto no método de Euler a variação das grandezas vetoriais de ponto para ponto do escoamento.

Aplicando-se o operador de Euler ao vetor velocidade do escoamento num ponto tem-se, para um instante determinado, a variação espacial da velocidade naquele ponto. Essa variação é uma aceleração, que recebe o nome de aceleração convectiva, indicando que se trata de uma variação da velocidade ao se deslocar de um ponto para outro num mesmo instante.