



Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Engenharia de Software

# **Ferramenta Multiparadigma para o Mercado de Moedas apoiada por Métodos Matemáticos**

Autor: Cleiton da Silva Gomes, Vanessa Barbosa Martins

Orientador: Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano

Brasília, DF

2014





Cleiton da Silva Gomes, Vanessa Barbosa Martins

# **Ferramenta Multiparadigma para o Mercado de Moedas apoiada por Métodos Matemáticos**

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia de Software).

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano

Coorientador: Dr. Ricardo Matos Chaim

Brasília, DF

2014

---

Cleiton da Silva Gomes, Vanessa Barbosa Martins

Ferramenta Multiparadigma para o Mercado de Moedas apoiada por Métodos Matemáticos/ Cleiton da Silva Gomes, Vanessa Barbosa Martins. – Brasília, DF, 2014-

40 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA , 2014.

1. Forex. 2. Paradigmas de Programação. I. Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Ferramenta Multiparadigma para o Mercado de Moedas apoiada por Métodos Matemáticos

CDU 02:141:005.6

---

Cleiton da Silva Gomes, Vanessa Barbosa Martins

## **Ferramenta Multiparadigma para o Mercado de Moedas apoiada por Métodos Matemáticos**

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia de Software).

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 01 de junho de 2013:

---

**Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano**  
Orientador

---

**Dr. Ricardo Matos Chaim**  
Coorientador

---

**Titulação e Nome do Professor**  
**Convidado 01**  
Convidado 1

---

**Titulação e Nome do Professor**  
**Convidado 02**  
Convidado 2

Brasília, DF  
2014



**A dedicatória é opcional. Caso não deseje uma, deixar todo este arquivo em  
branco.**

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,  
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*





# Agradecimentos

A inclusão desta seção de agradecimentos é opcional, portanto, sua inclusão fica a critério do(s) autor(es), que caso deseje(em) fazê-lo deverá(ão) utilizar este espaço, seguindo a formatação de *espaço simples e fonte padrão do texto (arial ou times, tamanho 12 sem negritos, aspas ou itálico*.

**Caso não deseje utilizar os agradecimentos, deixar toda este arquivo em branco.**



*“Sei que o meu trabalho é uma gota no oceano, mas sem ele,  
o oceano seria menor.”  
(Madre Teresa de Calcutá)*



# Resumo

Faze-lo ao fim de toda a escrita.

**Palavras-chaves:** FOREX, Paradigmas de Programação, Qualidade de Software, Métodos Numéricos.



# Abstract

This is the english abstract.

**Key-words:** latex. abntex. text editoration.





# Lista de ilustrações

Figura 1 – Reta de Suporte. . . . .	31
Figura 2 – Reta de Resistência. . . . .	37
Figura 3 – Equação da reta Mínimos Quadrados. . . . .	37
Figura 4 – Classificação da Correlação Linear. . . . .	37
Figura 5 – Determinação da Correlação Linear. . . . .	38
Figura 6 – Fórmula de Fibonacci sem uso de recorrência. . . . .	38
Figura 7 – Arquitetura de von Neumann. . . . .	38



## Lista de tabelas



# Lista de abreviaturas e siglas

Fig.            Area of the  $i^{th}$  component

456            Isto é um número

123            Isto é outro número

lauro cesar    este é o meu nome



# Lista de símbolos

$\Gamma$	Letra grega Gama
$\Lambda$	Lambda
$\zeta$	Letra grega minúscula zeta
$\in$	Pertence





# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>25</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b>	<b>25</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema de Pesquisa</b>	<b>25</b>
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b>	<b>25</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos</b>	<b>26</b>
1.4.1	Objetivo Geral	26
1.4.2	Objetivos Específicos	26
<b>1.5</b>	<b>Organização do Trabalho</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>29</b>
<b>2.1</b>	<b>Contexto Financeiro</b>	<b>29</b>
2.1.1	Mercado de Moedas	29
2.1.2	Alavancagem	30
2.1.3	Suporte	30
2.1.4	Resistência	31
<b>2.2</b>	<b>Métodos Matemáticos</b>	<b>31</b>
2.2.1	Método de Mínimos Quadrados	32
2.2.2	Método de Correlação Linear	33
2.2.3	Método de Fibonacci	34
<b>2.3</b>	<b>Paradigmas de Programação</b>	<b>34</b>
2.3.1	Paradigma Procedural	34
2.3.2	Paradigma Orientado a Objetos	36
	<b>Referências</b>	<b>39</b>



# 1 Introdução

Este capítulo aborda o contexto, o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e como o trabalho está organizado.

## 1.1 Contextualização

O Mercado de Moedas é constituído por transações entre as corretoras que operam no mesmo e são negociados, diariamente, contratos representando volume total entre 1 e 3 trilhões de dólares. É possível operar nesse mercado de forma manual ou automatizada (CVM, 2009).

No contexto de operações automatizadas, no Mercado de Moedas estão inseridos os produtos de software conhecidos como Experts, que processam métodos numéricos para gerar critérios de entrada e saída para comprar ou vender nesse mercado.

## 1.2 Problema de Pesquisa

Este TCC procurará responder a seguinte questão: é possível desenvolver uma ferramenta multiparadigma que substitua os Experts convencionais do Mercado de Moedas?

## 1.3 Justificativa

Operar no Mercado de Moedas de forma manual é muito arriscado e, portanto, não recomendado, uma vez que esse mercado é não previsível, o que pode provocar a perda do capital de um investidor em apenas alguns minutos. Em diversas situações, o mercado varia as cotações em apenas um minuto, sendo que a mesma variação pode ser feita durante horas. Para contornar esse problema, a plataforma MetaTrader<sup>1</sup> oferece as linguagens MQL4 (Paradigma Estruturado) e MQL5 (Paradigma Orientado a Objetos) para construir Experts que operem de forma automatizada.

A plataforma MetaTrader não oferece suporte de ferramentas de teste unitário para as linguagens MQL4 e MQL5. Após implementar um Expert, não é possível implementar testes de unidade para verificar se as instruções programadas estão de acordo com o esperado. A única forma de verificar se o Expert está seguindo as estratégias programadas é usar uma conta real ou demo na plataforma e operar durante um período específico de tempo.

---

<sup>1</sup> [http : //www.metatrader4.com/](http://www.metatrader4.com/)

Não foi possível encontrar na literatura investigada até o momento ferramentas que realizem a análise estática de código fonte em MQL4 e MQL5. Portanto, torna-se difícil obter uma análise de critérios de aceitabilidade (ou orientada a métricas) no nível de código fonte dos Experts programados nessas linguagens.

Adicionalmente, o código da plataforma MetaTrader é fechado. Dessa forma, não é possível a colaboração da comunidade de desenvolvedores no que tange a evolução das funcionalidades da ferramenta anteriormente.

Diante das preocupações acordadas até o momento, acredita-se que o desenvolvimento de uma ferramenta de código aberto para investimento no Mercado de Moedas, orientada a modelos conceituais de diferentes Paradigmas de Programação bem como às boas práticas da Engenharia de Software como um todo, irá conferir ao investidor maior segurança e conforto em suas operações. Portanto, a ferramenta proposta será implementada em diferentes linguagens de programação, padrões de projeto adequados, testes unitários orientados à uma abordagem multiparadigmas e análise qualitativa de código fonte. Um Expert (implementado em linguagem MQL4 ou MQL5) ou um conjunto de Experts serão substituídos pela ferramenta. Nesse último caso, a ferramenta terá a propriedade de controlar e/ou monitorar um ou mais Experts.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta multiparadigma para operar de forma semi-automatizada no Mercado de Moedas.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

Considerando o Mercado de Moedas e os Paradigmas de Programação Estruturado, Orientado a Objetos, Funcional, Lógico e Multiagentes, são objetivos específicos desse TCC:

1. Selecionar Métodos Matemáticos para serem implementados na ferramenta MVC através de um protocolo de experimentação;
2. Caracterizar as implementações dos códigos da ferramenta MVC através dos Paradigmas de Programação;
3. Comparar resultados financeiros obtidos pelo código no Paradigma Estruturado com códigos produzidos nos demais Paradigmas;

4. Realizar análise estática do código fonte dos produtos de software a partir de métricas de qualidade previamente definidas;
5. Apurar a cobertura de código por meio de ferramentas que implementam testes unitários nos Paradigmas Estruturado (linguagem C), Multiagentes (linguagem Java), Lógico (linguagem Prolog) e Funcional (linguagem Haskell);
6. Desenvolver testes de integrações e funcionais para a ferramenta MVC.

## 1.5 Organização do Trabalho

No capítulo 2, é apresentado o Referencial Teórico quanto ao Contexto Financeiro, Métodos Numéricos e aos Paradigmas de Programação. No Contexto Financeiro são tratados os atributos atrelados ao Mercado de Moedas como alavancagem, suporte e resistência. Em Métodos Numéricos, é realizada uma descrição dos métodos de Fibonacci, Correlação de Pearson e Mínimos Quadrados. Em Paradigmas de Programação são descritos os paradigmas: Estruturado, Orientado a Objetos, Lógico, Funcional e Multiagentes. Em Testes de Software, são evidenciados quais os tipos de testes serão utilizados neste TCC e também quais linguagens terão testes. Por fim, em Qualidade de Software são externalizadas as métricas de qualidade de código fonte, critérios para interpretação das métricas e ferramentas de análise estática.



## 2 Referencial teórico

O referencial teórico revela o momento de levantar o embasamento teórico sobre o tema de pesquisa. No contexto desse TCC, faz-se necessário, dentro de outros aspectos, pesquisar sobre os entendimentos existentes do problema de pesquisa e analisar quais mecanismos devem ser adotados para se propor uma solução ([BELCHIOR, 2012](#)).

O referencial teórico deste TCC irá levantar o embasamento teórico sobre Contexto Financeiro, Métodos Matemáticos, Paradigmas de Programação e Testes estáticos/dinâmicos para que seja possível propor uma solução para o problema de pesquisa.

### 2.1 Contexto Financeiro

Esta seção irá tratar os atributos aliados ao contexto financeiro como Alavancagem, Suporte e Resistência. Esses atributos são insumos para que se possa compreender melhor a dinâmica das estratégias para negociação no Mercado de Moedas.

#### 2.1.1 Mercado de Moedas

Mercado de Moedas ou FOREX (abreviatura de Foreign Exchange) é um mercado interbancário onde as várias moedas do mundo são negociadas. O FOREX foi criado em 1971, quando a negociação internacional transitou de taxas de câmbio fixas para flutuantes. Com o resultado do seu alto volume de negociações, o Mercado de Moedas tornou-se o principal mercado financeiro do mundo ([MARKET, 2011](#)).

A operação no Mercado de Moedas envolve a compra de uma moeda e a simultânea venda de outra. As moedas são negociadas em pares, por exemplo: euro e dólar (EUR-USD). O investidor não compra ou vende euro e dólares fisicamente, mas existe uma relação monetária de troca entre eles. O FOREX é um mercado em que são negociados, portanto, derivativos de moedas. O investidor é remunerado pelas diferenças entre a valorização (se tiver comprado) ou desvalorização (se tiver vendido) destas moedas ([CVM, 2009](#), p. 3).

O Mercado de Moedas é descentralizado, pois as operações são realizadas por vários participantes do mercado em vários locais. É raro uma moeda manter uma cotação constante em relação a outra moeda. O câmbio entre duas moedas muda constantemente ([FXCM, 2011](#), p. 5).

O Mercado de Moedas é constituído por transações entre as corretoras que operam no mesmo e são negociados, diariamente, contratos representando volume total entre 1 e

3 trilhões de dólares. As transações são realizadas diretamente entre as partes (investidor e corretora) por telefone e sistemas eletrônicos, desde que tenham conexão à internet. As operações ocorrem 24 horas por dia, durante 5 dias da semana (abrindo às 18h no domingo e fechando às 18h na sexta; horário de Brasília), negociando os principais pares de moedas, ao redor do mundo (CVM, 2009, p. 4).

### 2.1.2 Alavancagem

Alavancagem no contexto de mercado, deriva do significado de alavanca na Física, relacionado com a obtenção de um resultado final maior do que ao esforço empregado (DANTAS; MEDEIROS; LUSTOSA, 2006, p. 3).

O conceito de alavancagem é similar ao conceito de alavanca comumente empregado em física. Por meio da aplicação de uma força pequena no braço maior da alavanca, é possível mover um peso muito maior no braço menor da alavanca (BRUNI; FAMÁ, 2011, p. 232).

A Alavancagem possui a propriedade de gerar oportunidades financeiras para empresas que possuem indisponibilidade de recursos internos e/ou próprios (ALBUQUERQUE, 2013, p 13).

No mercado FOREX, o investidor pode negociar contratos de taxas de câmbio e usar a Alavancagem para aumentar suas taxas de lucro. Se o investidor, por exemplo, realizar uma operação de compra apostando 0.01 por ponto e o mercado subir 1000 pontos, ele ganha 10 dólares (0.001x1000). Usando a técnica de Alavancagem, o investidor pode realizar a mesma operação de compra colocando sua operação alavancada a 1.0, realizando o lucro de 1000 dólares (1.0x1000) (EASYFOREX, 2014).

### 2.1.3 Suporte

Segundo MATSURA (2006, p. 22), Suporte é o nível de preço no qual a pressão compradora supera a vendedora e interrompe o movimento de baixa. Pode-se identificar o Suporte por uma linha reta horizontal conforme a figura 1.

Suporte é uma região gráfica que após uma queda, os preços param e reverterem no sentido contrário. É uma área em que os investidores tendem a comprar (DEBASTINI, 2008, p 97).

Os níveis de Suporte indicam as cotações em que os investidores acreditam que vão subir. À medida em que as cotações se deslocam para a zona de Suporte, os investidores estão mais confiantes para comprar (COLLINS et al., 2012).



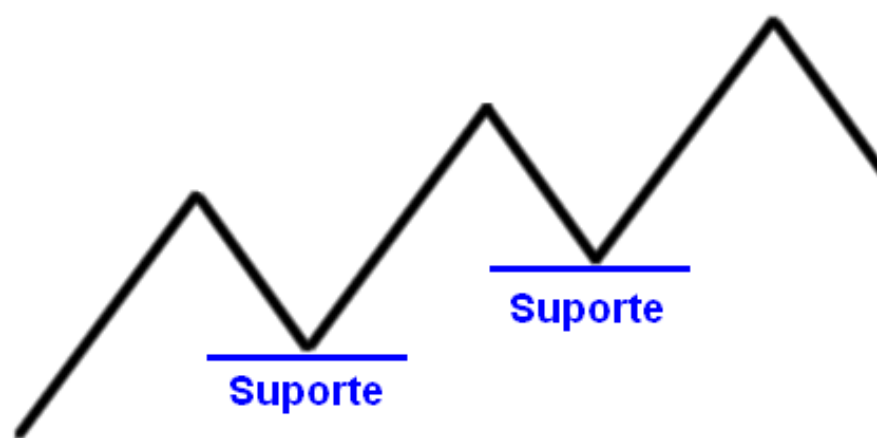


Figura 1 – Reta de Suporte.

Fonte: [MATSURA \(2006, p. 22\)](#).

#### 2.1.4 Resistência

Resistência é a região do gráfico em que após um movimento de alta, os preços param e reverterem no sentido contrário. É um ponto em que os investidores tendem a vender para ter o maior lucro possível ([DEBASTINI, 2008, p. 98](#)).

Segundo [MATSURA \(2006, p. 23\)](#), Resistência representa o nível de preço no qual a pressão vendedora supera a compradora e interrompe o movimento de alta. A Resistência é identificada por uma linha reta horizontal, conforme a figura 2.

A Resistência indica os níveis das cotações em que os investidores acreditam que as mesmas vão descer. À medida que as cotações se deslocam para a zona de Resistência, os investidores estão mais confiantes para vender ([COLLINS et al., 2012](#)).

## 2.2 Métodos Matemáticos

Métodos Matemáticos é qualquer método que se utiliza da matemática para resolver um problema. É possível citar alguns exemplos desses métodos como equações polinomiais, identidades trigonométricas, geometria coordenada, frações parciais, expansões binomiais, entre outros ([RILEY; HOBSON; BENCE, 2011](#)).

Métodos Matemáticos são aplicados a área de finanças. Cálculo e álgebra linear são fundamentais para o estudo de matemática financeira e ajuda a compreender a dinâmica de mercado ([KONIS, 2014](#)).

Este capítulo irá abordar sobre os Métodos Matemáticos de Mínimos Quadrados,

Fibonacci e Correlação Linear de Pearson.

### 2.2.1 Método de Mínimos Quadrados

O método de Mínimos Quadrados determina o valor mais provável de quantidades não conhecidas em que a soma dos quadrados das diferenças entre valores observados e computados é mínimo (INÁCIO, 2010, p. 72).

Usa-se o método de Mínimos Quadrados para determinar a melhor linha de ajuste que passa mais perto de todos os dados coletados, no intuito de obter a melhor linha de ajuste, de forma que minimize as distâncias entre cada ponto de consumo (DIAS, 1985, p. 46).

A aplicação do método de Mínimos Quadrados visa deduzir a melhor estimativa de mensurações de  $n$  medições idênticas (em condições de “repetitividade”) e não idênticas (em condições de “reprodutividade”). Dessa forma o peso estatístico de um resultado é definido (VUOLO, 1996, p. 149).

O desvio vertical do ponto:

$$(x_i, y_i) \quad (2.1)$$

da reta:

$$Y = B0 + B1 * X_i \quad (2.2)$$

é a altura do ponto menos altura da reta. A soma dos desvios quadrados verticais dos pontos:

$$(x_1, y_1) \dots (x_i, y_i) \quad (2.3)$$

à reta é portanto:

$$f(B0, B1) = \sum y_i - (B0 + B1 * X_i)^2 \quad (2.4)$$

$$0 \leq i < \infty \quad (2.5)$$

As estimativas pontuais de  $C0$  e  $C1$ , representadas por  $K0$  e  $K1$  e denominadas estimativa de Mínimos Quadrados, são aquelas que minimizam  $f(B0, B1)$ . Em suma, para qualquer  $B0$  e  $B1$ ,  $K0$  e  $K1$  são tais que:

$$f(K0, K1) \leq f(B0, B1) \quad (2.6)$$

A reta de Regressão Estimativa ou de Mínimos Quadrados é, por conseguinte, a reta cuja equação é :

$$Y = K0 + K1X \quad (2.7)$$

Como mostrado na figura 3 (DEVORE, 2006, p. 441).

### 2.2.2 Método de Correlação Linear

Em estudos que envolvem duas ou mais variáveis, é comum o interesse em conhecer o relacionamento entre elas, além das estatísticas descritivas normalmente calculadas. A medida que mostra o grau de relacionamento entre as variáveis é chamada de Coeficiente de Correlação ou Correlação Linear ou Correlação Linear de Pearson. A Correlação Linear também é conhecida como medida de associação, interdependência, intercorrelação ou relação entre as variáveis (LIRA, 2004, p. 62).

O Coeficiente de Correlação Linear de Pearson ( $r$ ) é uma estatística utilizada para medir força, intensidade ou grau de relação linear entre duas variáveis aleatórias (FERREIRA, 2009, p. 664).

Segundo (LOPES, 2005, p. 134), a Correlação Linear indica a relação entre duas variáveis. De modo a interpretar o coeficiente de correlação ( $r$ ), podem ser utilizados os seguintes critérios para classificar os resultados obtidos:

- De 0 a 0,50: fraca correlação;
- De 0,51 a 0,84: moderada correlação;
- A partir de 0,85: forte correlação.

Segundo Regra (2010, p. 47) a Correlação Linear revela o grau de associação entre duas variáveis aleatórias. A dependência de duas variáveis  $X$  e  $Y$  é dada pelo Coeficiente de Correlação Amostral, conhecido também por coeficiente  $r$ -de-Pearson. Designa-se, normalmente, por  $r$  e é determinado de acordo com a figura 5

Segundo VIALI (2009, p. 8) as propriedades mais importantes do Coeficiente de Correlação são:

1. O intervalo de variação vai de -1 a +1.
2. O coeficiente é uma medida adimensional, isto é, independente das unidades de medida das variáveis  $X$  e  $Y$ .
3. Quanto mais próximo de +1 for “ $r$ ”, maior o grau de relacionamento linear positivo entre  $X$  e  $Y$ , ou seja, se  $X$  varia em uma direção,  $Y$  variará no mesmo sentido.
4. Quanto mais próximo de -1 for “ $r$ ”, maior o grau de relacionamento linear negativo entre  $X$  e  $Y$ , isto é, se  $X$  varia em um sentido,  $Y$  variará na direção inversa.
5. Quanto mais próximo de zero estiver “ $r$ ”, menor será o relacionamento linear entre  $X$  e  $Y$ . Um valor igual a zero indicará ausência apenas de relacionamento linear.

A análise da Correlação Linear fornece um número, indicando como duas variáveis variam conjuntamente e mede a intensidade e a direção da relação linear ou não-linear entre duas variáveis. Essa análise também é um indicador que atende à necessidade de estabelecer a existência ou não de uma relação entre essas variáveis sem que, para isso, seja preciso o ajuste de uma função matemática. Em suma, o grau de variação conjunta entre X e Y é igual ao de Y e X (LIRA, 2004, p. 65).

### 2.2.3 Método de Fibonacci

A sucessão ou sequência de Fibonacci é uma sequência de números naturais, na qual os primeiros dois termos são 0 e 1, e cada termo subsequente corresponde à soma dos dois precedentes. A sequência tem o nome do matemático pisano do século XIII Leonardo de Pisa, conhecido como Leonardo Fibonacci, e os termos são chamados números de Fibonacci. Os números de Fibonacci compõem a seguinte sequência de números inteiros: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, ..., (GAGLIARDI, 2013, p. 6).

Devido a sequência de Fibonacci ser recursiva, é possível determinar uma fórmula capaz de encontrar o valor de qualquer número de Fibonacci,  $F_n$ , se seu lugar na sequência,  $n$ , for conhecido. Esta propriedade garante que para obter todas as soluções da equação recursiva de Fibonacci:  $F_{n+1} = F_{n-1} + F_n$ , para qualquer  $n > 1$  (ALVES., 2012, p. 12).

Segundo Rocha (2008, p. 32), a fórmula de Fibonacci, sem uso da recorrência, é dada de acordo com a figura 6. Essa fórmula também é conhecida como fórmula de Binet.

## 2.3 Paradigmas de Programação

A palavra paradigma significa aquilo que pode ser utilizado como padrão, de forma que é um modelo a ser seguido (?). Segundo Normak (2013) Kurt Normark (2013), professor da Universidade de Aalborg na Dinamarca, paradigma de programação é um padrão que serve como uma escola de pensamentos para a programação de computadores.

Uma linguagem de programação multiparadigma é uma linguagem de programação que suporta mais de um paradigma de programação. O objetivo de tais linguagens é permitir que programadores usem a melhor ferramenta para o trabalho, admitindo que nenhum paradigma resolve todos os problemas da maneira mais fácil ou mais eficiente (PAQUET; MOKHOV, 2010, p. 21). Seguem noções preliminares sobre cada paradigma, os quais serão investigados ao longo desse TCC.

### 2.3.1 Paradigma Procedural

Programação procedural é um paradigma de programação, derivado da programação estruturada, com base no conceito da chamada de procedimento. Procedimentos,

também conhecidos como rotinas, sub-rotinas, métodos ou funções, contêm uma série de passos computacionais a serem realizados. Qualquer procedimento pode ser chamado a qualquer momento durante a execução de um programa, inclusive por outros procedimentos ou a si mesmo (PAQUET; MOKHOV, 2010, p. 22).

A linguagem de programação procedural fornece ao programador um meio de definir com precisão cada passo na execução de uma tarefa e é muitas vezes uma escolha melhor em situações que envolvem complexidade moderada ou que requerem significativa facilidade de manutenção (PAQUET; MOKHOV, 2010, p. 22).

As linguagens procedurais foram desenvolvidas em torno da arquitetura de computadores prevalentes na época, chamada de arquitetura von Neumann, criada pelo matemático húngaro John von Neumann (SEBESTA, 2012, p. 18).

Em um computador de von Neumann, ambos os dados e programas são armazenados na mesma memória. A unidade central de processamento (CPU), que executa as instruções, é separada da memória. Portanto, as instruções e os dados devem ser transmitidos da memória para a CPU. Os resultados das operações na CPU devem ser devolvidos à memória, conforme ilustra a figura 7.

Devido ao uso da arquitetura de von Neumann, os recursos centrais das linguagens imperativas são as variáveis, as quais modelam as células de memória, as instruções de atribuição, baseadas na operação de canalização (piping) e na forma interativa de repetição, o método mais eficiente dessa arquitetura. A iteração é rápida nos computadores de von Neumann uma vez que as instruções são armazenadas em células adjacentes da memória. Esta eficiência desencoraja o uso de recursão para repetição, embora a recursão seja frequentemente mais natural (SEBESTA, 2012, p. 18).

Linguagens imperativas contêm variáveis e valores inteiros, operações aritméticas básicas, comandos de atribuição, sequenciamentos de comandos baseados em memórias, condições e comandos de ramificação. Essas linguagens suportam determinadas características comuns, que surgiram com a evolução do paradigma, tais como: estruturas de controle, entrada/saídas, manipulação de exceções e erros, abstração procedural, expressões e atribuição, e suporte de biblioteca para estruturas de dados (TUCKER; NOONAN, 2009, p. 278-279).

Fortran (FORMula TRANslation) foi a primeira linguagem de alto nível a ganhar ampla aceitação, sendo esta uma linguagem imperativa. Projetada para aplicações científicas, essa linguagem conta com notação algébrica, tipos, subprogramas e entrada/saída formatada. Foi implementada em 1956 por John Backus na IBM especificamente para a máquina IBM 704. A execução eficiente foi uma grande preocupação, consequentemente, sua estrutura e comandos têm muito em comum com linguagens de montagem (BROOKSHEAR, 2003, p. 458).

Outra linguagem de programação é o C [Ritchie \(1996\)](#), um dos criadores da linguagem, ela se tornou uma linguagem dominante na década de 90. Seu sucesso deve-se ao sucesso do Unix, um sistema operacional implementado em C.

Apesar de alguns aspectos misteriosos para o iniciante e ocasionalmente até mesmo para o adepto, a linguagem C permanece uma simples e pequena linguagem, traduzível com simples e pequenos compiladores. Seus tipos e operações são bem fundamentados naquelas fornecidas por máquinas reais, e para pessoas que usam o OO computador para trabalhar, aprender a linguagem para gerar programas em tempo – e espaço – eficientes não é difícil. Ao mesmo tempo a linguagem é suficientemente abstrata dos detalhes da máquina de modo que a portabilidade de programa pode ser alcançada ([RITCHIE, 1996](#)).

### 2.3.2 Paradigma Orientado a Objetos

Um objeto é a abstração de uma "coisa"(alguém ou algo), e esta abstração é expressa com a ajuda de uma linguagem de programação. A coisa pode ser um objeto real, ou algum conceito mais complicado. Tomando um objeto comum, como um gato, por exemplo, você pode ver que ele tem certas características (cor, nome, peso) e pode executar algumas ações (miar, dormir, esconder, fugir). As características do objeto são chamados de propriedades em Orientação a Objetos (OO) e as ações são chamadas de métodos.



Figura 2 – Reta de Resistência.

Fonte: MATSURA (2006, p. 23)

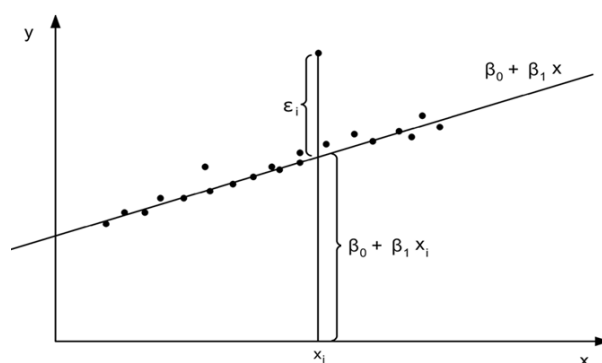


Figura 3 – Equação da reta Mínimos Quadrados.

Fonte: Devore (2006, p. 443).

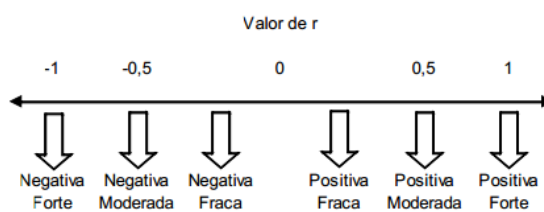


Figura 4 – Classificação da Correlação Linear.

Fonte: Lopes (2005, p. 134).

$$r = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{s_X \cdot s_Y}$$

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n XY}{n} - \bar{X} \bar{Y} ,$$

$$s_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k f_i (X_i - \bar{X})^2}{n}} \text{ e } s_Y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k f_i (Y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

Figura 5 – Determinação da Correlação Linear.

Fonte: [Regra \(2010\)](#).

$$F_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left( \left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n \right)$$

Figura 6 – Fórmula de Fibonacci sem uso de recorrência.

Fonte: [Rocha \(2008, p. 32\)](#).

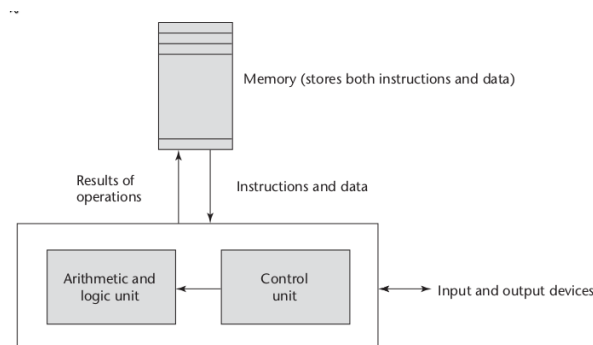


Figura 7 – Arquitetura de von Neumann.

Fonte: ([SEBESTA, 2012, p. 19](#)).



## Referências

- ALBUQUERQUE, A. A. *Alavancagem Financeira e Investimento*. Monografia (Especialização) — Faculdade de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Citado na página 30.
- ALVES., T. *Um Passeio na Sequência de Fibonacci*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Matemática) — Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 2012. Citado na página 34.
- BELCHIOR, G. P. *Oficina de Metodologia Científica: Elaboração de Projetos de Pesquisa*. [S.l.], 2012. Citado na página 29.
- BROOKSHEAR, J. G. *Ciência da Computação: Uma Visão Abrangente*. 3. ed. [S.l.], 2003. Citado na página 35.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. *Gestão de custos e formação de preços*. São Paulo, 2011. Citado na página 30.
- COLLINS, V. et al. Support and resistance. 2012. Disponível em: <<http://www.markets.com/pt/education/technical-analysis/support-resistance.html>>. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- CVM. Mercado forex: Série alertas. 2009. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/port/Alertas/mercadoForex.pdf>>. Citado 3 vezes nas páginas 25, 29 e 30.
- DANTAS, J. A.; MEDEIROS, O. R.; LUSTOSA, P. R. B. Reação do mercado à alavancagem operacional. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcf/v17n41/v17n41a06.pdf>>. Citado na página 30.
- DEBASTINI, C. A. *Análise técnica de ações: identificando oportunidades de compra e venda*. 1. ed. [S.l.], 2008. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- DEVORE, J. L. *Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências*. 6. ed. [S.l.], 2006. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 37.
- DIAS, M. A. P. *Administração de materiais: uma abordagem logística*. 2. ed. [S.l.], 1985. Citado na página 32.
- EASYFOREX. Leveraged forex trading: What is leverage in forex trading? 2014. Disponível em: <<http://www.easy-forex.com/int/leveragedtrading/>>. Citado na página 30.
- FERREIRA, D. F. *Estatística básica*. 2. ed. [S.l.], 2009. Citado na página 33.
- FXCM. Forex basic. 2011. Disponível em: <<http://www.fxcm.com/forex-basics/>>. Citado na página 29.
- GAGLIARDI, J. D. *Fundamentos de Matemática*. Monografia (Monografia) — Universidade Federal de Campinas:, São Paulo, 2013. Citado na página 34.

- INÁCIO, J. F. S. *Análise do Estimador de Estado por Mínimos Quadrados Ponderados*. Monografia (Monografia) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010. Citado na página 32.
- KONIS, K. Mathematical methods for quantitative finance. 2014. Disponível em: <<https://www.coursera.org/course/mathematicalmethods>>. Citado na página 31.
- LIRA, S. A. *Análise Correlação: Abordagem Teórica e de Construção dos Coeficientes com Aplicações*. Monografia (Dissertação Pós-Graduação) — Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- LOPES, F. D. *Caderno didático: estatística geral*. [S.l.], 2005. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 37.
- MARKET. About what is forex. 2011. Disponível em: <<http://www.markets.com/pt/education/forex-education/what-is-forex.html>>. Citado na página 29.
- MATSURA, E. *Comprar ou Vender? Como investir na Bolsa Utilizando Análise Gráfica*. 7. ed. [S.l.], 2006. Citado 3 vezes nas páginas 30, 31 e 37.
- NORMAK, K. Programming paradigms. 2013. Disponível em: <[http://people.cs.aau.dk/~normark/prog3-03/html/notes/paradigms\\_themes-paradigms.html#paradigms\\_the-word\\_title\\_1](http://people.cs.aau.dk/~normark/prog3-03/html/notes/paradigms_themes-paradigms.html#paradigms_the-word_title_1)>. Citado na página 34.
- PAQUET, J.; MOKHOV, S. *Comparative Studies of Programming Languages*. [S.l.], 2010. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.
- REGRA, C. M. *Tese de Mestrado em Estatística Computacional*. Monografia (Monografia) — Universidade Aberta, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 38.
- RILEY, F.; HOBSON, M. P.; BENCE, S. J. *Mathematical Methods for Physics and Engineering: A Comprehensive Guide*. [S.l.], 2011. Citado na página 31.
- RITCHIE, D. M. O desenvolvimento da linguagem c. 1996. Disponível em: <<http://cm.bell-labs.com/cm/cs/who/dmr/chistPT.html>>. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.
- ROCHA, R. A. *Algumas Evidências Computacionais da Infinitude dos Números Primos de Fibonacci*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciência da Computação) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 38.
- SEBESTA, R. W. *Concepts of programming languages*. 10. ed. [S.l.], 2012. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 38.
- TUCKER, A. B.; NOONAN, R. E. *Linguagens de programação : Princípios e paradigmas*. 2. ed. [S.l.], 2009. Citado na página 35.
- VIALI, L. M. *Estatística Básica*. Monografia (Monografia) — Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Citado na página 33.
- VUOLO, J. H. *Fundamentos da Teoria de Erros*. 2. ed. [S.l.], 1996. Citado na página 32.