5
Ambiente Experimental

Nesse capítulo serão apresentadas as principais informações sobre o ambiente usado nos experimentos. Além de explicar como foi construída a base de dados, também será detalhado o ambiente computacional utilizado e a construção da ferramenta de teste.

5.1
Ambiente Computacional

Os experimentos foram executados em uma maquina Intel Core 2 Duo 2,13 GHz com 1 GB de memória RAM no sistema operacional Ubuntu 9.04. O desenvolvimento foi feito na linguagem Java 1.6.

5.2
Construção da Base de Dados

Para validação e simulação dos modelos desenvolvidos foi necessária a criação de uma base com dados históricos dos ativos. Foram obtidos e ajustados os dados de 41 dos principais ativos da BM&FBOVESPA entre o período de 02/01/2002 a 17/08/2009. Apenas ativos que estivessem presentes durante todo o período a partir de 2004 foram utilizados. Os ativos foram:

ambv4	arcz6	bbas3	bbdc4	brap4	brkm5
brto4	brtp3	brtp4	ccro3	cgas5	clsc6
cmig4	cple6	cruz3	csna3	dura4	elet3
elet6	embr3	ggbr4	goau4	itsa4	klbn4
lame4	petr3	petr4	sbsp3	sdia4	tcsl3
tcsl4	tlpp4	tmar5	tmcp4	tnlp3	tnlp4
trpl4	usim5	vale3	vale5	vcpa4	

Mais informações sobre os ativos utilizados nos experimentos podem ser encontradas nas Tabelas A.1 e A.2 do apêndice.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0812612/CA

5.2.1 Ajustes

Para que não haja distorções nos dados históricos são necessários ajustes referentes aos proventos que foram distribuídos.

Existem dois conceitos importantes referentes aos direitos de recebimento de proventos, a data em que o ativo deixa de conter o direito de receber o provento, chamada de "ex" e a data no qual o direito ainda existe chamada de "com". Por exemplo, uma determinada ação paga R$ 0,30 de dividendo e o direto de recebimento desse provento é somente para os acionistas que possuírem a ação até o dia 01/09/2009. Nesse cenário a data 01/09/2009 é a última com-dividendo e no dia 02/09/2009 a ação passa a ser ex-dividendo. O acionista que comprasse o ativo na data 02/09/2009 não terá direito de receber dividendos.

Quando há a emissão de proventos o ativo sofre uma mudança de preço teórico. Quando os proventos são distribuídos em ações, ou seja, subscrição, bonificação, desdobramento ou agrupamento essa mudança é clara e é fácil de ser verificada, normalmente a variação é muito expressiva. Já no caso de proventos em dinheiro, que são dividendos ou juros sobre capital, a mudança não é tão evidente e existem casos em que não ocorre nenhuma mudança no preço real do ativo. Porém, em teoria, o valor do ativo foi modificado, então nesses casos é comum considerar que houve uma valorização do preço.

Utilizando o exemplo dado anteriormente, se o ativo tivesse o valor de R$ 2,30 no dia 01/09/2009 o seu preço teórico no dia 02/09/2009 seria R$ 2,00. Essa mudança ocorre porque embutido no preço encontrava-se o valor dos dividendos a serem pagos. Caso o preço permanecesse R$ 2,30 o acionista além de receber dividendo de R$ 0,30 ainda teria uma ação valendo R$ 2,30. Nesse caso seria possível ganhar dinheiro apenas comprando o ativo pelo preço menor que R$ 2,60 na última data "com".

Nesse projeto foram ajustados os seguintes tipos de proventos:

- Subscrição: Direito de um acionista adquirir novas ações derivadas do aumento de capital da empresa.
- Bonificações: Distribuição de ações gratuitas aos acionistas em função ao aumento de capital por incorporação de reservas.
- Desdobramentos: Ocorre uma distribuição de novas ações gratuitamente diluindo o capital em um maior número de ações, serve principalmente para dar liquidez aos títulos.
- Agrupamento: Condensação do capital em um menor número de ações, tem o intuito de valorizar a imagem da empresa no mercado.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0812612/CA

– Dividendos: É parte do lucro da empresa que são distribuídos para os acionistas em dinheiro.

– Juros sobre capital próprio: Pagamento de juros sobre o valor investido na empresa para os acionistas.

Quando se utiliza uma série histórica de ativos são necessários ajustes para que as distribuições de proventos não sejam consideradas como oscilações normais de preço. É necessário ajustar todos os preços anteriores à data "ex" multiplicando por um fator de ajuste (F).

Abaixo são exibidas fórmulas para o cálculo do fator de ajuste para os seguintes tipos de proventos:

– Dividendos ou Juros sobre capital próprio: $F = 1 - D/P_{uc}$

– Grupamentos: $F = G$

– Desdobramentos ou Bonificações: $F = 1/(B/100 + 1)$

– Subscrições: $F = (P_{uc} + p * S)/((1 + p)P_{uc})$

A variável P_{uc} é o preço do último dia "com", D o valor do dividendo e G a proporção de ações antigas que serão substituídas por novas. A quantidade de ações que serão dadas para cada 100 ações possuídas é B(Bonificação ou desdobramento), S é o preço da subscrição e p é a quantidade de ações novas ofertadas para cada ação possuída.

Para que houvesse um maior controle do risco em alguns testes considerou-se durante o processo de otimização de carteiras compra ou venda de títulos de CDI. Nos modelos que fossem necessários utilizar um índice de mercado foi usado o IBOVESPA.

5.3 Ferramenta de Teste

Para que fosse possível fazer diversos testes com diferentes métodos de predição, modelos e medidas, foi necessário desenvolver uma ferramenta de teste que fosse bem modularizada. O sistema também foi desenvolvido com o intuito de poder ser utilizado como um *framework*, para ser facilmente extensível a outros projetos de seleção e análise de carteiras.

Essa ferramenta foi subdividida em 6 componentes principais:

– Carteira - Armazena informações sobre as carteiras assim como controlar o processo de seleção de ativos.

– Ativos - Contém informações sobre os ativos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0812612/CA

- Medidas - Guarda os dados esperados e utiliza-os para comparar os resultados das diferentes carteiras geradas.
- Modelos - Utiliza diferentes métodos para estimar risco e retorno dos ativos e das carteiras.
- Ajustes - Corrige dados dos ativos existentes na base.
- Importação - Atualiza o sistema com novos dados.

A ferramenta tem diversas características importantes, uma delas é a facilidade de criação de novos módulos assim como a comunicação entre eles. A adição de novos métodos de estimativa de risco, retorno e mesmo de modelos é simples. A ferramenta possibilita a utilização de diferentes pacotes de otimização, inclusive que estejam instalados em máquinas remotas. Ela também pode ser utilizada para selecionar e simular uma carteira (fixa) para os próximos m meses ou para refazer a carteira (variável) a cada d dias por um determinado número de meses. Diversos gráficos e relatórios podem ser gerados ao final dos experimentos, possibilitando uma maior compreensão das decisões tomadas durante a simulação.

O processo de simulação da carteira tem os seguintes parâmetros: data de início D_i, data de término D_t, quantidade de dias para treino d_{tr}, quantidade de dias para revisar a carteira d_r, risco esperado para a carteira $\overline{R}_c$, quantidade de ativos, quantidade de atributos utilizados pelo modelo de predição, quantidade de dias para o cálculo da série de variância, custo transacional, tipo de execução remota ou local, modelo para cálculo do risco, modelo de seleção de carteiras e o modelo de predição dos retornos.

Antes do início da simulação são obtidos os métodos de estimativa de risco e retorno. Depois, o modelo, a ser utilizado, era recuperado e são preparados os arquivos no qual serão gravados os relatórios. Quando se iniciava a simulação, os dados que seriam utilizados para selecionar a carteira do dia eram obtidos e a otimização feita. Com a carteira formulada são calculadas as informações necessárias e os relatórios atualizados. Esse processo se repete para cada dia da simulação até o último dia.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0812612/CA

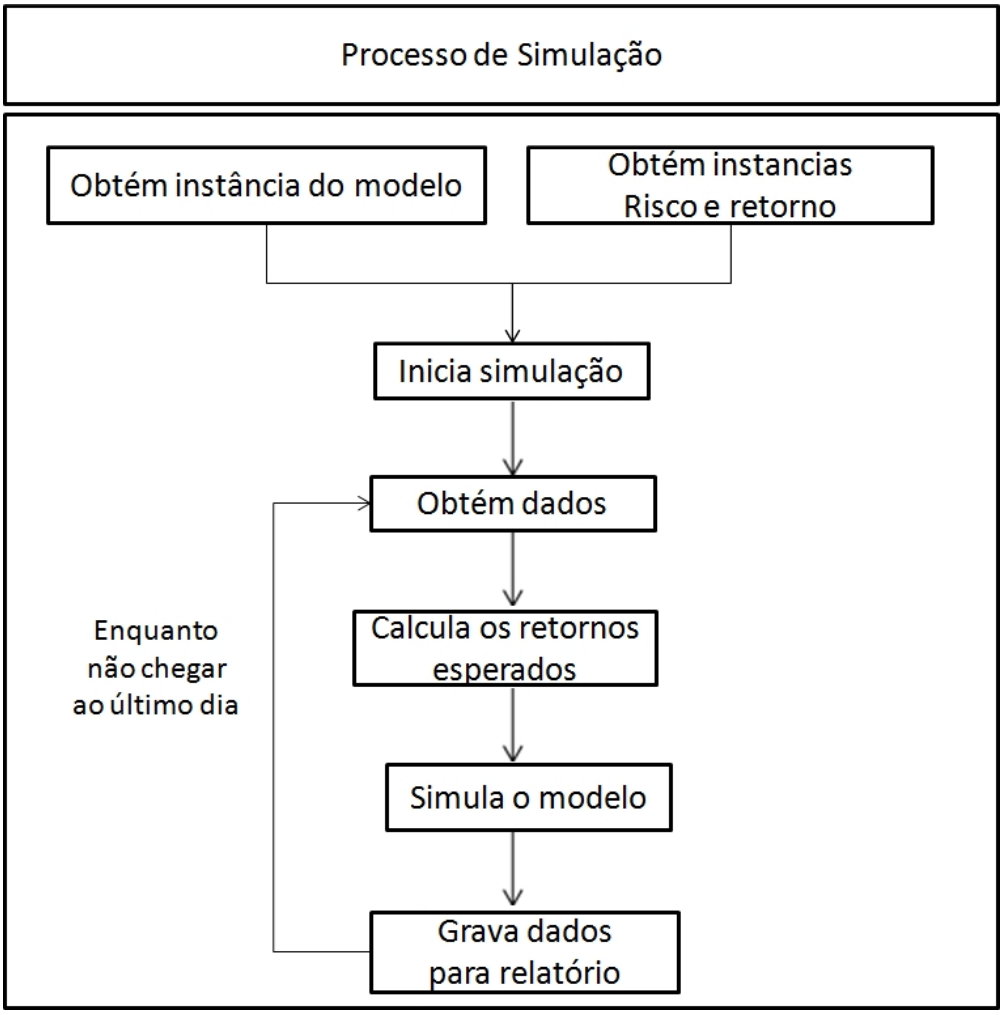

Figura 5.1: Processo de simulação da ferramenta de teste

A simulação da carteira foi implementada para funcionar com uma janela de $d_{tr} + d_r$ dias, sendo que nela d_{tr} dias eram utilizados para treino e d_r para teste. A cada d_r dias, a data inicial e final de treino eram incrementados em d_r dias. O total de dias utilizado na simulação é a quantidade de dias entre as datas de início e término D_s.

O processo fazia $\frac{D_s-(d_{tr}+1)}{d_r}$ iterações até que chegasse no último dia de simulação. A cada iteração uma nova carteira era selecionada e eram utilizados os preços do próximo fechamento, depois da última data de treino, para a compra ou venda dos ativos. Em uma operação real teria se um dia para efetivar a carteira.

Ao final do processo de simulação é gerado um relatório contendo as seguintes informações: parâmetros utilizados no teste, dados diários contendo os retornos e variância, alocação feita, dados esperados e reais a cada revisão de carteira e retorno e risco total.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0812612/CA

É importante ressaltar que a carteira não fica sempre com a mesma proporção do momento da compra. A carteira muda com os rendimentos que são adquiridos pelos ativos. Por exemplo, suponha uma carteira na qual foram investidos 50% no ativo A e 50% no ativo B e ao final do teste os rendimentos de A e B foram 0,5% e 0,1%. Nesse cenário a composição da carteira no fim do teste seria 0.501% e 0,499% para A e B.

São simuladas carteiras teóricas e não são consideradas informações sobre o volume. Na simulação todos os cálculos feitos utilizaram como referência a carteira de ativos no primeiro dia de simulação e em nenhum momento é atribuído um montante financeiro ao processo. Essas características deixam o sistema mais simples, mas impossibilitou uma análise da liquidez.

5.4 Implementação dos Algoritmos

Para que fosse possível comparar diferentes modelos definiu-se que a função objetivo utilizada seria a maximização do retorno e o risco seria controlado por um parâmetro do modelo. Não foram utilizadas restrições de limite de exposição, entretanto um limite de alocação indireto seria imposto pela restrição de risco, caso o risco desejado fosse muito baixo o modelo iria distribuir bastante a carteira para conseguir um risco menor.

Foram implementados quase todos os modelos descritos anteriormente, porém houve algumas modificações. Houve cenários em que os modelos não conseguiam fazer uma alocação na qual a restrição de risco fosse respeitada. Essas ocorrências podem ser tratadas de duas maneiras distintas: considerar que o mercado estava muito instável e que não se deveria ariscar ou manter a carteira do dia anterior. Na primeira hipótese seria possível fazer outro investimento que não fosse contemplado pelo modelo e também poderia se utilizar um segundo modelo para cenários mais arriscados. Caso fosse considerado que o modelo tenha todos os investimentos desejáveis e não se quer parar de investir no mercado seria mais adequado manter a carteira do dia anterior. O primeiro tipo de tratamento foi utilizado, era simulada um venda de todos os ativos em carteira e não era comprado nenhum ativo. Para modelos que considerassem custos transacionais o custo seria pago sobre o montante total em carteira.

Como dito no capítulo anterior, a compra do ativo livre de risco poderia sofrer a incidência de custos ou não. O ativo livre de risco utilizado é o CDI que é negociado fora do âmbito do Banco Central e não tem a incidência de imposto. No entanto a negociação somente pode ser feita por instituições financeiras e para conseguir um rendimento próximo ao CDI uma pessoa física teria que investir em um fundo, o que acarreta em custos transacionais. Por essa razão o modelo de

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0812612/CA

Mitchell (Mitchell & Braun, 2002) foi implementado considerando o ativo livre de risco como um ativo normal em relação aos custos, ou seja, uma venda ou compra do mesmo insidia custo transacional.

As técnicas de Vasicek (Vasicek, 1973) e Blume (Blume, 1975) necessitam de dois períodos distintos, por esse motivo o treino utilizado foi dividido em duas partes iguais.

O método mínimos quadrados descrito na seção 3.3.1 foi implementado utilizando o y como o retorno dos ativos e o x era a quantidade de dias começando do primeiro dia de treino.

No método mínimos quadrados parciais apresentado na seção 3.3.2 as amostras eram compostas por uma série de dias anteriores ao dia que precisa ser predito mais uma atributo que determinava tempo, que era calculada da mesma maneira descrita acima utilizada nos mínimos quadrados. A matriz X tinha uma linha para cada dia utilizado no treino e cada linha continha a série de retornos dos dias anteriores mais o atributo de tempo. A quantidade de dias anteriores e quantidade de dias para treino eram passadas por parâmetro.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0812612/CA