

**Universidade de São Paulo - ICMC - BCC**  
**SSC0903 - Computação de Alto Desempenho**  
**Primeiro Trabalho Prático (TB1) - Resolução em Grupo**  
**Disponível em 05/10/2022 - Entrega no e-disciplinas até 24/10/2022 às 23:59h**

Este trabalho deve ser desenvolvido em grupo (o mesmo já definido na disciplina).

Leiam completamente o enunciado a seguir e sigam as instruções. Espera-se que esta descrição esteja completa e correta, porém, se mesmo assim encontrarem algum defeito na mesma, por favor, avisem o professor imediatamente para a devida correção. Questões omissas e/ou ambíguas serão fixadas pelo professor. Para saná-las, entre em contato com o professor para a orientação adequada.

Respondam em ordem às questões Q1 e Q3 em um PDF. Os códigos sequencial e paralelo solicitados na Q2 devem estar à parte em um arquivo fonte com a extensão **.c**. O PDF (**respostas.pdf**) e os programas C (**studentsseq.c**) e C/OpenMP (**studentspar.c**) devem ser compactados em um **.zip**. Este **.zip** deve ser submetido pelo e-disciplinas **até 24/10/2022 às 23:59h**.

Há um modelo para o cabeçalho do PDF no Apêndice A ao final desta especificação. Use este modelo para as respostas, à exceção da Q2.

*Por favor, sigam estas regras, pois elas farão parte das suas avaliações.*

**E1 - Enunciado 01 Avaliação Estudantes (por Paulo Sérgio Lopes de Souza)**

O Governo Brasileiro deseja avaliar o desempenho dos alunos que estão cursando o 9º ano do ensino fundamental, para ajustar políticas de investimento. Para isso, alunos de cidades de diferentes regiões do país passaram por avaliações, e suas notas finais foram submetidas para o Governo Federal. Após processar essas notas, o Governo retornará os dados por cidade, região e do Brasil como um todo, i.e., em três níveis. Os dados retornados para cada nível são: a menor e a maior nota, a mediana, a média aritmética simples, e o desvio padrão. Serão dados prêmios em dinheiro para a cidade e para a região com as maiores médias aritméticas simples das notas.

Desenvolva uma solução paralela que simule o cálculo que o Governo fará com as notas recebidas dos alunos, organizadas por cidade e região. Haverá **R** regiões, cada uma com **C** cidades, e cada cidade com **A** alunos. O número total de avaliações (**NTA**) será, portanto, **NTA = R \* C \* A**. Os valores de **R**, **C** e **A** serão fornecidos pelo usuário no início da execução. Para facilitar, esses dados serão redirecionados de um arquivo texto contendo nas 03 primeiras linhas, respectivamente, os valores para estas variáveis acima.

As notas dos alunos virão na forma de matriz, onde cada posição (célula) da matriz representa a nota de um aluno em particular, cada linha uma cidade e cada matriz (ou parte de uma matriz) uma região. As notas dos alunos serão geradas pseudo aleatoriamente pela aplicação, tendo-se como origem uma semente (**seed**) que será lida da 4ª linha do arquivo texto de entrada. As notas de cada aluno devem ser geradas por cidade e região, em ordem crescente de cidade e região. Em outras palavras, começa no aluno 0, da cidade 0, da região 0; e depois aluno 1, da cidade 0, região 0 e assim por diante. As notas são valores inteiros em uma escala de 0 a 100.

A saída da sua solução deve exibir a menor e a maior nota, a mediana, a média, e o desvio padrão para cada cidade, para cada região e depois para o Brasil, seguindo o padrão abaixo. As regiões e as cidades devem ser numeradas, iniciando-se a numeração em zero. Na saída, mostre regiões e suas cidades ordenadas pelos números das mesmas. Na sequência

devem ser mostradas a região e então a cidade Brasileira que receberão os prêmios por terem as melhores médias das notas (seguindo o padrão abaixo).

Para execução, a aplicação deve receber os argumentos de entrada **R**, **C**, **A** e **seed** na carga do processo. O número de threads em execução deve ser determinado em função do número de núcleos disponíveis no processador usado. Construa a sua aplicação de maneira flexível que considere diferentes cargas de trabalho, threads e elementos de processamento.

O projeto deve minimizar o tempo de resposta, dados os valores de entrada da aplicação. Para coletar o tempo, **não considere** a entrada dos dados (coleta dados iniciais, alocação de matriz(es) e geração de números aleatórios), nem considere a impressão dos resultados finais (esta deve ser feita no final da aplicação).

A seguir há um exemplo instanciando os seguintes valores de entrada (valores vindos como argumentos):

**R=3**                    >> **Número de regiões**  
**C=4**                    >> **Número de cidades**  
**A=6**                    >> **Número de alunos por cidade**  
**SEED=7**                >> **Semente usada antes de gerar os nrs pseudo-aleatórios.**

Os seguintes dados podem ser gerados na memória com base na entrada fornecida.

*Obs: o valor seed=7, neste texto, apenas ilustra. Ele não foi usado de fato neste exemplo. Use uma semente no seu algoritmo uma única vez, antes da geração do primeiro número pseudo aleatório.*

<b>Região 0</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>10</b>
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>
	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>10</b>
	<b>70</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>80</b>	<b>95</b>	<b>27</b>
<b>Região 1</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>15</b>
	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	<b>65</b>
	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>15</b>
	<b>75</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>85</b>	<b>100</b>	<b>32</b>
<b>Região 2</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>0</b>
	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>0</b>
	<b>60</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>70</b>	<b>85</b>	<b>17</b>

A seguinte saída deve ser produzida para esta entrada (use este padrão para a sua saída):

**Reg 0 - Cid 0: menor: 10, maior: 85, mediana: 35.00, média: 44.17 e DP: 31.37**

**Reg 0 - Cid 1: menor: 10, maior: 60, mediana: 35.00, média: 35.00 e DP: 18.71**

**Reg 0 - Cid 2: menor: 10, maior: 60, mediana: 35.00, média: 35.00 e DP: 18.71**

**Reg 0 - Cid 3: menor: 27, maior: 95, mediana: 62.50, média: 60.33 e DP: 26.32**

**Reg 1 - Cid 0: menor: 15, maior: 90, mediana: 40.00, média: 49.17 e DP: 31.37**

**Reg 1 - Cid 1: menor: 15, maior: 65, mediana: 40.00, média: 40.00 e DP: 18.71**

**Reg 1 - Cid 2: menor: 15, maior: 65, mediana: 40.00, média: 40.00 e DP: 18.71**

**Reg 1 - Cid 3: menor: 32, maior: 100, mediana: 67.50, média: 65.33 e DP: 26.32**

**Reg 2 - Cid 0: menor: 0, maior: 75, mediana: 25.00, média: 34.17 e DP: 31.37**

**Reg 2 - Cid 1: menor: 0, maior: 50, mediana: 25.00, média: 25.00 e DP: 18.71**

**Reg 2 - Cid 2: menor: 0, maior: 50, mediana: 25.00, média: 25.00 e DP: 18.71**

**Reg 2 - Cid 3: menor: 17, maior: 85, mediana: 52.50, média: 50.33 e DP: 26.32**

**Reg 0: menor: 10, maior: 95, mediana: 40.00, média: 43.63 e DP: 25.07**

**Reg 1: menor: 15, maior: 100, mediana: 45.00, média: 48.63 e DP: 25.07**

**Reg 2: menor: 0, maior: 85, mediana: 30.00, média: 33.63 e DP: 25.07**

**Brasil: menor: 0, maior: 100, mediana: 40.00, média: 41.96 e DP: 25.50**

**Melhor região: Região 1**

**Melhor cidade: Região 1, Cidade 3**

**Tempo de resposta sem considerar E/S, em segundos: 1.325s**

**Questões do trabalho:**

- Q1) Desenvolva um projeto PCAM para o problema do enunciado E1. Desenvolva a sua solução segundo as diretrizes passadas em sala de aula. Determine e explore o paralelismo da aplicação de maneira flexível.
- Q2) Codifique uma solução sequencial em C (***studentsseq.c***) e outra paralela em C/OpenMP (***studentspar.c***) para o problema descrito no enunciado E1. Faça o uso correto das metodologias e técnicas de OpenMP na versão paralela, para reduzir o tempo de resposta (a resposta desta Q2 deve ser feita em dois arquivos .c à parte, um para o sequencial e outro para o paralelo). O código deve ser flexível sobre modelo de programação OpenMP, legível e seguir as boas práticas de programação.
- Q3) Quais são o speedup e a eficiência da sua solução? Mostre os cálculos feitos.

Apêndice A - Modelo para cabeçalho do arquivo **respostas.pdf** a ser entregue com as respostas deste trabalho

=====

**Universidade de São Paulo - ICMC - BCC**  
**SSC0903 - Computação de Alto Desempenho (2022/2)**  
**Primeiro Trabalho Prático (TB1) - Resolução em Grupo**

**Turma:** A ou B

**Número do Grupo** (ver tabela no edisciplinas)

**Nomes dos integrantes deste grupo que resolveram o trabalho:**

Nome 1

Nome 2

Nome 3

...

**Resposta para Q01:**

Incluir aqui a resposta da Q01

**Resposta para a Q03:**

Incluir aqui a resposta da Q03

O código produzido na Q02 deve ser entregue em um arquivo fonte (.c) à parte.