

RELATÓRIO TRABALHO 2 - MÉTODOS FORMAIS

Repositório do Trabalho: <https://github.com/luisEduardoBet/TrabalhoMFO2>

1. Descrição (Copiado do Enunciado):

Você recebeu um software em C++ que implementa um banco, e sua missão é encontrar e consertar bugs deste código. Você já escreveu uma especificação em *Quint* com as funcionalidades desse software, verificando propriedades relevantes e ajustando a especificação até que todas elas fossem satisfeitas (assim como fizemos no trabalho 1). Com isso, você consegue afirmar que o modelo está correto. Contudo, a sua missão é sobre o código, não sobre o modelo. Então, agora você precisa utilizar o modelo para aumentar a confiança no software em si. Não é possível, com testes, garantir que o modelo e o software correspondem 100%. Mas, quanto mais testes forem rodados, menor a chance de termos diferenças de comportamento. Conecte o modelo existente ao código existente com testes baseados em modelos. Para cada teste que falhar, ou seja, para cada execução onde o comportamento do modelo for diferente do comportamento do código, ajuste o código para que o teste passe a suceder.

2. Estruturação dos Testes:

Inicialmente, para a estruturação dos testes, todas as ações que o sistema poderia executar em cada estado foram conectadas ao código C++. Simultaneamente, utilizou-se a variável **error** para armazenar os possíveis erros retornados pelo código, com o objetivo de permitir comparações posteriores com os erros produzidos pelo modelo em Quint.

Para comparar os resultados produzidos pelo código em C++ com os gerados pelo modelo em Quint, foi criada a função **printBankMap**, cuja função é exibir, em cada estado, os valores das variáveis essenciais do banco (presentes em um mapa). Durante os testes, comparou-se o erro previsto pelo modelo (erro esperado) com o erro devolvido pelo código C++ e, sempre que surgia alguma divergência, analisavam-se os valores impressos das variáveis de estado do modelo e do código para localizar a causa do problema e corrigi-la no código.

Essas implementações descritas podem ser visualizadas nos commits:

- [910ae48](#)
- [85c5cdf](#) - Ajuste feito para melhorar a visualização do mapa “printado”.

3. Correções:

Conforme descrito na Seção 2, o processo de correção consistia na comparação entre o erro emitido pelo código e o erro esperado. Caso houvesse divergência (ex.

um dos lados emitir erro e o outro não), analisava-se a saída impressa contendo os mapas de estado e a ação executada, a fim de identificar a causa do problema e realizar os ajustes necessários no código.

Segue as correções realizadas ao longo dos testes:

- [ebd8768](#) → Montante deve ser maior que zero ao comprar um investimento;

```
ACTION: buy_investment (Charlie,-25)
-----Current-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:25},]
investments: [ {0,Charlie,-25},]
next_id: 1

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 0

-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: Amount should be greater than zero
```

Figura 1: Print do erro emitido antes de realizar a correção ([ebd8768](#)).

- [eb785f3](#) → Montante sacado deve ser menor ou igual ao saldo da conta;

```
ACTION: withdraw (Alice,12)
-----Current-----
balances: [ {Alice:-12},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 0

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 0

-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: Balance is too low
```

Figura 2: Print do erro emitido antes de realizar a correção ([eb785f3](#)).

- [89ce014](#) → Montante deve ser maior que zero ao realizar uma transferência;

```

ACTION: transfer(Alice,Bob,-41)
-----Current-----
balances: [ {Alice:41},{Bob:-41},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 0

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 0
-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: Amount should be greater than zero

```

Figura 3: Print do erro emitido antes de realizar a correção (89ce014).

- [fec7501](#) → Montante enviado em uma transferência deve ser menor ou igual ao saldo da conta de quem está enviando;

```

ACTION: transfer(Bob,Alice,41)
-----Current-----
balances: [ {Alice:41},{Bob:-41},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 0

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 0
-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: Balance is too low

```

Figura 4: Print do erro emitido antes de realizar a correção (fec7501).

- [3b8fe0a](#) → Um investimento não pode ser vendido sem ter sido comprado;

```

ACTION: sell_investment (Bob,3)
-----Current-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:69},]
investments: [ {3,,0},]
next_id: 0

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:69},]
investments: [ ]
next_id: 0
-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: No investment with this id

```

Figura 5: Print do erro emitido antes de realizar a correção (3b8fe0a).

- [d576baa](#) → Montante deve ser menor ou igual ao saldo da conta ao comprar um investimento;

```

ACTION: buy_investment (Bob,7)
-----Current-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:-7},{Charlie:69},]
investments: [ { id:0, owner:Bob, amount:7},]
next_id: 1

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:69},]
investments: [ ]
next_id: 0
-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: Balance is too low

```

Figura 6: Print do erro emitido antes de realizar a correção (*d576baa*).

- [353d058](#) → Montante deve ser maior que zero ao realizar um depósito;

```

ACTION: deposit(Bob,-4)
-----Current-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:-4},{Charlie:40},]
investments: [ ]
next_id: 0

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:40},]
investments: [ ]
next_id: 0
-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: Amount should be greater than zero

```

Figura 7: Print do erro emitido antes de realizar a correção (*353d058*).

- [0cbb45f](#) → Montante sacado deve ser maior que zero;

```

ACTION: withdraw (Bob,-13)
-----Current-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:13},{Charlie:67},]
investments: [ ]
next_id: 0

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:0},{Charlie:67},]
investments: [ ]
next_id: 0
-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: Amount should be greater than zero

```

Figura 8: Print do erro emitido antes de realizar a correção (0cbb45f).

- [b7d6e4f](#) → Um investimento só pode ser vendido pelo seu dono.

```

ACTION: sell_investment (Alice,0)
-----Current-----
balances: [ {Alice:30},{Bob:5},{Charlie:14},]
investments: [ { id:0, owner:Charlie, amount:30},]
next_id: 1

-----Expected-----
balances: [ {Alice:0},{Bob:5},{Charlie:14},]
investments: [ { id:0, owner:Charlie, amount:30},]
next_id: 1
-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: Seller can't sell an investment they don't own

```

Figura 9: Print do erro emitido antes de realizar a correção (b7d6e4f).

- [feafb28](#) → Um investimento vendido deve ser removido da lista de investimentos ativos;

```

ACTION: sell_investment (Alice,0)
-----Current-----
balances: [ {Alice:84},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ { id:0, owner:Alice, amount:72},]
next_id: 1

-----Expected-----
balances: [ {Alice:84},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 1

```

Figura 10: Origem do erro.

```
ACTION: sell_investment (Alice,0)
-----Current-----
balances: [ {Alice:156},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ { id:0, owner:Alice, amount:72},]
next_id: 1

-----Expected-----
balances: [ {Alice:84},{Bob:0},{Charlie:0},]
investments: [ ]
next_id: 1
-----ERRORS -----
Error:
Expected Error: No investment with this id
```

Figura 11: Print do erro emitido antes de realizar a correção (*feafb28*).

OBS: As mensagens dos commits descrevem o problema que buscou-se resolver. Isso pode ser visualizado no repositório presente no Github.