



Rif x Rig NUMA CAMADA LIMITE ESTÁVEL: MODELO NUMÉRICO DE SEGUNDA ORDEM

Eduardo Araujo Crestani, discente de graduação, Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete.

Rafael Maroneze e Felipe D. Costa, docentes, Universidade Federal do Pampa.

E-mail: eduardocrestani.aluno@unipampa.edu.br

A camada atmosférica que se desenvolve próxima à superfície terrestre é chamada de camada limite planetária (CLP), sua diferença em relação ao resto da atmosfera está associada à influência exercida pela superfície terrestre ao escoamento do fluido, os tornando turbulentos. A turbulência faz com que a presença da superfície seja efetivamente sentida até o topo da CLP. O fluxo de calor turbulento apresenta comportamentos distintos ao longo do dia. Após o pôr do sol, a radiação solar deixa de aquecer o solo, e o fluxo de energia na forma de calor sensível inverte seu sinal, passando a ser da atmosfera para o solo. Como o solo esfria mais rápido que a atmosfera, os níveis inferiores ficam mais frios que os níveis superiores, então qualquer movimento ascendente tende a ser desacelerado pelo empuxo, caracterizando a camada limite estável (CLE), que se divide em regime muito estável, quando não há produção de turbulência, e pouco estável, quando há produção de turbulência. Hoje, os modelos de turbulência utilizados na previsão de tempo são de primeira ordem ou de uma ordem e meia, que resolvem apenas equações para variáveis médias, e parametrizam todos os fluxos turbulentos. Os objetivos deste trabalho são investigar como a relação entre o número de Richardson fluxo e o número de Richardson gradiente é resolvido por um modelo numérico unidimensional de segunda ordem e explorar como as diversas constantes (provenientes das parametrizações), utilizadas no modelo de segunda ordem, afetam a relação entre o número de Richardson fluxo (Rif) e o número de Richardson gradiente (Rig) na CLE. Sendo assim, a existência desses dois regimes distintos na camada limite estável pode ser estabelecido através da relação entre o número de Richardson fluxo (Rif) e o número de Richardson gradiente (Rig). Tanto observações quanto simulações numéricas mostram que Rif cresce, aproximadamente, linearmente com Rig no regime pouco estável. Quando Rig excede um valor crítico (normalmente em torno de 0,25), Rif se torna aproximadamente constante e independente de Rig, caracterizando o regime muito estável. Os resultados das simulações para o primeiro objetivo indicam que a relação entre Rig e Rif resolvida pelo modelo de segunda ordem é qualitativamente universal e semelhante ao observado na natureza, onde Rif cresce, aproximadamente, linearmente com Rig no regime pouco estável. Ao exceder um valor crítico de Rig, Rif tende a um valor máximo (Rif_{max}) no regime muito estável. Para o segundo objetivo, tem-se três constantes a se avaliar, são elas: C_{uw} , C_{Rotta} e C_{var} . Para C_{uw} : As equações prognóstico para as componentes do fluxo de momentum são constituídas por três termos, sendo o primeiro o termo de produção de fluxo de momentum pelo cisalhamento médio do vento, e o segundo e terceiro termos são os termos de transporte do fluxo de momentum pela turbulência e pelas flutuações de pressão, respectivamente. O termo de transporte do fluxo de momentum pelas flutuações de pressão é parametrizado, e dependente

de uma constante numérica, C_{uw} . Simulações numéricas mostram que o coeficiente angular da relação $Rif \times Rig$, no regime pouco estável, é dependente do valor de C_{uw} adotado na simulação. Enquanto, o número de Richardson fluxo máximo, no regime muito estável, mostrou-se independente de C_{uw} . Para C_{Rotta} : As equações prognóstico para as componentes horizontais da variância da velocidade do vento são constituídas por cinco termos, sendo eles a produção da variância da velocidade pelo cisalhamento médio do vento, transporte da variância da velocidade do vento pela turbulência e pelas flutuações de pressão, do termo de redistribuição de pressão (retorno à isotropia) e da dissipação molecular da variação de velocidade. O termo de redistribuição é parametrizado e dependente de uma constante numérica C_{Rotta} denominada constante de Rotta. A constante de Rotta exerce um papel importante na determinação do Rif_{max} no regime muito estável, ou seja, o Rif_{max} cresce proporcionalmente ao valor de C_{Rotta} adotado na simulação. Já o coeficiente angular da relação $Rif \times Rig$, no regime pouco estável, é independente do valor de C_{Rotta} . A equação prognóstica para a variância de temperatura é constituída por três termos, sendo eles o termo de produção de variação de temperatura pelo fluxo de calor, do transporte turbulento e da dissipação molecular. O termo de dissipação é parametrizado, e dependente de uma constante de ajuste numérica, C_{var} . As simulações mostram que C_{var} desempenha um papel semelhante ao da constante de Rotta. Conclui-se que todos os objetivos obtiveram resultados satisfatórios, tanto na simulação em um sistema de segunda ordem, no qual o modelo é semelhante ao observado na natureza, quanto na avaliação do comportamento de Rif e Rig , demonstrando o comportamento das constantes na influência no gráfico $Rif \times Rig$. Assim, ajudando a melhor compreender o que cada constante afeta individualmente, beneficiando a calibragem do modelo para futuras simulações.

Agradecimentos: À FAPERGS pelo financiamento dessa pesquisa, mas também agradeço pelo suporte financeiro dado à pesquisa gaúcha. Não posso deixar de agradecer a UNIPAMPA que sempre proporciona um ensino de alta qualidade.

Palavras-chave: Camada Limite, Richardson Fluxo, Richardson Gradiente e Turbulência.