**RELATÓRIO – T1 – SERVIDOR MULTITHREAD**

Disciplina INE5238 – Programação Paralela e Distribuída

Matheus Cadorin Luca (18200644)

Vinícius Araujo (18205320)

**Compilação e execução**O código pode ser compilado usando o gcc com a biblioteca pthread. No terminal, use o seguinte comando**: gcc servidor\_final.c -o servidor\_final -lpthread**  
Após a compilação, o executável pode ser executado com: .**/servidor\_final**

**Estruturas de Dados e Threads**

Para desenvolver um sistema de operações bancárias multithread, implementamos duas estruturas principais:

* Conta: Representa uma conta bancária, com um identificador único e saldo.
* Requisição: Modela uma requisição de operação, contendo informações como tipo de operação, conta de origem, destino e valor.

Configuramos um número fixo de contas (NUM\_CONTAS) e uma fila limitada de requisições (MAX\_REQUISICOES). Para o processamento, utilizamos threads para simular operações simultâneas, como depósitos e transferências, garantindo um desempenho paralelo.

**Sincronização com Mutex e Variáveis de Condição**

Para garantir a segurança e consistência dos dados, adotamos uma estratégia de sincronização com pthread\_mutex\_t e pthread\_cond\_t:

* **Mutex para Contas (mutex\_contas)**: Esse mutex protege as operações de depósito e transferência, evitando que múltiplas threads alterem o saldo de uma mesma conta simultaneamente. Cada thread deve adquirir o mutex\_contas antes de acessar ou modificar o saldo e liberá-lo logo após.
* **Mutex e Variável de Condição para a Fila de Requisições (mutex\_fila e cond\_requisicao)**: A fila de requisições, sendo compartilhada entre várias threads, possui seu próprio mutex (mutex\_fila) para sincronizar o acesso aos índices de início e fim da fila. Além disso, utilizamos a variável de condição cond\_requisicao para coordenar as threads que consomem a fila. Dessa forma, se a fila estiver vazia, as threads esperam até que uma nova requisição seja adicionada.

**Funções de Operações Bancárias**

Implementamos duas funções principais para as operações nas contas:

* **Depósito** (deposito): Esta função realiza o depósito em uma conta específica. A sincronização é feita ao travar o mutex\_contas antes de modificar o saldo e liberar o mutex após a operação. Cada depósito é seguido por um breve atraso (com sleep) para simular o tempo de processamento.
* **Transferência** (transferencia): A transferência entre contas exige uma verificação adicional para confirmar saldo suficiente na conta de origem. A função trava o mutex\_contas durante todo o processo para garantir a consistência dos dados, e somente se os requisitos forem atendidos, o saldo é ajustado para ambas as contas.

**Estratégia de Encerramento**

Para controlar o tempo de execução, configuramos uma flag (encerrar) que, ao ser ativada, permite que as threads concluam suas operações e se encerrem de forma segura. Isso evita operações interrompidas e possíveis inconsistências ao final do processamento.

**Exemplo de saídas com suas diferentes parametrizações**

**PARÂMETROS:**

#define NUM\_THREADS 4

#define NUM\_CONTAS 10

#define MAX\_REQUISICOES 50

#define DURACAO\_EXECUCAO 20

clientes = 2

**SAÍDA:**

Operação 0: Transferencia de 91.50 da conta 6 para a conta 7

Operação 1: Transferencia de 49.20 da conta 5 para a conta 6

Operação 2: Transferencia de 2.70 da conta 1 para a conta 2

Operação 3: Deposito de 92.60 na conta 9. Novo saldo: 1092.60

Operação 4: Deposito de 73.60 na conta 6. Novo saldo: 1031.30

Operação 5: Transferencia de 42.90 da conta 8 para a conta 7

Operação 6: Deposito de 12.30 na conta 0. Novo saldo: 1012.30

Operação 7: Transferencia de 80.20 da conta 5 para a conta 9

Operação 8: Deposito de 16.70 na conta 8. Novo saldo: 973.80

Operação 9: Transferencia de 4.20 da conta 6 para a conta 1

Operação 10: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 1012.30

Conta 1: Saldo = 1001.50

Conta 2: Saldo = 1002.70

Conta 3: Saldo = 1000.00

Conta 4: Saldo = 1000.00

Conta 5: Saldo = 870.60

Conta 6: Saldo = 1027.10

Conta 7: Saldo = 1134.40

Conta 8: Saldo = 973.80

Conta 9: Saldo = 1172.80

Operação 11: Transferencia de 91.90 da conta 3 para a conta 1

Operação 12: Deposito de 32.40 na conta 7. Novo saldo: 1166.80

Operação 13: Transferencia de 52.60 da conta 0 para a conta 3

Operação 14: Transferencia de 87.30 da conta 0 para a conta 6

Operação 15: Deposito de 28.10 na conta 0. Novo saldo: 900.50

Operação 16: Transferencia de 32.70 da conta 5 para a conta 4

Operação 17: Deposito de 72.90 na conta 5. Novo saldo: 910.80

Operação 18: Transferencia de 89.50 da conta 7 para a conta 4

Operação 19: Deposito de 36.70 na conta 5. Novo saldo: 947.50

Operação 21: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 900.50

Conta 1: Saldo = 1093.40

Conta 2: Saldo = 1002.70

Conta 3: Saldo = 960.70

Conta 4: Saldo = 1122.20

Conta 5: Saldo = 947.50

Conta 6: Saldo = 1114.40

Conta 7: Saldo = 1077.30

Conta 8: Saldo = 973.80

Conta 9: Saldo = 1172.80

Operação 20: Deposito de 75.00 na conta 4. Novo saldo: 1197.20

Operação 22: Transferencia de 17.80 da conta 8 para a conta 6

Operação 23: Deposito de 65.10 na conta 4. Novo saldo: 1262.30

Operação 24: Deposito de 73.90 na conta 6. Novo saldo: 1206.10

Operação 25: Deposito de 1.20 na conta 9. Novo saldo: 1174.00

Operação 26: Deposito de 53.90 na conta 6. Novo saldo: 1260.00

Operação 27: Transferencia de 37.80 da conta 0 para a conta 4

Operação 28: Transferencia de 90.20 da conta 1 para a conta 7

Operação 29: Transferencia de 44.10 da conta 0 para a conta 6

Operação 30: Transferencia de 61.90 da conta 9 para a conta 4

Operação 31: Deposito de 11.70 na conta 9. Novo saldo: 1123.80

Operação 32: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 818.60

Conta 1: Saldo = 1003.20

Conta 2: Saldo = 1002.70

Conta 3: Saldo = 960.70

Conta 4: Saldo = 1362.00

Conta 5: Saldo = 947.50

Conta 6: Saldo = 1304.10

Conta 7: Saldo = 1167.50

Conta 8: Saldo = 956.00

Conta 9: Saldo = 1123.80

Operação 33: Transferencia de 96.50 da conta 3 para a conta 6

Operação 34: Deposito de 62.40 na conta 3. Novo saldo: 926.60

Operação 35: Deposito de 82.90 na conta 1. Novo saldo: 1086.10

Operação 36: Transferencia de 36.80 da conta 9 para a conta 0

Operação 37: Deposito de 14.90 na conta 5. Novo saldo: 962.40

Operação 38: Deposito de 24.50 na conta 3. Novo saldo: 951.10

Operação 39: Deposito de 55.50 na conta 1. Novo saldo: 1141.60

**PARÂMETROS:**

#define NUM\_THREADS 10

#define NUM\_CONTAS 10

#define MAX\_REQUISICOES 50

#define DURACAO\_EXECUCAO 20

clientes = 2

**SAIDA:**

Operação 0: Deposito de 41.90 na conta 9. Novo saldo: 1041.90

Operação 1: Transferencia de 48.60 da conta 6 para a conta 5

Operação 2: Deposito de 56.40 na conta 0. Novo saldo: 1056.40

Operação 3: Deposito de 46.80 na conta 4. Novo saldo: 1046.80

Operação 4: Deposito de 91.70 na conta 8. Novo saldo: 1091.70

Operação 5: Deposito de 26.40 na conta 8. Novo saldo: 1118.10

Operação 7: Deposito de 2.20 na conta 4. Novo saldo: 1049.00

Operação 6: Deposito de 97.30 na conta 1. Novo saldo: 1097.30

Operação 8: Transferencia de 26.30 da conta 0 para a conta 1

Operação 9: Deposito de 88.80 na conta 6. Novo saldo: 1040.20

Operação 10: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 1030.10

Conta 1: Saldo = 1123.60

Conta 2: Saldo = 1000.00

Conta 3: Saldo = 1000.00

Conta 4: Saldo = 1049.00

Conta 5: Saldo = 1048.60

Conta 6: Saldo = 1040.20

Conta 7: Saldo = 1000.00

Conta 8: Saldo = 1118.10

Conta 9: Saldo = 1041.90

Operação 11: Transferencia de 89.50 da conta 9 para a conta 4

Operação 12: Transferencia de 0.50 da conta 2 para a conta 6

Operação 13: Deposito de 74.60 na conta 7. Novo saldo: 1074.60

Operação 14: Transferencia de 55.50 da conta 2 para a conta 1

Operação 15: Transferencia de 38.60 da conta 3 para a conta 8

Operação 16: Transferencia de 15.90 da conta 0 para a conta 8

Operação 17: Deposito de 30.00 na conta 2. Novo saldo: 974.00

Operação 18: Deposito de 63.90 na conta 5. Novo saldo: 1112.50

Operação 19: Deposito de 81.90 na conta 7. Novo saldo: 1156.50

Operação 20: Transferencia de 47.20 da conta 3 para a conta 4

Operação 21: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 1014.20

Conta 1: Saldo = 1179.10

Conta 2: Saldo = 974.00

Conta 3: Saldo = 914.20

Conta 4: Saldo = 1185.70

Conta 5: Saldo = 1112.50

Conta 6: Saldo = 1040.70

Conta 7: Saldo = 1156.50

Conta 8: Saldo = 1172.60

Conta 9: Saldo = 952.40

Operação 22: Deposito de 80.70 na conta 8. Novo saldo: 1253.30

Operação 23: Transferencia de 31.80 da conta 1 para a conta 5

Operação 24: Transferencia de 37.60 da conta 5 para a conta 4

Operação 25: Transferencia de 87.90 da conta 3 para a conta 5

Operação 26: Transferencia de 52.50 da conta 9 para a conta 0

Operação 27: Transferencia de 29.10 da conta 3 para a conta 7

Operação 28: Deposito de 1.20 na conta 4. Novo saldo: 1224.50

Operação 29: Transferencia de 82.90 da conta 7 para a conta 6

Operação 30: Deposito de 86.10 na conta 6. Novo saldo: 1209.70

Operação 31: Deposito de 57.50 na conta 3. Novo saldo: 854.70

Operação 32: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 1066.70

Conta 1: Saldo = 1147.30

Conta 2: Saldo = 974.00

Conta 3: Saldo = 854.70

Conta 4: Saldo = 1224.50

Conta 5: Saldo = 1194.60

Conta 6: Saldo = 1209.70

Conta 7: Saldo = 1102.70

Conta 8: Saldo = 1253.30

Conta 9: Saldo = 899.90

Operação 33: Transferencia de 6.60 da conta 4 para a conta 3

Operação 34: Transferencia de 36.40 da conta 9 para a conta 6

Operação 35: Deposito de 68.50 na conta 8. Novo saldo: 1321.80

Operação 36: Transferencia de 67.30 da conta 8 para a conta 7

Operação 37: Deposito de 7.90 na conta 5. Novo saldo: 1202.50

Operação 38: Deposito de 81.70 na conta 3. Novo saldo: 943.00

Operação 39: Deposito de 97.20 na conta 1. Novo saldo: 1244.50

Operação 40: Deposito de 69.30 na conta 0. Novo saldo: 1136.00

Operação 41: Deposito de 79.50 na conta 2. Novo saldo: 1053.50

Operação 42: Transferencia de 54.20 da conta 6 para a conta 1

Operação 43: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 1136.00

Conta 1: Saldo = 1298.70

Conta 2: Saldo = 1053.50

Conta 3: Saldo = 943.00

Conta 4: Saldo = 1217.90

Conta 5: Saldo = 1202.50

Conta 6: Saldo = 1191.90

Conta 7: Saldo = 1170.00

Conta 8: Saldo = 1254.50

Conta 9: Saldo = 863.50

**PARÂMETROS:**

#define NUM\_THREADS 10

#define NUM\_CONTAS 10

#define MAX\_REQUISICOES 50

#define DURACAO\_EXECUCAO 20

clientes = 10

**SAIDA:**

Operação 0: Transferencia de 85.30 da conta 0 para a conta 9

Operação 1: Transferencia de 34.40 da conta 7 para a conta 4

Operação 2: Transferencia de 11.50 da conta 4 para a conta 1

Operação 3: Transferencia de 86.20 da conta 2 para a conta 3

Operação 4: Deposito de 93.70 na conta 4. Novo saldo: 1116.60

Operação 5: Deposito de 49.40 na conta 5. Novo saldo: 1049.40

Operação 6: Deposito de 36.40 na conta 3. Novo saldo: 1122.60

Operação 7: Transferencia de 39.90 da conta 3 para a conta 0

Operação 8: Transferencia de 54.60 da conta 0 para a conta 5

Operação 9: Transferencia de 97.80 da conta 9 para a conta 2

Operação 10: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 900.00

Conta 1: Saldo = 1011.50

Conta 2: Saldo = 1011.60

Conta 3: Saldo = 1082.70

Conta 4: Saldo = 1116.60

Conta 5: Saldo = 1104.00

Conta 6: Saldo = 1000.00

Conta 7: Saldo = 965.60

Conta 8: Saldo = 1000.00

Conta 9: Saldo = 987.50

Operação 11: Transferencia de 42.00 da conta 3 para a conta 5

Operação 12: Transferencia de 35.00 da conta 0 para a conta 2

Operação 13: Deposito de 36.50 na conta 1. Novo saldo: 1048.00

Operação 14: Deposito de 32.80 na conta 8. Novo saldo: 1032.80

Operação 15: Transferencia de 69.20 da conta 2 para a conta 3

Operação 16: Transferencia de 17.20 da conta 5 para a conta 4

Operação 17: Transferencia de 84.60 da conta 9 para a conta 8

Operação 18: Transferencia de 63.20 da conta 2 para a conta 4

Operação 19: Transferencia de 25.50 da conta 9 para a conta 5

Operação 20: Deposito de 17.60 na conta 9. Novo saldo: 895.00

Operação 21: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 865.00

Conta 1: Saldo = 1048.00

Conta 2: Saldo = 914.20

Conta 3: Saldo = 1109.90

Conta 4: Saldo = 1197.00

Conta 5: Saldo = 1154.30

Conta 6: Saldo = 1000.00

Conta 7: Saldo = 965.60

Conta 8: Saldo = 1117.40

Conta 9: Saldo = 895.00

Operação 22: Transferencia de 70.90 da conta 4 para a conta 1

Operação 23: Deposito de 44.70 na conta 2. Novo saldo: 958.90

Operação 24: Transferencia de 3.40 da conta 3 para a conta 2

Operação 25: Deposito de 52.70 na conta 6. Novo saldo: 1052.70

Operação 26: Transferencia de 53.40 da conta 9 para a conta 5

Operação 27: Deposito de 84.90 na conta 1. Novo saldo: 1203.80

Operação 28: Deposito de 31.40 na conta 6. Novo saldo: 1084.10

Operação 29: Transferencia de 10.10 da conta 4 para a conta 0

Operação 30: Transferencia de 30.60 da conta 0 para a conta 1

Operação 31: Transferencia de 92.70 da conta 5 para a conta 2

Operação 32: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 844.50

Conta 1: Saldo = 1234.40

Conta 2: Saldo = 1055.00

Conta 3: Saldo = 1106.50

Conta 4: Saldo = 1116.00

Conta 5: Saldo = 1115.00

Conta 6: Saldo = 1084.10

Conta 7: Saldo = 965.60

Conta 8: Saldo = 1117.40

Conta 9: Saldo = 841.60

Operação 33: Transferencia de 97.80 da conta 1 para a conta 6

Operação 34: Transferencia de 82.30 da conta 1 para a conta 5

Operação 35: Deposito de 30.60 na conta 4. Novo saldo: 1146.60

Operação 36: Deposito de 67.90 na conta 9. Novo saldo: 909.50

Operação 37: Deposito de 20.00 na conta 4. Novo saldo: 1166.60

Operação 38: Deposito de 68.90 na conta 2. Novo saldo: 1123.90

Operação 39: Deposito de 4.90 na conta 4. Novo saldo: 1171.50

Operação 40: Transferencia de 33.20 da conta 0 para a conta 8

Operação 41: Transferencia de 52.40 da conta 4 para a conta 1

Tempo de execução máximo atingido. Encerrando o programa...

Programa encerrado após 20 segundos de execução.

**PARAMETROS:**

#define NUM\_THREADS 2

#define NUM\_CONTAS 10

#define MAX\_REQUISICOES 50

#define DURACAO\_EXECUCAO 20

clientes = 10

**SAIDA:**

Operação 0: Deposito de 26.10 na conta 4. Novo saldo: 1026.10

Operação 1: Deposito de 37.90 na conta 3. Novo saldo: 1037.90

Operação 2: Deposito de 57.00 na conta 9. Novo saldo: 1057.00

Operação 3: Deposito de 12.00 na conta 1. Novo saldo: 1012.00

Operação 4: Deposito de 97.50 na conta 0. Novo saldo: 1097.50

Operação 5: Transferencia de 78.60 da conta 4 para a conta 6

Operação 6: Deposito de 88.60 na conta 1. Novo saldo: 1100.60

Operação 7: Transferencia de 32.40 da conta 1 para a conta 4

Operação 8: Deposito de 50.30 na conta 1. Novo saldo: 1118.50

Operação 9: Deposito de 38.10 na conta 1. Novo saldo: 1156.60

Operação 10: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 1097.50

Conta 1: Saldo = 1156.60

Conta 2: Saldo = 1000.00

Conta 3: Saldo = 1037.90

Conta 4: Saldo = 979.90

Conta 5: Saldo = 1000.00

Conta 6: Saldo = 1078.60

Conta 7: Saldo = 1000.00

Conta 8: Saldo = 1000.00

Conta 9: Saldo = 1057.00

Operação 11: Deposito de 62.60 na conta 8. Novo saldo: 1062.60

Operação 12: Transferencia de 68.70 da conta 1 para a conta 8

Operação 13: Deposito de 97.90 na conta 5. Novo saldo: 1097.90

Operação 14: Transferencia de 99.30 da conta 0 para a conta 5

Operação 15: Deposito de 87.10 na conta 7. Novo saldo: 1087.10

Operação 16: Deposito de 34.60 na conta 7. Novo saldo: 1121.70

Operação 17: Transferencia de 37.60 da conta 9 para a conta 3

Operação 18: Transferencia de 18.70 da conta 1 para a conta 3

Operação 19: Deposito de 21.80 na conta 9. Novo saldo: 1041.20

Operação 20: Transferencia de 99.70 da conta 2 para a conta 3

Operação 21: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 998.20

Conta 1: Saldo = 1069.20

Conta 2: Saldo = 900.30

Conta 3: Saldo = 1193.90

Conta 4: Saldo = 979.90

Conta 5: Saldo = 1197.20

Conta 6: Saldo = 1078.60

Conta 7: Saldo = 1121.70

Conta 8: Saldo = 1131.30

Conta 9: Saldo = 1041.20

Operação 22: Transferencia de 93.40 da conta 5 para a conta 8

Operação 23: Deposito de 5.10 na conta 6. Novo saldo: 1083.70

Operação 24: Deposito de 1.20 na conta 2. Novo saldo: 901.50

Operação 25: Transferencia de 2.60 da conta 3 para a conta 1

Operação 26: Transferencia de 72.60 da conta 6 para a conta 2

Operação 27: Transferencia de 72.80 da conta 7 para a conta 5

Operação 28: Deposito de 35.00 na conta 1. Novo saldo: 1106.80

Operação 29: Transferencia de 41.90 da conta 3 para a conta 7

Operação 30: Deposito de 86.30 na conta 8. Novo saldo: 1311.00

Operação 31: Deposito de 29.40 na conta 3. Novo saldo: 1178.80

Operação 32: Balanço geral:

Conta 0: Saldo = 998.20

Conta 1: Saldo = 1106.80

Conta 2: Saldo = 974.10

Conta 3: Saldo = 1178.80

Conta 4: Saldo = 979.90

Conta 5: Saldo = 1176.60

Conta 6: Saldo = 1011.10

Conta 7: Saldo = 1090.80

Conta 8: Saldo = 1311.00

Conta 9: Saldo = 1041.20

Operação 33: Deposito de 17.70 na conta 3. Novo saldo: 1196.50

Operação 34: Transferencia de 20.40 da conta 0 para a conta 6

Operação 35: Deposito de 86.50 na conta 8. Novo saldo: 1397.50

Operação 36: Deposito de 2.20 na conta 7. Novo saldo: 1093.00

Operação 37: Deposito de 4.60 na conta 3. Novo saldo: 1201.10

Operação 38: Transferencia de 81.70 da conta 2 para a conta 5

Tempo de execução máximo atingido. Encerrando o programa...

Operação 39: Deposito de 97.60 na conta 8. Novo saldo: 1495.10

Operação 40: Deposito de 13.40 na conta 7. Novo saldo: 1106.40

Programa encerrado após 20 segundos de execução.

**PARÂMETROS:**

#define NUM\_THREADS 2

#define NUM\_CONTAS 10

#define MAX\_REQUISICOES 50

#define DURACAO\_EXECUCAO 20

clientes = 10

tempo no sleep = 0,5 segundos

**SAÍDA:**Não coloquei toda a saida pois ficou com muito longo, porém a conclusão é o programa executa milhares de requisições mas em nenhum momento a operação de balanço é executada antes do que esperado.

**Análise**

O número de threads (NUM\_THREADS) e o número de clientes (clientes) influenciam diretamente a quantidade de requisições processadas em um determinado intervalo de tempo. Observamos que configurações com mais threads e clientes aumentam o volume de operações realizadas, o que beneficia cenários com alto volume de transações.  
Em todas as configurações, o sistema manteve um desempenho consistente, sem que a operação de balanço geral fosse executada antes do esperado. Isso demonstra que o sistema está bem projetado para lidar com várias requisições ao mesmo tempo sem comprometer a ordem das operações.