

# Capítulo 1

## Teste

Todo projeto de engenharia passa por uma etapa de testes. Neste capítulo apresentamos alguns testes do software desenvolvido. Estes testes devem dar resposta aos diagramas de caso de uso inicialmente apresentados (diagramas de caso de uso geral e específicos).

Posteriormente, os resultados gerados serão comparados com os resultados obtidos de experimento laboratoriais a fim de validar a modelagem matemática desenvolvida.

### 1.1 Teste 1: Entrada de dados, grid do tempo e cálculo do tb.

Nessa etapa serão testadas as entradas de dados via arquivo .txt, a criação do grid do tempo e do espaço e do cálculo do tempo em que incia a formação de pontes(tb) . O teste será executado utilizando valores da literatura. Os resultados obtidos das equações da modelagem matemática serão comparados com os resultados calculados manualmente.

Posteriormente, a modelagem será validada a partir da conferência dos resultados obtidos e dos gráficos gerados com os resultados obtidos e dos gráficos gerados em laboratório.

Nesse primeiro teste, os parâmetros devem ser mostrados no terminal (Figura 7.2) e devem ser os mesmo que estão no arquivo ParticulaFluido.txt e Rocha.txt (Figura 7.1) . Foi testada a criação da malha do tempo e do espaço bem como o valor do cálculo do tb comparando com os valores calculados manualmente. Pode-se observar que os valores obtidos na Figura 7.2 concorda com os valores dos parâmetros inseridos conforme Figura 7.1. Além disso, a malha do tempo foi criada de forma correta e o tempo tb também, conforme figura 7.3.

A seguir apresente texto explicando a sequência do teste e imagens do programa (captura de tela).

coloque aqui texto falando do diagrama de pacotes, referencie a figura. Veja Figura 1.1.

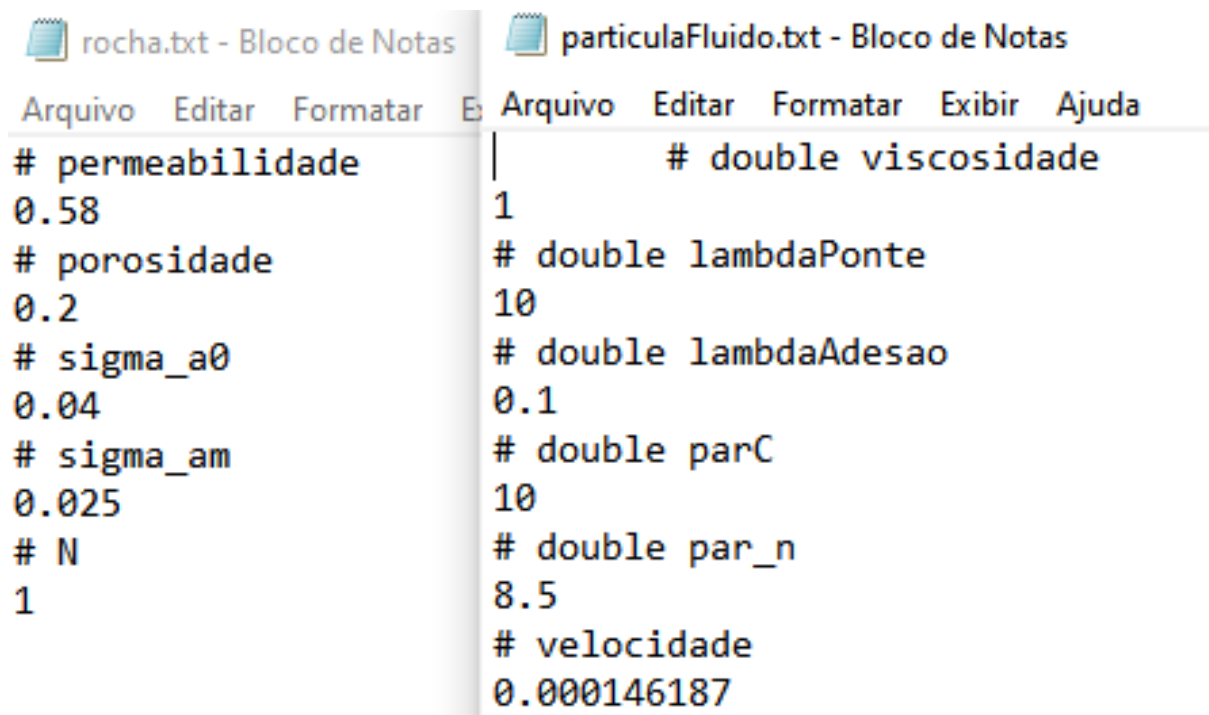


Figura 1.1: Valores dos parâmetros inseridos no arquivo .txt.

```
-----
Valores de ParticulaFluido
-----
viscosidade: 1
lambdaPonte: 10
lambdaAdesao: 0.1
parC: 10
par_n: 8.5
velocidade: 0.000146187

-----
Valores de CRocha
-----
permeabilidade: 0.58
porosidade: 0.2
sigma_a0: 0.04
sigma_am: 0.025
N: 1

-----
Classe da simulacao:
-----
Grid dos tempos:
0 - 0.1 - 0.2 - 0.3 - 0.4 - 0.5 - 0.6 - 0.7 - 0.8 - 0.9 - 1 - 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 1.5 - 1.6 - 1.7 - 1.8 - 1.9 - 2 - 2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4 - 2.5 - 2.6 - 2.7 - 2.8 - 2.9 - 3 - 3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.5 - 3.6 - 3.7 - 3.8 - 3.9 - 4 - 4.1 - 4.2 - 4.3 - 4.4 - 4.5 - 4.6 - 4.7 - 4.8 - 4.9 - 5 - 5.1 - 5.2 - 5.3 - 5.4 - 5.5 - 5.6 - 5.7 - 5.8 - 5.9 - 6 - 6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 - 6.5 - 6.6 - 6.7 - 6.8 - 6.9 - 7 - 7.1 - 7.2 - 7.3 - 7.4 - 7.5 - 7.6 - 7.7 - 7.8 - 7.9 - 8 - 8.1 - 8.2 - 8.3 - 8.4 - 8.5 - 8.6 - 8.7 - 8.8 - 8.9 - 9 - 9.1 - 9.2 - 9.3 - 9.4 - 9.5 - 9.6 - 9.7 - 9.8 - 9.9 - 10
Vetor de tb:
-inf - 0.691482 - 0.897558 - 1.07487 - 1.24039 - 1.39947 - 1.55446 - 1.70664 - 1.85675 - 2.00529 - 2.15259 - 2.30000 - 2.44750 - 2.59500 - 2.74250 - 2.89000 - 3.03750 - 3.18500 - 3.33250 - 3.48000 - 3.62750 - 3.77500 - 3.92250 - 4.07000 - 4.21750 - 4.36500 - 4.51250 - 4.66000 - 4.80750 - 4.95500 - 5.10250 - 5.25000 - 5.39750 - 5.54500 - 5.69250 - 5.84000 - 5.98750 - 6.13500 - 6.28250 - 6.43000 - 6.57750 - 6.72500 - 6.87250 - 7.02000 - 7.16750 - 7.31500 - 7.46250 - 7.61000 - 7.75750 - 7.90500 - 8.05250 - 8.20000 - 8.34750 - 8.49500 - 8.64250 - 8.79000 - 8.93750 - 9.08500 - 9.23250 - 9.38000 - 9.52750 - 9.67500 - 9.82250 - 9.97000 - 10.11750 - 10.26500 - 10.41250 - 10.56000 - 10.70750 - 10.85500 - 11.00250 - 11.15000 - 11.29750 - 11.44500 - 11.59250 - 11.74000 - 11.88750 - 12.03500 - 12.18250 - 12.33000 - 12.47750 - 12.62500 - 12.77250 - 12.92000 - 13.06750 - 13.21500 - 13.36250 - 13.51000 - 13.65750 - 13.80500 - 13.95250 - 14.10000 - 14.24750 - 14.39500 - 14.54250 - 14.69000 - 14.83750 - 14.98500 - 15.13250 - 15.28000 - 15.42750 - 15.57500 - 15.72250 - 15.87000 - 16.01750 - 16.16500 - 16.31250 - 16.46000 - 16.60750 - 16.75500 - 16.90250 - 17.05000 - 17.19750 - 17.34500 - 17.49250 - 17.64000 - 17.78750 - 17.93500 - 18.08250 - 18.23000 - 18.37750 - 18.52500 - 18.67250 - 18.82000 - 18.96750 - 19.11500 - 19.26250 - 19.41000 - 19.55750 - 19.70500 - 19.85250 - 20.00000
```

Figura 1.2: Terminal do programa mostrando os valores dos parâmetros, da malha do tempo e do tempo que inicia a formação de pontes(tb).

PARÂMETROS			
<b>fi =</b>	<b>0,2</b>		
<b>q =</b>	<b>10</b>	ml/min =>	
<b>D =</b>	<b>1,5</b>	in =>	
<b>U =</b>	<b>0,000146187</b>	m /s	
<b>%Clay =</b>	<b>5</b>	%	
<b>sigmaa_0 =</b>	<b>0,04</b>	m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> rocha	
<b>sigmaM =</b>	<b>0,025</b>	m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> rocha	
<b>C =</b>	<b>10</b>	1/s	
<b>lambda_s =</b>	<b>0,1</b>	1/m	
<b>L =</b>	<b>1</b>	m	
<b>n_pontos</b>	<b>10000</b>		
<b>Dx =</b>	<b>0,0001</b>		
<b>cb =</b>	<b>0,0004</b>		
<b>n</b>	<b>1</b>		
<b>lambda_ponte =</b>	<b>0,2</b>		
<b>x</b>	<b>Linha Zonas (s)</b>		<b>Tb(s) n=1</b>
0,0001	0,136811019		0,691531441
0,0002	0,273622039		0,897656678
0,0003	0,410433058		1,075013708
0,0004	0,547244077		1,240592435
0,0005	0,684055097		1,399717309
0,0006	0,820866116		1,554759984

Figura 1.3: Tabela criada no Excel para cálculo dos valores do tempo no início da formação de pontes(tb).

## 1.2 Teste 2: Gráficos

Nessa etapa os gráficos serão testados e posteriormente serão validados por meio da comparação com os gráficos obtidos a partir dos resultados de laboratório.

Nas figuras 7.4 e 7.5 e nas figuras 7.8 e 7.9 são apresentados os parâmetros que foram utilizados para gerar os gráficos para o primeiro teste e para o segundo respectivamente. É gerado o gráfico da queda de pressão adimensional pelo tempo (Figura 7.6 e Figura 7.10) e da concentração de partículas retidas por exclusão por tamanho pelo espaço ( $x$ ) (Figura 7.7 e 7.11). Vários testes foram realizados alterando apenas os parâmetros do tempo e do espaço para análise. Pode-se observar que houve um aumento da queda da pressão e um aumento da concentração de partículas, conforme deveria ocorrer. Desse modo, os gráficos foram gerados corretamente, no entanto é necessário a validação com os valores obtidos em experimentos laboratoriais para validação da modelagem.

## 1.3 Teste 3: Integração numérica

O método de integração numérica pelo método de Simpson será testado utilizando equações de integrais simples e conhecidas com solução analítica para conferência e validação do método numérico para resolução da equação da integral da modelagem matemática. O programa será validado com base nos valores obtidos, onde devem ser iguais aos valores obtidos manualmente.

No Excel foi criada uma tabela (Figura 7.12) para cálculo da integral de  $t * \sin(t)$  para conferência com os valores obtidos por meio do método de integração numérica (método de Simpson). No programa, foi alterada a equação para a equação  $t * \sin(t)$  a fim de obter os valores e gráficos obtidos através dessa Integral. Os parâmetros e a malha do tempo e do espaço utilizada apresenta-se na Figura 7.13. O resultado da integral calculado pelo excel e o resultado obtido pelo programa (Figura 7.14) foram exatamente iguais, confirmando que o método numérico está executando de forma correta a integração das equações. A equação da concentração de partículas retidas por exclusão por tamanho ou formação de pontes foi substituída pelo cálculo da Integral, e foi possível perceber que o gráfico (Figura 7.15) gerado concorda com o gráfico da função.

```

-----
Valores de ParticulaFluido
-----
viscosidade: 1
lambdaPonte: 10
lambdaAdesao: 0.1
parC: 10
par_n: 8.5
velocidade: 0.000146187

-----
Valores de CRocha
-----
permeabilidade: 0.58
porosidade: 0.2
sigma_a0: 0.04
sigma_am: 0.025
N: 1

-----
Classe da simulacao:
-----
Grid dos tempos:
0 - 0.1 - 0.2 - 0.3 - 0.4 - 0.5 - 0.6 - 0.7 - 0.8 - 0.9 - 1 - 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4
2.9 - 3 - 3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.5 - 3.6 - 3.7 - 3.8 - 3.9 - 4 - 4.1 - 4.2 - 4.3
5.8 - 5.9 - 6 - 6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 - 6.5 - 6.6 - 6.7 - 6.8 - 6.9 - 7 - 7.1 - 7.2
8.7 - 8.8 - 8.9 - 9 - 9.1 - 9.2 - 9.3 - 9.4 - 9.5 - 9.6 - 9.7 - 9.8 - 9.9 - 10
Vetor de tb:
-inf - 0.691482 - 0.897558 - 1.07487 - 1.24039 - 1.39947 - 1.55446 - 1.70664 - 1.856
3.16298 - 3.30546 - 3.44763 - 3.58952 - 3.73116 - 3.87257 - 4.01378 - 4.15479 - 4.2
- 5.55724 - 5.6969 - 5.83648 - 5.97598 - 6.11541 - 6.25477 - 6.39406 - 6.53329 - 6.
- 7.92273 - 8.06143 - 8.2001 - 8.33873 - 8.47733 - 8.61589 - 8.75442 - 8.89292 - 9.
- 10.2764 - 10.4147 - 10.5529 - 10.691 - 10.8292 - 10.9673 - 11.1055 - 11.2436 - 11.
- 12.6237 - 12.7616 - 12.8996 - 13.0375 - 13.1754 - 13.3132 - 13.4511 - 13.589 - 13
1 - 14.9669 - 15.1046 - 15.2424 - 15.3801 - 15.5178 - 15.6555 - 15.7932 - 15.9309 -
97 - 17.3073 - 17.4449 - 17.5825 - 17.72 - 17.8576 - 17.9952 - 18.1328 - 18.2703 - 1
1 - 19.6456 - 19.7831 - 19.9206 - 20.058 - 20.1955 - 20.333 - 20.4705 - 20.6079 - 20

```

Figura 1.4: Tela do programa mostrando os parâmetros, a malha do tempo e o tb.

```

#ifndef CSIMULADORPARTICULAS_HPP
#define CSIMULADORPARTICULAS_HPP

#include "CGrid.cpp"
#include "CRocha.cpp"
#include "funcao.hpp"
#include "CGnuplot.cpp"
#include "metodosimpson.cpp"
#include "CParticulaFluido.cpp"

#include<vector>
#include<string>
#include<iostream>

class CSimuladorParticulas : public CParticulaFluido, CRocha {
private:
    size_t indiceTempoAtual = 0;
    size_t size_tempo = 101;
    size_t size_malha = 1001;
    size_t numPontosIntegral = 1001;
    double start_x = 0.0, end_x = 0.10, start_t = 0, end_t = 10.0;

    std::vector<double> tempo;

```

Figura 1.5: Tela do programa mostrando os parâmetros do tempo, do espaço, e o número de pontos para integração.

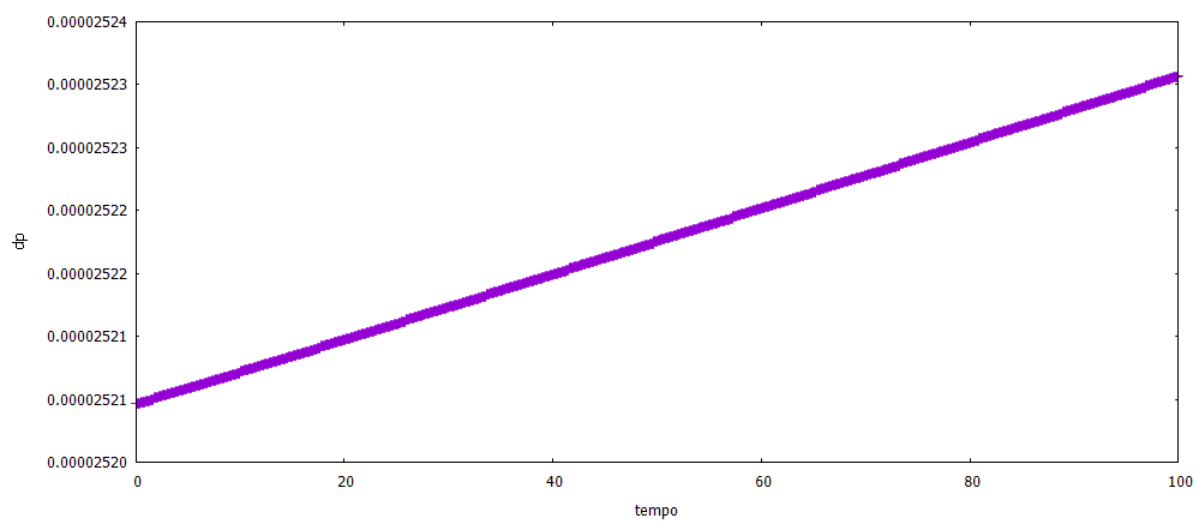
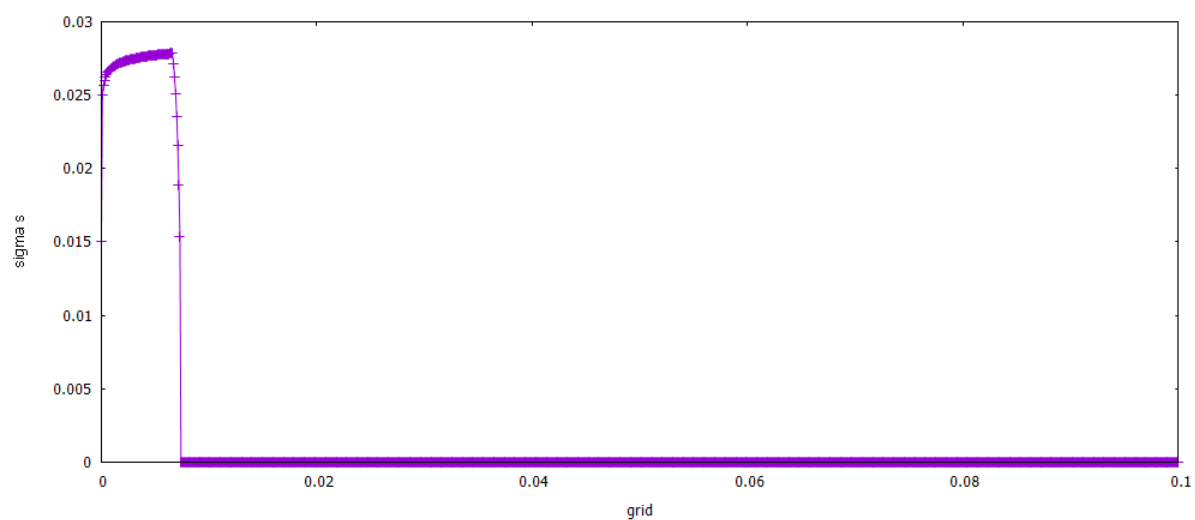


Figura 1.6: Gráfico gerado da queda de pressão pelo tempo.

Figura 1.7: Gráfico do  $\Sigma_s$  pelo espaço.

```

-----
Valores de ParticulaFluido
-----
viscosidade: 1
lambdaPonte: 10
lambdaAdesao: 0.1
parC: 10
par_n: 8.5
velocidade: 0.000146187

-----
Valores de CRocha
-----
permeabilidade: 0.58
porosidade: 0.2
sigma_a0: 0.04
sigma_am: 0.025
N: 1

-----
Classe da simulacao:
-----
Grid dos tempos:
0 - 2 - 4 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 24 - 26 - 28 - 30 - 32 -
- 70 - 72 - 74 - 76 - 78 - 80 - 82 - 84 - 86 - 88 - 90 - 92 - 94 - 96 - 98 - 100 -
30 - 132 - 134 - 136 - 138 - 140 - 142 - 144 - 146 - 148 - 150 - 152 - 154 - 156 -
86 - 188 - 190 - 192 - 194 - 196 - 198 - 200
Vetor de tb:
-inf - 0.691482 - 0.897558 - 1.07487 - 1.24039 - 1.39947 - 1.55446 - 1.70664 -
3.16298 - 3.30546 - 3.44763 - 3.58952 - 3.73116 - 3.87257 - 4.01378 - 4.15479
- 5.55724 - 5.6969 - 5.83648 - 5.97598 - 6.11541 - 6.25477 - 6.39406 - 6.53325
- 7.92273 - 8.06143 - 8.2001 - 8.33873 - 8.47733 - 8.61589 - 8.75442 - 8.89295
- 10.2764 - 10.4147 - 10.5529 - 10.691 - 10.8292 - 10.9673 - 11.1055 - 11.2436
- 12.6237 - 12.7616 - 12.8996 - 13.0375 - 13.1754 - 13.3132 - 13.4511 - 13.589

```

Figura 1.8: Tela do programa mostrando os parâmetros, a malha do tempo e o tb.

```

#include "CGrid.cpp"
#include "CRocha.cpp"
#include "funcao.hpp"
#include "CGnuplot.cpp"
#include "metodosimpson.cpp"
#include "CParticulaFluido.cpp"

#include<vector>
#include<string>
#include<iostream>

class CSimuladorParticulas : public CParticulaFluido, CRocha {
private:
    size_t indiceTempoAtual = 0;
    size_t size_tempo = 101;
    size_t size_malha = 1001;
    size_t numPontosIntegral = 1001;
    double start_x = 0.0, end_x = 0.10, start_t = 0, end_t = 200.0;

    std::vector<double> tempo;
    std::vector<double> malha;

    std::vector<CGrid*> resultados_ao_longo_do_tempo;

public:
    .....

```

Figura 1.9: Tela do programa mostrando os parâmetros do tempo, do espaço, e o número de pontos para integração

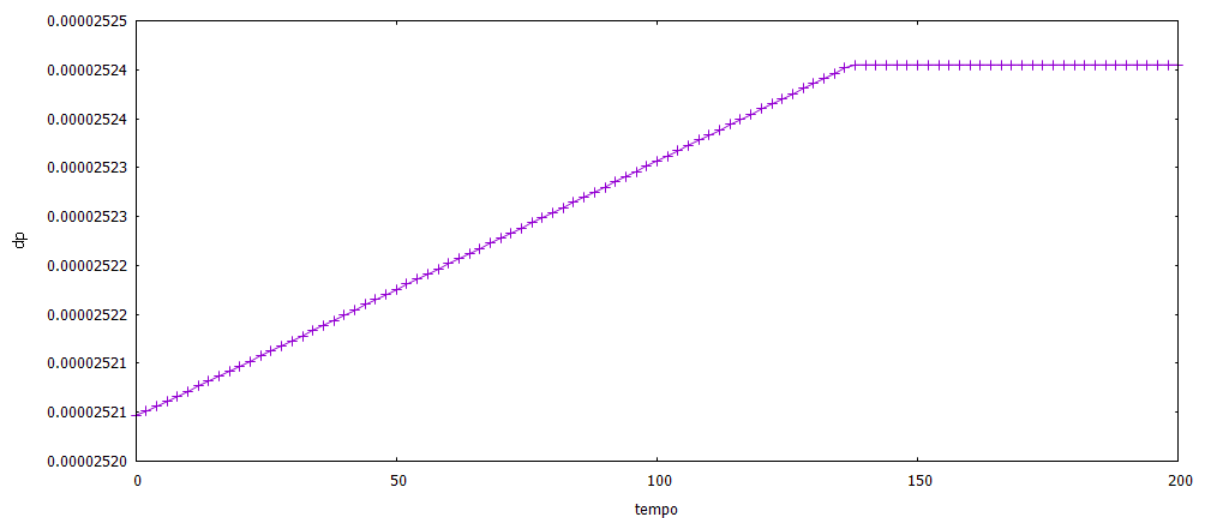


Figura 1.10: Gráfico gerado da queda de pressão pelo tempo.



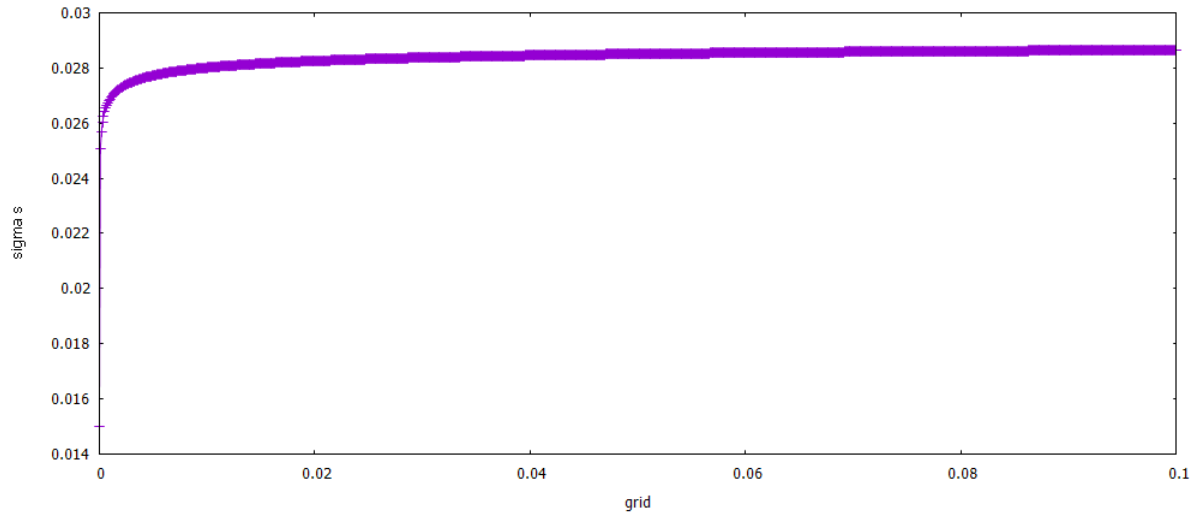


Figura 1.11: Gráfico do Sigma\_s pelo espaço.

$$\int t * \sin x = -t \cos t + \sin t + C$$

Cálculo da integral de "t* SIN(t) " de t= 0,1368 a t=0,5 para conferência do método de simpsons						
considerando t=0,5	t	x	cos t	sin t	cos t- 0,13	sin t ( 0,13)
t> fi*x/U	0,5	0,0001	0,877583	0,479426	0,990655961	0,136384631
t<tb=0,69	0,13681102					
-t*cos t + sin t	0,04063426					
-t*cos t + sin t	0,00085198					
resultado da integral	0,03978228					
calculo da parte const de sigma_s	0,12574095	( sem multiplicar pela integral)				
calculo do sigma S	0,01902433					
resultado no programa	0,0227449					

Figura 1.12: Tabela gerada no Excel da resolução da Integral de t\*sin(x).

```

-----
viscosidade: 1
lambdaPonte: 10
lambdaAdesao: 0.1
parC: 10
par_n: 8.5
velocidade: 0.000146187

-----
Valores de CRocha
-----
permeabilidade: 0.58
porosidade: 0.2
sigma_a0: 0.04
sigma_am: 0.025
N: 1

-----
Classe da simulacao:
-----
Grid dos tempos:
0 - 0.1 - 0.2 - 0.3 - 0.4 - 0.5 - 0.6 - 0.7 - 0.8 - 0.9 - 1 - 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 1.5 - 1.6 - 1.7 - 1.8 - 1.9 - 2 -
2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4 - 2.5 - 2.6 - 2.7 - 2.8 - 2.9 - 3 - 3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.5 - 3.6 - 3.7 - 3.8 - 3.9 - 4 - 4.1 -
4.2 - 4.3 - 4.4 - 4.5 - 4.6 - 4.7 - 4.8 - 4.9 - 5 - 5.1 - 5.2 - 5.3 - 5.4 - 5.5 - 5.6 - 5.7 - 5.8 - 5.9 - 6 - 6.1 - 6 -
6.2 - 6.3 - 6.4 - 6.5 - 6.6 - 6.7 - 6.8 - 6.9 - 7 - 7.1 - 7.2 - 7.3 - 7.4 - 7.5 - 7.6 - 7.7 - 7.8 - 7.9 - 8 - 8.1 - 8.2 -
8.3 - 8.4 - 8.5 - 8.6 - 8.7 - 8.8 - 8.9 - 9 - 9.1 - 9.2 - 9.3 - 9.4 - 9.5 - 9.6 - 9.7 - 9.8 - 9.9 - 10
Vetor de tb:
-inf - 0.691482 - 0.897558 - 1.07487 - 1.24039 - 1.39947 - 1.55446 - 1.70664 - 1.85675 - 2.00529 - 2.15259 - 2.29888 -
4.4435 - 2.58911 - 2.73328 - 2.87694 - 3.02016 - 3.16298 - 3.30546 - 3.44763 - 3.58952 - 3.73116 - 3.87257 - 4.01378 -
4.15498 - 4.29561 - 4.43533 - 4.57386 - 4.71035 - 4.84563 - 4.97963 - 5.12233 - 5.26365 - 5.40360 - 5.54214 - 5.67834 - 5.81226 -
5.94386 - 6.07314 - 6.20014 - 6.32484 - 6.44714 - 6.56694 - 6.68324 - 6.79604 - 6.90524 - 7.01084 - 7.11284 - 7.21124 - 7.30604 - 7.39724 - 7.48484 - 7.56884 - 7.65324 - 7.72804 - 7.80324 - 7.87884 - 7.95484 - 8.03124 - 8.10804 - 8.18524 - 8.26284 - 8.34084 - 8.41924 - 8.49804 - 8.57724 - 8.65684 - 8.73684 - 8.81724 - 8.89804 - 8.97924 - 9.06084 - 9.14324 - 9.22644 - 9.31044 - 9.39524 - 9.48084 - 9.56724 - 9.65444 - 9.74244 - 9.83124 - 9.92084 - 10.01124 - 10.10244 - 10.19444 - 10.28724 - 10.38084 - 10.47524 - 10.57044 - 10.66644 - 10.76324 - 10.86084 - 10.95924 - 11.05844 - 11.15844 - 11.25924 - 11.36084 - 11.46324 - 11.56644 - 11.67044 - 11.77524 - 11.88084 - 11.98724 - 12.09444 - 12.20244 - 12.31124 - 12.42084 - 12.53124 - 12.64244 - 12.75444 - 12.86724 - 12.98084 - 13.09524 - 13.21044 - 13.32644 - 13.44324 - 13.56084 - 13.67924 - 13.79844 - 13.91844 - 14.03924 - 14.16084 - 14.28324 - 14.40644 - 14.53044 - 14.65524 - 14.78084 - 14.90724 - 15.03444 - 15.16244 - 15.29124 - 15.42084 - 15.55124 - 15.68244 - 15.81444 - 15.94724 - 16.08084 - 16.21524 - 16.35044 - 16.48644 - 16.62324 - 16.76084 - 16.89924 - 17.03844 - 17.17844 - 17.31924 - 17.46084 - 17.60324 - 17.74644 - 17.89044 - 18.03524 - 18.18084 - 18.32724 - 18.47444 - 18.62244 - 18.77124 - 18.92084 - 19.07124 - 19.22244 - 19.37444 - 19.52724 - 19.68084 - 19.83524 - 19.99044 - 20.14644 - 20.30324 - 20.46084 - 20.61924 - 20.77844 - 20.93844 - 21.09924 - 21.26084 - 21.42324 - 21.58644 - 21.75044 - 21.91524 - 22.08084 - 22.24724 - 22.41444 - 22.58244 - 22.75124 - 22.92084 - 23.09124 - 23.26244 - 23.43444 - 23.60724 - 23.78084 - 23.95524 - 24.13044 - 24.30644 - 24.48324 - 24.66084 - 24.83924 - 25.01844 - 25.19844 - 25.37924 - 25.56084 - 25.74324 - 25.92644 - 26.11044 - 26.29524 - 26.48084 - 26.66724 - 26.85444 - 27.04244 - 27.23124 - 27.42084 - 27.61124 - 27.80244 - 27.99444 - 28.18724 - 28.38084 - 28.57524 - 28.77044 - 28.96644 - 29.16324 - 29.36084 - 29.55924 - 29.75844 - 29.95844 - 30.15924 - 30.36084 - 30.56324 - 30.76644 - 30.97044 - 31.17524 - 31.38084 - 31.58724 - 31.79444 - 32.00244 - 32.21124 - 32.42084 - 32.63124 - 32.84244 - 33.05444 - 33.26724 - 33.48084 - 33.69524 - 33.91044 - 34.12644 - 34.34324 - 34.56084 - 34.77924 - 34.99844 - 35.21844 - 35.43924 - 35.66084 - 35.88324 - 36.10644 - 36.33044 - 36.55524 - 36.78084 - 37.00724 - 37.23444 - 37.46244 - 37.69124 - 37.92084 - 38.15124 - 38.38244 - 38.61444 - 38.84724 - 39.08084 - 39.31524 - 39.55044 - 39.78644 - 40.02324 - 40.26084 - 40.49924 - 40.73844 - 40.97844 - 41.21924 - 41.46084 - 41.70324 - 41.94644 - 42.19044 - 42.43524 - 42.68084 - 42.92724 - 43.17444 - 43.42244 - 43.67124 - 43.92084 - 44.17124 - 44.42244 - 44.67444 - 44.92724 - 45.18084 - 45.43524 - 45.69044 - 45.94644 - 46.20324 - 46.46084 - 46.71924 - 46.97844 - 47.23844 - 47.49924 - 47.76084 - 48.02324 - 48.28644 - 48.55044 - 48.81524 - 49.08084 - 49.34724 - 49.61444 - 49.88244 - 50.15124 - 50.42084 - 50.69124 - 50.96244 - 51.23444 - 51.50724 - 51.78084 - 52.05524 - 52.33044 - 52.60644 - 52.88324 - 53.16084 - 53.43924 - 53.71844 - 53.99844 - 54.27924 - 54.56084 - 54.84324 - 55.12644 - 55.41044 - 55.69524 - 55.98084 - 56.26724 - 56.55444 - 56.84244 - 57.13124 - 57.42084 - 57.71124 - 58.00244 - 58.29444 - 58.58724 - 58.88084 - 59.17524 - 59.47044 - 59.76644 - 60.06324 - 60.36084 - 60.65924 - 60.95844 - 61.25844 - 61.55924 - 61.86084 - 62.16324 - 62.46644 - 62.77044 - 63.07524 - 63.38084 - 63.68724 - 63.99444 - 64.30244 - 64.61124 - 64.92084 - 65.23124 - 65.54244 - 65.85444 - 66.16724 - 66.48084 - 66.79524 - 67.11044 - 67.42644 - 67.74324 - 68.06084 - 68.37924 - 68.69844 - 69.01844 - 69.33924 - 69.66084 - 69.98324 - 70.30644 - 70.63044 - 70.95524 - 71.28084 - 71.60724 - 71.93444 - 72.26244 - 72.59124 - 72.92084 - 73.25124 - 73.58244 - 73.91444 - 74.24724 - 74.58084 - 74.91524 - 75.25044 - 75.58644 - 75.92324 - 76.26084 - 76.59924 - 76.93844 - 77.27844 - 77.61924 - 77.96084 - 78.30324 - 78.64644 - 78.99044 - 79.33524 - 79.68084 - 80.02724 - 80.37444 - 80.72244 - 81.07124 - 81.42084 - 81.77124 - 82.12244 - 82.47444 - 82.82724 - 83.18084 - 83.53524 - 83.89044 - 84.24644 - 84.60324 - 84.96084 - 85.31924 - 85.67844 - 86.03844 - 86.39924 - 86.76084 - 87.12324 - 87.48644 - 87.85044 - 88.21524 - 88.58084 - 88.94724 - 89.31444 - 89.68244 - 90.05124 - 90.42084 - 90.79124 - 91.16244 - 91.53444 - 91.90724 - 92.28084 - 92.65524 - 93.03044 - 93.40644 - 93.78324 - 94.16084 - 94.53924 - 94.91844 - 95.29844 - 95.67924 - 96.06084 - 96.44324 - 96.82644 - 97.21044 - 97.59524 - 97.98084 - 98.36724 - 98.75444 - 99.14244 - 99.53124 - 99.92084 - 100.31124 - 100.70244 - 101.09444 - 101.48724 - 101.88084 - 102.27524 - 102.67044 - 103.06644 - 103.46324 - 103.86084 - 104.25924 - 104.65844 - 105.05844 - 105.45924 - 105.86084 - 106.26324 - 106.66644 - 107.07044 - 107.47524 - 107.88084 - 108.28724 - 108.69444 - 109.10244 - 109.51124 - 109.92084 - 110.33124 - 110.74244 - 111.15444 - 111.56724 - 111.98084 - 112.39524 - 112.81044 - 113.22644 - 113.64324 - 114.06084 - 114.47924 - 114.89844 - 115.31844 - 115.73924 - 116.16084 - 116.58324 - 117.00644 - 117.43044 - 117.85524 - 118.28084 - 118.70724 - 119.13444 - 119.56244 - 120.00084 - 120.43924 - 120.87844 - 121.31844 - 121.75924 - 122.20084 - 122.64324 - 123.08644 - 123.53044 - 123.97524 - 124.42084 - 124.86724 - 125.31444 - 125.76244 - 126.21124 - 126.66084 - 127.11124 - 127.56244 - 128.01444 - 128.46724 - 128.92084 - 129.37524 - 129.83044 - 130.28644 - 130.74324 - 131.20084 - 131.65924 - 132.11844 - 132.57844 - 133.03924 - 133.50084 - 133.96324 - 134.42644 - 134.89044 - 135.35524 - 135.82084 - 136.28724 - 136.75444 - 137.22244 - 137.69124 - 138.16084 - 138.63124 - 139.10244 - 139.57444 - 140.04724 - 140.52084 - 140.99524 - 141.47044 - 141.94644 - 142.42324 - 142.90084 - 143.37924 - 143.85844 - 144.33844 - 144.81924 - 145.30084 - 145.78324 - 146.26644 - 146.75044 - 147.23524 - 147.72084 - 148.20724 - 148.69444 - 149.18244 - 149.67124 - 150.16084 - 150.65124 - 151.14244 - 151.63444 - 152.12724 - 152.62084 - 153.11524 - 153.61044 - 154.10644 - 154.60324 - 155.10084 - 155.59924 - 156.09844 - 156.59844 - 157.09924 - 157.60084 - 158.10324 - 158.60644 - 159.11044 - 159.61524 - 160.12084 - 160.62724 - 161.13444 - 161.64244 - 162.15124 - 162.66084 - 163.17124 - 163.68244 - 164.19444 - 164.70724 - 165.22084 - 165.73524 - 166.25044 - 166.76644 - 167.28324 - 167.80084 - 168.31924 - 168.83844 - 169.35844 - 169.87924 - 170.40084 - 170.92324 - 171.44644 - 171.97044 - 172.49524 - 173.02084 - 173.54724 - 174.07444 - 174.60244 - 175.13124 - 175.66084 - 176.19124 - 176.72244 - 177.25444 - 177.78724 - 178.32084 - 178.85524 - 179.39044 - 179.92644 - 180.46324 - 181.00084 - 181.53924 - 182.07844 - 182.61844 - 183.15924 - 183.70084 - 184.24324 - 184.78644 - 185.33044 - 185.87524 - 186.42084 - 186.96724 - 187.51444 - 188.06244 - 188.61124 - 189.16084 - 189.71124 - 190.26244 - 190.81444 - 191.36724 - 191.92084 - 192.47524 - 193.03044 - 193.58644 - 194.14324 - 194.70084 - 195.25924 - 195.81844 - 196.37844 - 196.93924 - 197.50084 - 198.06324 - 198.62644 - 199.19044 - 199.75524 - 200.32084 - 200.88724 - 201.45444 - 202.02244 - 202.59124 - 203.16084 - 203.73124 - 204.30244 - 204.87444 - 205.44724 - 206.02084 - 206.59524 - 207.17044 - 207.74644 - 208.32324 - 208.90084 - 209.47924 - 210.05844 - 210.63844 - 211.21924 - 211.80084 - 212.38324 - 212.96644 - 213.55044 - 214.13524 - 214.72084 - 215.30724 - 215.89444 - 216.48244 - 217.07124 - 217.66084 - 218.25124 - 218.84244 - 219.43444 - 220.02724 - 220.62084 - 221.21524 - 221.81044 - 222.40644 - 223.00324 - 223.60084 - 224.19924 - 224.79844 - 225.39844 - 225.99924 - 226.60084 - 227.20324 - 227.80644 - 228.41044 - 229.01524 - 229.62084 - 230.22724 - 230.83444 - 231.44244 - 232.05124 - 232.66084 - 233.27124 - 233.88244 - 234.49444 - 235.10724 - 235.72084 - 236.33524 - 236.95044 - 237.56644 - 238.18324 - 238.80084 - 239.41924 - 240.03844 - 240.65844 - 241.27924 - 241.90084 - 242.52324 - 243.14644 - 243.77044 - 244.39524 - 245.02084 - 245.64724 - 246.27444 - 246.90244 - 247.53124 - 248.16084 - 248.79124 - 249.42244 - 250.05444 - 250.68724 - 251.32084 - 251.95524 - 252.59044 - 253.22644 - 253.86324 - 254.50084 - 255.13924 - 255.77844 - 256.41844 - 257.05924 - 257.70084 - 258.34324 - 258.98644 - 259.63044 - 260.27524 - 260.92084 - 261.56724 - 262.21444 - 262.86244 - 263.51124 - 264.16084 - 264.81124 - 265.46244 - 266.11444 - 266.76724 - 267.42084 - 268.07524 - 268.73044 - 269.38644 - 270.04324 - 270.70084 - 271.35924 - 272.01844 - 272.67844 - 273.33924 - 274.00084 - 274.66324 - 275.32644 - 275.99044 - 276.65524 - 277.32084 - 277.98724 - 278.65444 - 279.32244 - 280.00084 - 280.67924 - 281.35844 - 282.03844 - 282.71924 - 283.40084 - 284.08324 - 284.76644 - 285.45044 - 286.13524 - 286.82084 - 287.50724 - 288.19444 - 288.88244 - 289.57124 - 290.26084 - 290.95124 - 291.64244 - 292.33444 - 293.02724 - 293.72084 - 294.41524 - 295.11044 - 295.80644 - 296.50324 - 297.20084 - 297.89924 - 298.59844 - 299.29844 - 300.00084 - 300.70444 - 301.40924 - 302.11444 - 302.82084 - 303.52724 - 304.23444 - 304.94244 - 305.65124 - 306.36084 - 307.07124 - 307.78244 - 308.49444 - 309.20724 - 309.92084 - 310.63524 - 311.35044 - 312.06644 - 312.78324 - 313.50084 - 314.21924 - 314.93844 - 315.65844 - 316.37924 - 317.09924 - 317.82084 - 318.54324 - 319.26644 - 320.00084 - 320.72644 - 321.45324 - 322.18084 - 322.90924 - 323.63844 - 324.36844 - 325.09924 - 325.83084 - 326.56324 - 327.29644 - 328.03044 - 328.76524 - 329.50084 - 330.23724 - 330.97444 - 331.71244 - 332.45124 - 333.19084 - 333.93124 - 334.67244 - 335.41444 - 336.15724 - 336.90084 - 337.64524 - 338.39044 - 339.13644 - 339.88324 - 340.63084 - 341.37924 - 342.12844 - 342.87844 - 343.62924 - 344.38084 - 345.13324 - 345.88644 - 346.64044 - 347.39524 - 348.15084 - 348.90724 - 349.66444 - 350.42244 - 351.18124 - 351.94084 - 352.70124 - 353.46244 - 354.22444 - 354.98724 - 355.75084 - 356.51524 - 357.28044 - 358.04644 - 358.81324 - 359.58084 - 360.34924 - 361.11844 - 361.88844 - 362.65924 - 363.43084 - 364.20324 - 364.97644 - 365.75044 - 366.52524 - 367.30084 - 368.07724 - 368.85444 - 369.63244 - 370.41124 - 371.19084 - 371.97124 - 372.75244 - 373.53444 - 374.31724 - 375.10084 - 375.88524 - 376.67044 - 377.45644 - 378.24324 - 379.03084 - 379.81924 - 380.60844 - 381.39844 - 382.18924 - 382.98084 - 383.77324 - 384.56644 - 385.36044 - 386.15524 - 386.95084 - 387.74724 - 388.54444 - 389.34244 - 390.14124 - 390.94084 - 391.74124 - 392.54244 - 393.34444 - 394.14724 - 394.95084 - 395.75524 - 396.56044 - 397.36644 - 398.17324 - 398.98084 - 399.78924 - 400.59844 - 401.40844 - 402.21924 - 403.03084 - 403.84324 - 404.65644 - 405.47044 - 406.28524 - 407.10084 - 407.91724 - 408.73444 - 409.55244 - 410.37124 - 411.19084 - 412.01124 - 412.83244 - 413.65444 - 414.47724 - 415.30084 - 416.12524 - 416.95044 - 417.77644 - 418.60324 - 419.43084 - 420.25924 - 421.08844 - 421.91844 - 422.74924 - 423.58084 - 424.41324 - 425.24644 - 426.08044 - 426.91524 - 427.75084 - 428.58724 - 429.42444 - 430.26244 - 431.10124 - 431.94084 - 432.78124 - 433.62244 - 434.46444 - 435.30724 - 436.15084 - 436.99524 - 437.84044 - 438.68644 - 439.53324 - 440.38084 - 441.22924 - 442.07844 - 442.92844 - 443.77924 - 444.63084 - 445.48324 - 446.33644 - 447.19044 - 448.04524 - 448.90084 - 449.75724 - 450.61444 - 451.47244 - 452.3
```



\*malha\_0.500000.txt - Bloco de Notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

malha	sigma_a	-	sigma_s	-	diff_sigma_a
0	0.0251011		0		-0.00101069
0.0001	0.025397		0.0397823		-0.00396992
0.0002	0.0265594		0.0338566		-0.0155935
0.0003	0.031125		0.0179736		-0.0612502
0.0004	0.04		0		0
0.0005	0.04		0		0
0.0006	0.04		0		0
0.0007	0.04		0		0
0.0008	0.04		0		0
0.0009	0.04		0		0
0.001	0.04		0		0

Figura 1.14: Valores das concentrações calculadas no tempo = 0,5s em vários pontos(x).

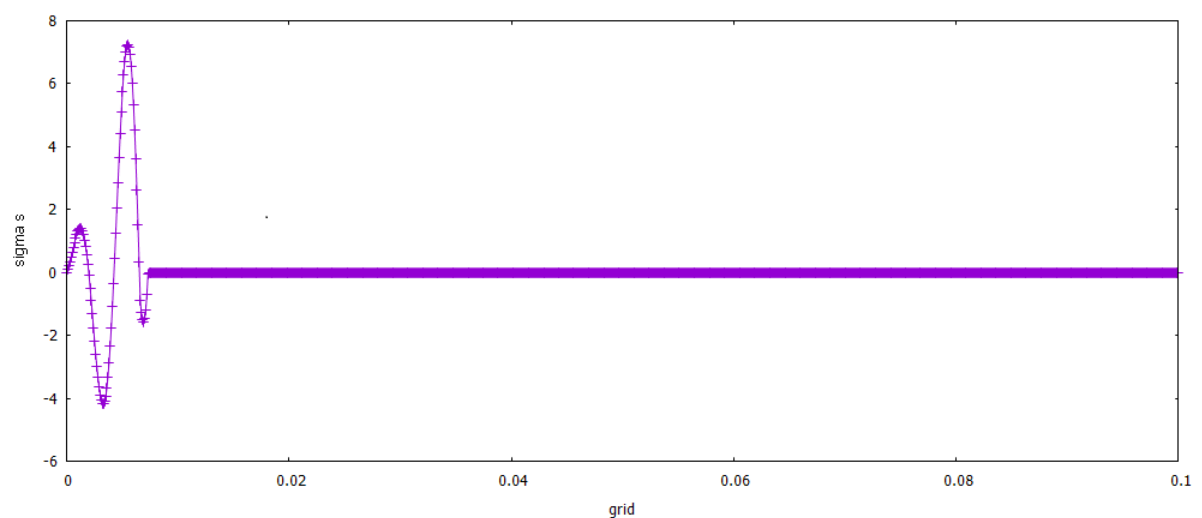


Figura 1.15: Gráfico mostrando o valor de Sigma\_s pelo espaço(x)