

Relatório para a reunião 3 da otimização do Mach2D.

Nome: Diego Fernando Moro

Data: 19 a 20/09/12

Estudo:

- 1) Utilizar respostas de malhas mais grossas como chute inicial para malhas mais finas.
- 2) Modificar o código para inserir o solver MSI
- 3) Modificar o código para inserir tolerância no TDMA, assim como já existia no MSI
- 4) Utilizar-se de diferentes esquemas de solver para encontrar ótimos de tempo de cpu

Resultados:

- 1) Não há melhoria significativa, utilizando a resposta anterior como chute inicial, em muitos casos até há aumento no tempo de cpu e/ou a solução diverge.

Para este estudo, utilizou-se da subrotina de backup já existente no programa.

A maneira de inserir os resultados de malhas anteriores é bem importante: constatou-se que, ao inserir os resultados no primeiro volume real (seja em qualquer um dos contornos), a solução final nesta região fica 'modificada'. Pois difere da solução sem o chute inicial 2D.

Assim, inseriu-se a solução anterior apenas a partir do 2º volume real dos contornos, desta forma a solução ficou graficamente igual a da versão anterior.

A maneira com que o programa salva o backup foi modificada também, para a inserção do n_x e n_y da malha e melhor organização do backup.

A lógica para a inserção é a seguinte: se o n_x e n_y da malha salva no backup for $n_{x_atual}/2$ e $n_{y_atual}/2$, o programa insere os resultados, senão nada faz.

Ao refinar-se o volume grosso em 4 volumes finos, o resultado do grosso é inserido em apenas 1 dos 4 volumes, e os 3 outros volumes continuam com o chute 1D, respeitando a regra de não inserir o resultado no primeiro real.

- 2) Não há necessidade de muitas alterações:

- entrada de tol_u , tol_p para o uso do MSI com tolerância
- uso dos modulos 'msi2d5' e 'msi2d9' no fonte 'solvers.f90'

- alteração no momento da resolução do sistema de equações para resolver a matriz do coeficientes e encontrar as matrizes triangular 'dl' e 'du' e posteriormente resolver o problema com o método MSI.

- por problemas de paralelização no windows, que não deixava as matrizes triangulares 'dl' e 'du' em um único núcleo ao mesmo tempo, resolveu-se colocar a chamada da subrotina de fatoração LU para dentro da subrotina de resolução do sistema, temos assim algumas vantagens:

(1) não há declaração das matriz 'dl' e 'du' no programa principal e apenas na subrotina, economizando memória e diminuindo os dados de saída da subrotina; (2) o windows agora permite a paralelização no ciclo de resolução de 'u' e 'v'.

E desvantagens: (1) não é em todo o computador que esta paralelização melhora o tempo computacional: no meu intel i5 2450M que tem 2 núcleos físicos que emulam mais 2 núcleos, esta paralelização funciona e o tempo de CPU é reduzido um pouco, no CFD21 (workstation de 12 núcleos) do grupo de pesquisa esta melhoria não é percebida; nem no CFD20 (linux com 2 núcleos).

3) Utilizou-se a lógica de cálculo de resíduo já presente no MSI, que foi transformada em uma subrotina, a qual o TDMA chama no início do processo iterativo, para encontrar o resíduo inicial e ao final de cada resolução do sistema de equações para encontrar o resíduo atual.

4) Houve vários estudos:

- (4.1) encontrar uma tolerância ótima (tolu e tolp) para mesmos parâmetros de dt, imax, nitm_p, nitm_u e tolerance para (1.1) o solver TDMA (com 3 malhas), (1.2) o solver MSI (com 1 malha), (1.3) esquema com os dois solvers: solver TDMA na resolução de u, v e T e solver MSI no ciclo da massa (com 4 malhas).

- (4.2) utilizando 6 esquemas de resolução do sistema de equações, encontrar um ótimo de dt, com os mesmos parâmetros de imax, nitm_p, tolp, nitm_u, tolu e tolerance. Utilizou-se: (2.1) MSI puro, (2.2), TDMA nas duas direções do escoamento, (2.3) TDMA apenas na direção axial, (2.4) MSI na iteração par e TDMA nas duas direções na iteração impar, (2.5) MSI na iteração par e TDMA apenas na direção axial na iteração impar, (2.6) TDMA na resolução de u, v e T e MSI no ciclo da massa.

--- ESTUDOS ---

Estudo 4.1.1

OBJETIVO: Encontrar tolerâncias ótimas para o solver TDMA em diversas malhas.

Computador Utilizado: CFD20 - Intel Core 2 Duo – E7500 Linux - 2,93 GHz
Compilador Gfortran

Parâmetros constantes: imax = 5
nitm_u = 5

nitm_p = 5

num = 1

tolerance = 1e-10

Tabela 1 Malha com 56x20 nós, dt=3e-5

Simulação	tolu	tolp	TEMPO (s)	it	Cd	Fd*
SE01_000	-1.00E-01	-1.00E-02	0.502	128	1.04704346145483E+00	9.77071081149506E-01
SE01_007	1.00E+02	1.00E-02	0.412	153	1.04704346181567E+00	9.77071300646269E-01
SE01_006	1.00E+01	1.00E-02	0.409	153	1.04704346181567E+00	9.77071300646269E-01
SE01_005	1.00E+00	1.00E-02	0.428	153	1.04704346181593E+00	9.77071943874688E-01
SE01_001	1.00E-01	1.00E-02	0.484	163	1.04704346183093E+00	9.77071885895878E-01
SE01_002	1.00E-02	1.00E-02	0.494	158	1.04704346182587E+00	9.77071105211905E-01
SE01_003	1.00E-03	1.00E-02	0.495	142	1.04704346175721E+00	9.77071081014073E-01
SE01_004	1.00E-04	1.00E-02	0.481	128	1.04704346145308E+00	9.77071081144414E-01
SE01_010	1.00E+03	1.00E-01	0.357	154	1.04704346181844E+00	9.77070130590727E-01
SE01_008	1.00E+02	1.00E-01	0.354	154	1.04704346181844E+00	9.77070130590727E-01
SE01_009	1.00E+01	1.00E-01	0.371	154	1.04704346181844E+00	9.77070130590727E-01
SE01_011	1.00E+00	1.00E-01	0.367	153	1.04704346181664E+00	9.77070557739857E-01
SE01_012	1.00E-01	1.00E-01	0.404	163	1.04704346183070E+00	9.77071354559450E-01
SE01_013	1.00E-02	1.00E-01	0.437	159	1.04704346182637E+00	9.77070854882115E-01
SE01_014	1.00E+04	1.00E+00	0.829	493	1.04704346184157E+00	9.77064164404071E-01
SE01_015	1.00E+03	1.00E+00	0.816	493	1.04704346184157E+00	9.77064164404071E-01
SE01_016	1.00E+02	1.00E+00	0.809	493	1.04704346184157E+00	9.77064164404071E-01
SE01_017	1.00E+01	1.00E+00	0.818	493	1.04704346184157E+00	9.77064164404071E-01
SE01_018	1.00E+00	1.00E+00	0.860	485	1.04704346182160E+00	9.77023920492173E-01

Tabela 2 Malha com 112x40 nós, dt = 1e-5

Simulação	tolu	tolp	TEMPO (s)	it	Cd	Fd*
SE02_000	-1.00E-01	-1.00E-02	6.590	397	1.01694586995823E+00	9.72093514321220E-01
SE02_004	1.00E+03	1.00E-02	6.038	473	1.01694586768532E+00	9.72093172515921E-01
SE02_001	1.00E+02	1.00E-02	5.621	473	1.01694586768532E+00	9.72093172515921E-01
SE02_002	1.00E+01	1.00E-02	5.719	473	1.01694586768532E+00	9.72093172515921E-01
SE02_003	1.00E+00	1.00E-02	5.873	473	1.01694586768057E+00	9.72093367746421E-01
SE02_005	1.00E-01	1.00E-02	5.874	473	1.01694586770394E+00	9.72093720492443E-01
SE02_006	1.00E-02	1.00E-02	6.752	472	1.01694586781043E+00	9.72093548015776E-01
SE02_007	1.00E+03	1.00E-01	5.292	473	1.01694586767022E+00	9.72092637713364E-01
SE02_008	1.00E+02	1.00E-01	5.280	473	1.01694586767022E+00	9.72092637713364E-01
SE02_009	1.00E+01	1.00E-01	5.366	473	1.01694586767022E+00	9.72092637713364E-01
SE02_010	1.00E+00	1.00E-01	5.300	473	1.01694586766389E+00	9.72093027878464E-01
SE02_011	1.00E-01	1.00E-01	5.513	473	1.01694586769498E+00	9.72093429642059E-01
SE02_012	1.00E-02	1.00E-01	6.228	471	1.01694586789869E+00	9.72093170633534E-01
SE02_013	1.00E+03	1.00E+00	9.425	1344	1.01694586764212E+00	9.71961035820576E-01
SE02_014	1.00E+02	1.00E+00	9.819	1344	1.01694586764212E+00	9.71961035820576E-01
SE02_015	1.00E+01	1.00E+00	9.725	1344	1.01694586764212E+00	9.71961035820576E-01
SE02_016	1.00E+00	1.00E+00	9.812	1357	1.01694586764446E+00	9.71963709880261E-01

Tabela 3 Malha com 224x80 nós, dt = 5e-6

Simulação	tolu	tolp	TEMPO (s)	it	Cd	Fd*
SE03_011	-1.00E+03	-1.00E-02	62.745	760	1.00083390184692E+00	9.70226961042900E-01
SE03_016	1.00E+04	1.00E-02	51.642	806	1.00083390118078E+00	9.70227031594402E-01
SE03_012	1.00E+03	1.00E-02	49.267	806	1.00083390118078E+00	9.70227031594402E-01
SE03_013	1.00E+02	1.00E-02	50.368	806	1.00083390118078E+00	9.70227031594402E-01
SE03_014	1.00E+01	1.00E-02	50.116	806	1.00083390118078E+00	9.70227031594402E-01
SE03_015	1.00E+00	1.00E-02	51.005	806	1.00083390116410E+00	9.70230286921546E-01
SE03_017	1.00E-01	1.00E-02	56.249	852	1.00083390118505E+00	9.70229508764845E-01
SE03_018	1.00E+04	1.00E-01	50.911	876	1.00083390109071E+00	9.70224344567803E-01
SE03_019	1.00E+03	1.00E-01	51.298	876	1.00083390109071E+00	9.70224344567803E-01
SE03_020	1.00E+02	1.00E-01	49.715	876	1.00083390109071E+00	9.70224344567803E-01
SE03_021	1.00E+01	1.00E-01	49.966	876	1.00083390109071E+00	9.70224344567803E-01
SE03_022	1.00E+00	1.00E-01	50.033	875	1.00083390107741E+00	9.70228251396699E-01

Estudo 4.1.2

OBJETIVO: Encontrar tolerâncias ótimas para o solver MSI em uma malha fina.

Computador Utilizado: Intel Core i5 – 2450 M – 2,5 Ghz
 Compilador: Intel 11.1

Parâmetros constantes: imax = 5
 nitm_u = 5
 nitm_p = 5
 num = 1
 tolerance = 1e-10

Tabela 4 Malha com 448x160 nós, dt = 5e-6

Simulação	tolu	tolp	TEMPO (s)	it	Cd	Fd*
SEM04_000	-1.00E-01	-1.00E-02	176.110	910	9.91473727829854E-01	9.68691277112709E-01
SEM04_001	1.00E+02	1.00E-02	174.190	1095	9.91473748580048E-01	9.68691107757709E-01
SEM04_002	1.00E+01	1.00E-02	175.012	1095	9.91473748580048E-01	9.68691107757709E-01
SEM04_003	1.00E+00	1.00E-02	194.026	1095	9.91473747636434E-01	9.68691457782138E-01
SEM04_004	1.00E-01	1.00E-02	198.537	1089	9.91473731748665E-01	9.68691437372626E-01
SEM04_005	1.00E-02	1.00E-02	189.059	1018	9.91473724469919E-01	9.68691277282847E-01
SEM04_006	1.00E-03	1.00E-02	184.871	944	9.91473722418321E-01	9.68691270759484E-01
SEM04_007	1.00E-04	1.00E-02	178.576	910	9.91473727829854E-01	9.68691277112709E-01
SEM04_008	1.00E+02	1.00E-01	171.512	1095	9.91473456718665E-01	9.68690472238511E-01
SEM04_009	1.00E+01	1.00E-01	171.194	1095	9.91473456718665E-01	9.68690472238511E-01
SEM04_010	1.00E+00	1.00E-01	173.455	1095	9.91473451337453E-01	9.68690964887630E-01
SEM04_011	1.00E-01	1.00E-01	181.011	1089	9.91473433781310E-01	9.68690925567474E-01
SEM04_012	1.00E-02	1.00E-01	185.768	1018	9.91473437318618E-01	9.68690943090990E-01
SEM04_013	1.00E-03	1.00E-01	181.187	944	9.91473435123644E-01	9.68690945961916E-01
SEM04_014	1.00E-04	1.00E-01	174.183	910	9.91473440536532E-01	9.68690953587679E-01

Estudo 4.1.3

OBJETIVO: Encontrar tolerâncias ótimas para o esquema com os dois solvers: solver TDMA na resolução de u, v e T e solver MSI no ciclo da massa.

Computador Utilizado: Intel Core i5 – 2450 M – 2,5 Ghz
 Compilador: Intel 11.1

Parâmetros constantes: imax = 5
 nitm_u = 5
 nitm_p = 5
 num = 1
 tolerance = 1e-10

Tabela 5 Malha com 56x20 nós, dt = 3e-5

Simulação	tolu	tolp	TEMPO (s)	it	Cd	Fd*
SET01_000	-1.00E-01	-1.00E-02	0.328	125	1.04704346166723E+00	9.77079832599716E-01
SET01_001	1.00E+04	1.00E-02	0.255	149	1.04704346131391E+00	9.77078956495643E-01
SET01_002	1.00E+03	1.00E-02	0.266	149	1.04704346131391E+00	9.77078956495643E-01
SET01_003	1.00E+02	1.00E-02	0.248	149	1.04704346131391E+00	9.77078956495643E-01
SET01_004	1.00E+01	1.00E-02	0.262	149	1.04704346131391E+00	9.77078956495643E-01
SET01_005	1.00E+00	1.00E-02	0.250	149	1.04704346175709E+00	9.77079038195399E-01
SET01_006	1.00E-01	1.00E-02	0.320	159	1.04704346408000E+00	9.77079514143832E-01
SET01_007	1.00E-02	1.00E-02	0.359	168	1.04704346413706E+00	9.77079821218171E-01
SET01_008	1.00E-03	1.00E-02	0.350	137	1.04704346402138E+00	9.77079823443696E-01
SET01_009	1.00E-04	1.00E-02	0.296	125	1.04704346375563E+00	9.77079823229700E-01
SET01_010	1.00E+04	1.00E-01	0.224	149	1.04704347327601E+00	9.77079340343423E-01
SET01_011	1.00E+03	1.00E-01	0.222	149	1.04704347327601E+00	9.77079340343423E-01
SET01_012	1.00E+02	1.00E-01	0.231	149	1.04704347327601E+00	9.77079340343423E-01
SET01_013	1.00E+01	1.00E-01	0.234	149	1.04704347327601E+00	9.77079340343423E-01
SET01_014	1.00E+00	1.00E-01	0.223	149	1.04704347111791E+00	9.77079529076071E-01
SET01_015	1.00E-01	1.00E-01	0.267	159	1.04704346661265E+00	9.77079739833338E-01
SET01_016	1.00E-02	1.00E-01	0.293	168	1.04704347042754E+00	9.77080054264624E-01
SET01_017	1.00E-03	1.00E-01	0.296	137	1.04704346323939E+00	9.77079950070028E-01
SET01_018	1.00E-04	1.00E-01	0.291	125	1.04704346297524E+00	9.77079950030527E-01

Tabela 6 Malha com 112x40 nós, dt = 2e-5

Simulação	tolu	tolp	TEMPO (s)	it	Cd	Fd*
SET02_000	-1.00E-01	-1.00E-02	1.802	169	1.01694588890017E+00	9.72096795351170E-01
SET02_001	1.00E+02	1.00E-02	1.529	199	1.01694588482106E+00	9.72095836354571E-01
SET02_002	1.00E+01	1.00E-02	1.536	199	1.01694588482106E+00	9.72095836354571E-01
SET02_003	1.00E+00	1.00E-02	1.542	198	1.01694588508944E+00	9.72096050816162E-01
SET02_004	1.00E-01	1.00E-02	1.942	222	1.01694588958897E+00	9.72096634480335E-01
SET02_005	1.00E-02	1.00E-02	1.994	204	1.01694588946261E+00	9.72096792569065E-01
SET02_006	1.00E-03	1.00E-02	1.909	180	1.01694588951692E+00	9.72096795515898E-01
SET02_007	1.00E-04	1.00E-02	1.794	169	1.01694588890620E+00	9.72096795271491E-01
SET02_008	1.00E+02	1.00E-01	1.517	199	1.01694590924608E+00	9.72096118466380E-01
SET02_009	1.00E+01	1.00E-01	1.522	199	1.01694590924608E+00	9.72096118466380E-01
SET02_010	1.00E+00	1.00E-01	1.527	198	1.01694591192002E+00	9.72096360274424E-01
SET02_011	1.00E-01	1.00E-01	1.833	222	1.01694590887752E+00	9.72096674021175E-01
SET02_012	1.00E-02	1.00E-01	1.986	204	1.01694591010256E+00	9.72096832738357E-01
SET02_013	1.00E-03	1.00E-01	1.908	180	1.01694591019258E+00	9.72096837115140E-01
SET02_014	1.00E-04	1.00E-01	1.793	169	1.01694590961357E+00	9.72096836925746E-01

Tabela 7 Malha com 224x80 nós, dt = 1e-5

Simulação	tolu	tolp	TEMPO (s)	it	Cd	Fd*
SET03_000	-1.00E-01	-1.00E-02	8.816	414	1.00016230350515E+00	9.69403276497033E-01
SET03_001	1.00E+02	1.00E-02	7.015	454	1.00016231199202E+00	9.69403072279704E-01
SET03_002	1.00E+01	1.00E-02	7.087	454	1.00016231199202E+00	9.69403072279704E-01
SET03_003	1.00E+00	1.00E-02	7.137	454	1.00016230994312E+00	9.69403088392003E-01
SET03_004	1.00E-01	1.00E-02	7.359	454	1.00016230862884E+00	9.69403195534438E-01
SET03_005	1.00E-02	1.00E-02	8.420	451	1.00016230414756E+00	9.69403273899796E-01
SET03_006	1.00E-03	1.00E-02	8.744	414	1.00016230351502E+00	9.69403276499506E-01
SET03_007	1.00E-04	1.00E-02	8.942	414	1.00016230350515E+00	9.69403276497033E-01
SET03_008	1.00E+02	1.00E-01	7.291	454	1.00016230345665E+00	9.69403107579992E-01
SET03_009	1.00E+01	1.00E-01	7.001	454	1.00016230345665E+00	9.69403107579992E-01
SET03_010	1.00E+00	1.00E-01	7.173	454	1.00016229660610E+00	9.69403104173513E-01
SET03_011	1.00E-01	1.00E-01	7.423	454	1.00016229164338E+00	9.69403170597583E-01
SET03_012	1.00E-02	1.00E-01	8.660	451	1.00016229359261E+00	9.69403243292010E-01
SET03_013	1.00E-03	1.00E-01	8.963	414	1.00016229296975E+00	9.69403251146338E-01
SET03_014	1.00E-04	1.00E-01	9.107	414	1.00016229296337E+00	9.69403251005846E-01

Tabela 8 Malha com 448x160 nós, dt = 5e-6

Simulação	tolu	tolp	TEMPO (s)	it	Cd	Fd*
SET04_000	-1.00E-01	-1.00E-02	326.612	1021	9.91473726377173E-01	9.68691221829582E-01
SET04_001	1.00E+02	1.00E-02	180.399	1057	9.91473762088270E-01	9.68691295247915E-01
SET04_002	1.00E+01	1.00E-02	179.518	1057	9.91473762088270E-01	9.68691295247915E-01
SET04_003	1.00E+00	1.00E-02	182.264	1055	9.91473751116385E-01	9.68691493080181E-01
SET04_004	1.00E-01	1.00E-02	231.443	1056	9.91473737753805E-01	9.68691367951929E-01
SET04_005	1.00E-02	1.00E-02	329.420	1054	9.91473727113472E-01	9.68691223260459E-01
SET04_006	1.00E-03	1.00E-02	333.596	1021	9.91473726377173E-01	9.68691221829582E-01
SET04_007	1.00E-04	1.00E-02	343.618	1021	9.91473726377173E-01	9.68691221829582E-01
SET04_008	1.00E+02	1.00E-01	186.006	1057	9.91473520615134E-01	9.68690534316065E-01
SET04_009	1.00E+01	1.00E-01	184.917	1057	9.91473520615134E-01	9.68690534316065E-01
SET04_010	1.00E+00	1.00E-01	186.861	1055	9.91473471939517E-01	9.68691073142507E-01
SET04_011	1.00E-01	1.00E-01	238.606	1056	9.91473474195867E-01	9.68691081382612E-01
SET04_012	1.00E-02	1.00E-01	338.670	1054	9.91473441967773E-01	9.68690860758490E-01
SET04_013	1.00E-03	1.00E-01	335.166	1021	9.91473444647483E-01	9.68690869949527E-01
SET04_014	1.00E-04	1.00E-01	327.787	1021	9.91473444647483E-01	9.68690869949527E-01

Estudo 4.2

OBJETIVO: Encontrar ótimos dt para os 6 tipos de solvers e esquemas.

Computador Utilizado: Intel Core i5 – 2450 M – 2,5 Ghz
 Compilador: Intel 11.1

Parâmetros constantes: imax = 5
 nitm_u = 5
 tolu = 1e-1
 nitm_p = 5
 tolu = 1e-2
 num = 1
tolerance = 1e-6

Legenda para os esquemas: 0 : MSI puro

1 : TDMA nas duas direções

2 : TDMA apenas na direção axial

3 : MSI na iteração par e TDMA nas duas direções na iteração impar

4 : MSI na iteração par e TDMA apenas na direção axial na iteração impar

5 : TDMA na resolução de u, v e T e MSI no ciclo da massa

MALHA COM 56 x 20 nós

Tabela 9 Malha com 56x20 nós, tempos de CPU

Simulação	dt	TEMPO por ESQUEMA (s)					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	5.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE01_001	4.00E-05	0.262	0.316	NC	0.249	0.244	0.197
SE01_002	3.00E-05	0.198	0.243	NC	0.221	0.267	0.205
SE01_003	2.00E-05	0.245	0.421	0.327	0.253	0.215	0.210
SE01_004	1.00E-05	0.362	0.530	0.558	0.379	0.361	0.359

Tabela 10 Malha com 56x20 nós, número de iterações

Simulação	dt	it por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	5.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE01_001	4.00E-05	108	103	NC	100	86	103
SE01_002	3.00E-05	85	84	NC	80	68	82
SE01_003	2.00E-05	83	105	116	96	82	106
SE01_004	1.00E-05	187	207	244	168	168	207

Tabela 11 Malha com 56x20 nós, valores de Cd

Simulação	dt	Cd por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	5.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE01_001	4.00E-05	1.04704E+00	1.047043E+00	NC	1.047043E+00	1.047043E+00	1.047043E+00
SE01_002	3.00E-05	1.04704E+00	1.047044E+00	NC	1.047043E+00	1.047044E+00	1.047044E+00
SE01_003	2.00E-05	1.04704E+00	1.047044E+00	1.047043E+00	1.047043E+00	1.047041E+00	1.047044E+00
SE01_004	1.00E-05	1.04704E+00	1.047045E+00	1.047043E+00	1.047054E+00	1.047047E+00	1.047045E+00

Tabela 12 Malha com 56x20 nós, valores de Fd*

Simulação	dt	Fd* por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	5.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE01_001	4.00E-05	9.770804E-01	9.770666E-01	NC	9.770793E-01	9.770871E-01	9.770802E-01
SE01_002	3.00E-05	9.770798E-01	9.770721E-01	NC	9.770769E-01	9.770868E-01	9.770796E-01
SE01_003	2.00E-05	9.770774E-01	9.770798E-01	9.770701E-01	9.770778E-01	9.770783E-01	9.770789E-01
SE01_004	1.00E-05	9.770746E-01	9.770797E-01	9.770759E-01	9.770886E-01	9.770861E-01	9.770793E-01

MALHA COM 112 x 40 nós

Tabela 13 Malha com 112x40 nós, tempos de CPU

Simulação	dt	TEMPO por ESQUEMA (s)					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	3.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE02_001	2.00E-05	1.094	2.482	NC	1.194	1.037	1.079
SE02_002	1.00E-05	1.871	2.439	2.771	2.271	1.846	1.976
SE02_003	9.00E-06	2.141	3.055	2.724	2.150	1.820	1.980
SE02_004	8.00E-06	2.080	2.700	3.050	2.220	2.180	2.110
SE02_005	7.00E-06	2.340	3.100	3.550	2.640	2.470	2.360

Tabela 14 Malha com 112x40 nós, número de iterações

Simulação	dt	it por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	3.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE02_001	2.00E-05	114	235	NC	122	100	114
SE02_002	1.00E-05	207	243	294	226	206	226
SE02_003	9.00E-06	248	268	326	250	228	267
SE02_004	8.00E-06	277	299	365	278	276	299
SE02_005	7.00E-06	315	340	418	316	314	340

Tabela 15 Malha com 112x40 nós, valores de Cd

Simulação	dt	Cd por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	3.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE02_001	2.00E-05	1.01695E+00	1.016946E+00	NC	1.016946E+00	1.016943E+00	1.016946E+00
SE02_002	1.00E-05	1.01695E+00	1.016947E+00	1.016945E+00	1.016946E+00	1.016945E+00	1.016946E+00
SE02_003	9.00E-06	1.01694E+00	1.016947E+00	1.016945E+00	1.016946E+00	1.016943E+00	1.016947E+00
SE02_004	8.00E-06	1.01694E+00	1.016948E+00	1.016945E+00	1.016945E+00	1.016944E+00	1.016947E+00
SE02_005	7.00E-06	1.01694E+00	1.016948E+00	1.016945E+00	1.016945E+00	1.016945E+00	1.016948E+00

Tabela 16 Malha com 112x40 nós, valores de Fd*

Simulação	dt	Fd* por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	3.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE02_001	2.00E-05	9.720970E-01	9.720803E-01	NC	9.720931E-01	9.720989E-01	9.720969E-01
SE02_002	1.00E-05	9.720964E-01	9.720950E-01	9.720838E-01	9.720946E-01	9.720986E-01	9.720954E-01
SE02_003	9.00E-06	9.720944E-01	9.720971E-01	9.720848E-01	9.720961E-01	9.720956E-01	9.720982E-01
SE02_004	8.00E-06	9.720937E-01	9.720988E-01	9.720861E-01	9.720950E-01	9.720901E-01	9.720984E-01
SE02_005	7.00E-06	9.720938E-01	9.720994E-01	9.720880E-01	9.720958E-01	9.720898E-01	9.720988E-01

MALHA COM 224x80 nós

Tabela 17 Malha com 224x80 nós, tempos de CPU

Simulação	dt	TEMPO por ESQUEMA (s)					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	2.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE03_001	1.00E-05	9.230	62.655	NC	11.980	NC	9.960
SE03_002	9.00E-06	10.770	22.030	NC	12.950	NC	10.740
SE03_003	8.00E-06	12.104	19.192	NC	14.630	13.510	12.742
SE03_004	7.00E-06	13.752	19.600	NC	16.680	15.510	13.540
SE03_005	6.00E-06	14.507	20.311	NC	18.979	16.380	16.310
SE03_006	5.00E-06	20.200	24.970	NC	22.520	21.990	20.380
SE03_007	4.00E-06	23.340	31.600	35.082	27.420	26.770	23.140
SE03_008	3.00E-06	31.704	39.920	46.240	36.382	31.030	29.150
SE03_009	2.00E-06	40.550	56.722	64.590	42.303	44.590	42.209

Tabela 18 Malha com 224x80 nós, número de iterações

Simulação	dt	it por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	2.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE03_001	1.00E-05	223	1426	NC	258	NC	242
SE03_002	9.00E-06	265	498	NC	284	NC	267
SE03_003	8.00E-06	296	434	NC	320	294	321
SE03_004	7.00E-06	337	442	NC	364	336	338
SE03_005	6.00E-06	360	453	NC	422	360	424
SE03_006	5.00E-06	507	577	NC	508	506	542
SE03_007	4.00E-06	631	717	847	634	630	675
SE03_008	3.00E-06	894	950	1129	896	778	950
SE03_009	2.00E-06	1337	1512	1609	1156	1156	1512

Tabela 19 Malha com 224x80 nós, valores de Cd

Simulação	dt	Cd por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	2.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE03_001	1.00E-05	1.00083E+00	1.000834E+00	NC	1.000833E+00	NC	1.000834E+00
SE03_002	9.00E-06	1.00084E+00	1.000835E+00	NC	1.000832E+00	NC	1.000835E+00
SE03_003	8.00E-06	1.00084E+00	1.000835E+00	NC	1.000833E+00	1.000843E+00	1.000833E+00
SE03_004	7.00E-06	1.00084E+00	1.000835E+00	NC	1.000833E+00	1.000841E+00	1.000836E+00
SE03_005	6.00E-06	1.00083E+00	1.000835E+00	NC	1.000832E+00	1.000823E+00	1.000833E+00
SE03_006	5.00E-06	1.00083E+00	1.000833E+00	NC	1.000834E+00	1.000833E+00	1.000835E+00
SE03_007	4.00E-06	1.00083E+00	1.000832E+00	1.000835E+00	1.000835E+00	1.000834E+00	1.000835E+00
SE03_008	3.00E-06	1.00084E+00	1.000831E+00	1.000835E+00	1.000836E+00	1.000829E+00	1.000831E+00
SE03_009	2.00E-06	1.00084E+00	1.000836E+00	1.000834E+00	1.000848E+00	1.000837E+00	1.000836E+00

Tabela 20 Malha com 224x80 nós, valores de Fd*

Simulação	dt	Fd* por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	2.00E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE03_001	1.00E-05	9.702405E-01	9.702246E-01	NC	9.702373E-01	NC	9.702429E-01
SE03_002	9.00E-06	9.702451E-01	9.702275E-01	NC	9.702350E-01	NC	9.702435E-01
SE03_003	8.00E-06	9.702466E-01	9.702308E-01	NC	9.702360E-01	9.702581E-01	9.702408E-01
SE03_004	7.00E-06	9.702473E-01	9.702337E-01	NC	9.702358E-01	9.702560E-01	9.702465E-01
SE03_005	6.00E-06	9.702294E-01	9.702387E-01	NC	9.702356E-01	9.702208E-01	9.702402E-01
SE03_006	5.00E-06	9.702410E-01	9.702373E-01	NC	9.702406E-01	9.702381E-01	9.702448E-01
SE03_007	4.00E-06	9.702407E-01	9.702390E-01	9.702361E-01	9.702438E-01	9.702369E-01	9.702453E-01
SE03_008	3.00E-06	9.702476E-01	9.702380E-01	9.702400E-01	9.702463E-01	9.702425E-01	9.702379E-01
SE03_009	2.00E-06	9.702495E-01	9.702463E-01	9.702403E-01	9.702609E-01	9.702554E-01	9.702463E-01

MALHA COM 448x160 nós

Tabela 21 Malha com 448x160 nós, tempos de CPU

Simulação	dt	TEMPO por ESQUEMA (s)					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	6.00E-06	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE04_001	5.00E-06	96.453	NC	NC	150.782	NC	124.957

Tabela 22 Malha com 448x160 nós, número de iterações

Simulação	dt	it por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	6.00E-06	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE04_001	5.00E-06	538	NC	NC	574	NC	540

Tabela 23 Malha com 448x160 nós, valores de Cd

Simulação	dt	Cd por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	6.00E-06	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE04_001	5.00E-06	9.91475E-01	NC	NC	9.914723E-01	NC	9.914750E-01

Tabela 24 Malha com 448x160 nós, valores de Fd*

Simulação	dt	Fd* por ESQUEMA					
		MSI (0)	TDMA (1)	TDMA_X (2)	TDMA+MSI (3)	TDMA_X+MSI (4)	TDMA+MSI(p)(5)
	6.00E-06	NC	NC	NC	NC	NC	NC
SE04_001	5.00E-06	9.686946E-01	NC	NC	9.686863E-01	NC	9.686939E-01

--- CONCLUSÕES ---

Estudo 4.1.1: O uso da tolerância no método TDMA reduz o tempo computacional.

A redução máxima obtida foi de: 29,48%, 19,88% e 21,48%, para as respectivas malhas: 56x20, 112x40 e 224x80 nós.

Percebe-se que o ótimo tolp está na faixa de 1E-2 e 1E-1 e o ótimo tolu está na faixa de 1E+3 a 1E+0.

Quando usa-se a faixa de tolu entre 1E+4 a 1E+1, temos que Cd e Fd* são exatamente iguais, o que pode significar que o programa passa apenas uma vez no ciclo de solução do sistema de equações para todos os casos.

Estudo 4.1.2: O uso da tolerância no método MSI não melhora significativamente o tempo computacional.

A redução máxima obtida foi de 2,79%, para a malha de 448x160 nós.

A faixa de ótimas tolerâncias é a mesma do estudo 4.1.1 .

Estudo 4.1.3: O uso da tolerância melhora muito o tempo computacional no esquema com TDMA na resolução de u,v e T e MSI no ciclo da massa.

A redução máxima obtida foi de: 32,01%, 15,82%, 20,59% e 45,04%, para as respectivas malhas: 56x20, 112x40, 224x80 e 448x160 nós.

A faixa de ótimas tolerâncias é a mesma do estudo 4.1.1 .

Estudo 4.2: Entre todos os solvers e esquemas testados o MSI é o mais rápido, e é onde pode-se utilizar o maior dt.

No entanto, este é o solver com menor potencial de paralelização. Uma boa alternativa para isto seria utilizar o esquema com TDMA em u,v e T e MSI na pressão, que se aproxima bem do tempo de MSI puro e ainda é possível utilizar o mesmo dt.

Possivelmente quando paralelizado, este esquema seja mais rápido do que o MSI puro ao utilizar-se de 3 núcleos ou mais, lembrando que o MSI pode ser paralelizado no ciclo de resolução de u e v para 2 núcleos.

Nesta versão do Mach2D 7p1, é possível:

- Através de backup de simulação anterior, inserir os valores anteriores como chute inicial na malha atual. Apenas alterando a variável 'reload' de 0 para 1, após o refino da malha nas duas direções
- Utilizar 6 esquemas de resolução dos sistemas de equações, contendo: (0) MSI puro, (1) TDMA nas duas direções, (2) TDMA na direção axial, (3) MSI na iteração par e TDMA nas duas direções na iteração impar, (4) MSI na iteração par e TDMA apenas na direção axial na iteração impar e (5) TDMA na resolução de u, v e T e MSI no ciclo da massa. Apenas alterando a variável esq_tdma de 0 até 5, respeitando a numeração acima.
- Utilizar tolerâncias para o solver TDMA apenas alterando o tolu e tolp, da mesma forma do solver MSI.
- Paralelizar o ciclo de resolução de u e v, utilizando o solver MSI, como já havia na versão linux do programa, agora para a versão windows.