

JESSÉ CIRILO SOARES

AMBIENTE DE SIMULAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS AGRÍCOLAS

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador

Prof. Claudio Fabiano Motta Toledo

Co-Orientador

Prof. Luiz Gonzaga de Castro Jr.

Lavras
Minas Gerais - Brasil
2009

JESSÉ CIRILO SOARES

AMBIENTE DE SIMULAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS AGRÍCOLAS

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 16 de Junho de 2009

Prof. André Luiz Zambalde

Prof. Cristiano Leite de Castro

Prof. Claudio Fabiano Motta Toledo
(Orientador)

Prof. Luiz Gonzaga de Castro Jr.
(Co-Orientador)

Lavras
Minas Gerais - Brasil
2009

Dedico esta monografia aos meus pais aos quais devo tudo o que sou e o que serei...

Agradecimentos

Agradeço a Deus, aos meus familiares e aos amigos pelo estímulo. Muito obrigado ao pessoal do Departamento de Administração da UFLA, em especial ao Fabrício, pela paciência e pela disponibilidade em auxiliar nesse projeto. Por fim, não poderia deixar de registrar meus agradecimentos em especial ao Prof. Claudio e ao Prof. Luiz Gonzaga pela confiança, cobrança e dedicação os quais foram grandes responsáveis pelo sucesso desse trabalho.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Contextualização e Motivação	1
1.2	Objetivos	3
1.3	Metodologia Científica	3
1.4	Estrutura do Trabalho	4
2	Referencial Teórico	5
2.1	Mercados Futuros	5
2.1.1	Definições Básicas	5
2.1.2	Funcionamento básico dos Mercados Futuros	8
2.1.3	Ativos no Agronegócio	12
2.2	Modelagem e Simulação de Sistemas	14
2.2.1	Definições Básicas	14
2.2.2	Classificação e Aplicação dos Modelos de Simulação	15
2.2.3	A Simulação Passo-a-Passo	17
2.2.4	Vantagens e Desvantagens da Simulação	19
2.3	Tecnologias Computacionais Aplicadas	20
2.3.1	Introdução	20
2.3.2	Web 2.0	21
2.3.3	PHP	22
2.3.4	Ajax	23
2.3.5	Java	26
3	Resultados e Discussões	29
3.1	O Simulador AgroSim	29
3.2	Banco de Dados	31
3.3	Módulo <i>Desktop</i>	33
3.4	Módulo <i>Web</i>	37
3.4.1	Carteira	38

3.4.2	Negociar Contratos	38
3.4.3	Cotações	40
3.4.4	Análise Gráfica	41
3.4.5	Histórico	41
3.4.6	Administrar	42
3.5	Comparação com o simulador da BM&F	43
4	Conclusões e Propostas Futuras	49
4.1	Conclusão	49
4.2	Proposta Futuras	50
5	Referências Bibliográficas	51

Lista de Figuras

2.1	Resultado para o <i>hedge</i> de venda com cenário de queda de preço. .	11
2.2	Resultado para o <i>hedge</i> de venda com cenário de elevação de preço.	11
2.3	Resultado para o <i>hedge</i> de compra com cenário de elevação de preço.	12
2.4	Requisição AJAX. (Fonte: [16])	25
3.1	Visão geral do simulador AgroSim.	30
3.2	Diagrama Entidade-Relacionamento do AgroSim.	32
3.3	Diagrama de Classes do Módulo <i>Desktop</i>	34
3.4	Tela Carteira.	39
3.5	Tela Negociar.	40
3.6	Tela de Cotações.	41
3.7	Exemplo de gráfico.	42
3.8	Exemplo de histórico.	43
3.9	Interface do simulador BM&F. (Fonte: BM&F)	45
3.10	Gráfico do simulador BM&F. (Fonte: BM&F)	46

AMBIENTE DE SIMULAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS AGRÍCOLAS

Resumo

O presente trabalho propõe um simulador, o *AgroSim 1.0*, aplicado a negociações no mercado futuro com foco em contratos do agronegócio. O objetivo é proporcionar uma ferramenta de simulação que habilite agricultores, pesquisadores, estudantes e demais agentes do agronegócio a atuar no mercado futuro. Por isso, o simulador apresentado busca ser uma ferramenta dinâmica, funcional e segura de apoio a tomada de decisões no mercado futuro. Conceitos como *Web 2.0* e bibliotecas gráficas foram integrados ao sistema visando aprimorar as funcionalidades normalmente oferecidas por este tipo de simulador.

Palavras-Chave: Mercados Futuros; Simulação.

ENVIRONMENT SIMULATION OF AGRICULTURAL FINANCIAL ASSETS

Abstract

This paper proposes a simulator, the *AgroSim 1.0*, applied to negotiations in the future market with a focus on contracts of agribusiness. The goal is to provide a simulation tool enabling farmers, researchers, students and other personnel of the agribusiness to serve the future market. Therefore, the simulator presented try to be a dynamic, functional and safe tool to support decision making in the futures market. Concepts such as *Web 2.0* and graphics libraries have been integrated into the system to enhance the functionality normally provided by this type of simulator.

Keywords: Future Markets; Simulation.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização e Motivação

Negociações no mercado futuro envolvem compra e venda de contratos, baseadas em um preço acordado, cuja liquidação ocorrerá em uma data futura estabelecida antecipadamente. Esse mercado é tradicionalmente utilizado por agricultores que conseguem assim vender suas colheitas antes do tempo. No contrato futuro, quantidades, preços e datas de entrega são fixados antes dos produtos serem plantados na maioria das vezes. A vantagem deste tipo de transação está no fato de permitir aos agricultores e atacadistas de grãos uma certa proteção contra condições climáticas adversas e flutuações excessivas dos preços. As projeções de preço neste mercado também auxiliam o agricultor a planejar quanto plantar em um determinado ano.

Outro agente dos mercados futuros são os especuladores que tiram proveito deste mecanismo de negociação para obter lucro. Eles atuam no mercado comprando ou vendendo contratos apostando na variação dos preços, obtendo com isso ganhos ou perdas. Por exemplo, compram a um baixo preço um contrato de

café, apostando que o preço subirá. Se o preço do contrato subir até a data de entrega acertada, eles realizam lucro.

Sistemas computacionais têm facilitado a realização de negócios e permitido o acesso em tempo real ao que ocorre no mercado futuro. O avanço das ferramentas computacionais e a facilidade de acesso, por exemplo, pela internet, propicia o aumento do número de interessados em negociar no mercado futuro. Desta forma, os agentes envolvidos atuam no mercado seja para administrar riscos como agricultores, seja para obter ganho próprio como especuladores, ou seja, para exercer poder regulatório e implementar políticas públicas como agentes de governo. Os mercados futuros têm se expandido além das tradicionais *commodities* agropecuárias¹ e de metais para outros tipos de mercados. Atualmente há contratos futuros para tudo, desde café, trigo e suco de laranja até carne de porco. Dessa forma, novos contratos são lançados e outros são encerrados no mercado futuro, num ritmo impensável há alguns anos atrás. Assim, ferramentas computacionais que gerenciem todo esse processo e auxiliem na tomada de decisão se tornam cada vez mais relevantes.

Obter sucesso em um mercado onde a instabilidade dos preços é constante torna-se um verdadeiro desafio. Por isso, são necessárias novas e melhores ferramentas para negociação com possibilidades de diversificação das oportunidades de *trading*. Isso significa ter acesso não só as diferentes possibilidades de negociações, mas também conseguir obter informações associadas a análises dos dados que permitam uma correta tomada de decisão.

¹commodities agropecuárias: artigos ou mercadorias agrícolas. Ex: café, milho, soja, etc.

1.2 Objetivos

Os objetivos principais deste trabalho são desenvolver uma ferramenta de simulação focada em contratos futuros do agronegócio e incorporar funcionalidades que diferenciem a ferramenta proposta em comparação ao simulador da BM&F.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Simular compra e venda para contratos futuros do agronegócio como café, trigo, boi, milho entre outros.
- Integrar o simulador a um sistema provedor de cotações do mercado futuro em tempo diferido.
- Desenvolver o simulador dentro de uma filosofia que facilite sua utilização por agricultores, estudantes, pesquisadores e demais agentes.
- Servir de base para o desenvolvimento de um sistema de simulação mais sofisticado.

1.3 Metodologia Científica

O trabalho desenvolvido é uma pesquisa tecnológica quanto a natureza. Isso se justifica por aplicar conhecimentos básicos envolvendo operações em mercados futuros e desenvolvimento de software na geração de um produto. Neste caso, o produto é representado pelo simulador proposto. A pesquisa é descritiva, quanto aos objetivos, já que registra e analisa um sistema. Neste caso, o sistema é representado pela dinâmica do mercado financeiro. A pesquisa é experimental, quanto aos procedimentos, pois resultou num protótipo de software, o AgroSim 1.0, e em estudos de simulação. Por fim, a pesquisa foi desenvolvida em laboratório o que permitiu controlar as variáveis que pudessem interferir no experimento [6].

A validação do sistema foi realizada juntamente com os clientes que irão gerir o sistema que fazem parte do Departamento de Administração e Economia (DAE) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). As funcionalidades básicas puderam ser avaliadas usando o simulador da BM&F para comparação das operações.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho está organizado em quatro capítulos. O presente capítulo introduz o objeto de estudo desta monografia através de seus objetivos e estrutura. O capítulo 2 traz todo o referencial teórico necessário para o entendimento do trabalho, apresentando conceitos relacionados aos mercados futuros, aos sistemas de simulação e às tecnologias computacionais usadas neste trabalho. O capítulo 3 descreve detalhadamente o sistema *AgroSim* 1.0 proposto. O capítulo 4 traz as conclusões finais do projeto e propostas futuras.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 Mercados Futuros

2.1.1 Definições Básicas

"Mercado de futuros são mercados nos quais se negociam ativos financeiros agrícolas, ou seja, contratos e compromissos de compra e venda de um produto específico, a um determinado preço no futuro"[8]. Esses mercados são importantes, pois proporcionam aos produtores rurais e aos consumidores em geral uma proteção contra as incertezas de preços. Eles oferecem a garantia de que o preço negociado hoje será o mesmo na data da entrega futura.

Os mercados futuros surgiram como resposta natural à necessidade de negociação de mercadorias e garantia de preços, muito impulsionada pela criação das bolsas de mercadorias [9]. Há registros de aplicações dos mercados futuros desde muitos séculos atrás, por exemplo, envolvendo negociações de arroz no antigo oriente. O Mercado Futuro organizado teve início em 1848 com a criação da *Chicago Board of Trade*. Esses mercados estavam limitados a negociação de contratos futuros apenas de produtos. A negociação de ativos financeiros começou em 1973

com o *International Monetary Market pela Chicago Mercantile Exchange* que passou a negociar contratos futuros de câmbio. No Brasil, a primeira bolsa a operar contratos futuros foi a Bolsa de Mercadorias de São Paulo, em 1918, negociando inicialmente contratos de algodão. Depois, a Bolsa de Valores do Rio de Janeiro foi a pioneira nas negociações no Mercado Futuro de Ações no Brasil em 1979.

As bolsas no Brasil sofreram uma grande queda em 1986, encerrando as operações de futuro que ressurgiram apenas no final da década de 90, impulsionados pelas bolsas internacionais. Bolsas norte-americanas anunciaram a criação de uma *joint venture*¹ visando a implantação de um Mercado Futuro de Ações. O objetivo era proporcionar maior eficiência à negociação de ações, empréstimo de títulos e atividades de *hedging*. Outra iniciativa importante foi a celebração de acordo entre a Liffe e a Nasdaq para desenvolver o Mercado Futuro de Ações baseado em ações globais para investidores americanos e europeus. Nesse momento, a BOVESPA mobilizou-se no sentido de implantar a negociação de futuro no Brasil. O objetivo era proporcionar aos participantes do mercado brasileiro um instrumento de derivativos de ações seguro e eficiente que também colocasse o mercado brasileiro a par dos desenvolvimentos verificados nas bolsas dos centros financeiros internacionais [3].

Contratos futuros são compromissos de compra e venda futura. Um contrato é composto pelo ativo negociado, um prazo, local de entrega e especificações do produto. Nesses contratos o comprador se obriga a pagar por uma compra efetuada, enquanto o vendedor se obriga a vender, não necessariamente entregar um produto. Os produtos agropecuários geralmente são processados antes de serem comercializados, sendo então denominados *commodities* [8]. No Brasil, os con-

¹Joint venture ou empreendimento conjunto é uma associação de empresas, que pode ser definitiva ou não, com fins lucrativos, para explorar determinado(s) negócio(s), sem que nenhuma delas perca sua personalidade jurídica. Ex.: Autolatina, Sony Ericsson

tratos futuros são negociados na Bolsa de Mercadorias e Futuros BM&F. Ela é uma das maiores bolsas do mundo, negociando em torno de R\$70 bilhões diariamente (2009). Entretanto, por várias razões, o volume das *commodities* agrícolas nela negociado ainda é pequeno diante da enorme importância do agronegócio para o Brasil. Atualmente na BM&F, são negociados contratos futuros de café Arábica e *Conillon*; boi gordo e bezerro; açúcar, álcool e etanol; soja e milho; e algodão. Apesar do Brasil se colocar como um dos grandes produtores mundiais de *commodities* agrícolas, os contratos agrícolas representam um volume muito pequeno no total de contratos futuros negociados pela BM&F, essa participação gira em torno de 1% [8].

Operações de *hedge* são operações de compra e venda de determinada quantidade de um ativo, por um preço combinado entre as partes, para liquidação numa data futura. Na operação de *hedge*, os envolvidos procuram travar os preços de venda ou compra de uma mercadoria a fim de controlar os riscos [8]. Assim, por exemplo, um produtor procura realizar uma operação de venda futura (ou *hedge* de venda) para garantir o preço da mercadoria. O comprador realiza uma operação de compra futura (*hedge* de compra) para garantir o preço da matéria-prima. O motivo fundamental pelo qual fazer *hedge* de posições físicas com posições em futuros deve-se ao fato de que o preço a vista e o a futuro tendem a movimentar-se em harmonia. Esse movimento paralelo de preços ocorre porque os mercados físicos, como os futuros, são regidos e influenciados pelos mesmos fatores de formação de preços [2].

O desenvolvimento do mercado levou à especialização de seus participantes, que passaram a ser classificados conforme seu relacionamento com o produto objeto do contrato. Neste contexto, *Hedger* é aquele que pratica a ação de fazer um *hedge* seja de compra ou de venda [8]. Trata-se de pessoas ou empresas que se

utilizam do mercado para se proteger de eventuais mudanças de preços de um produto, ou para negociar o bem. Isso é feito para se prevenir de quaisquer oscilações no preço do ativo objeto do contrato [9].

Especuladores são pessoas que operam em mercados futuros a fim de obter lucros e não à procura de proteção. Eles surgiram devido à facilidade de negociação do contrato futuro, das garantias oferecidas pelo sistema de Bolsa e pelo fato de não ser necessário ter o produto ou o dinheiro para adquirir contratos de liquidação futura. Os especuladores formam expectativas quanto aos preços futuros das mercadorias negociadas e tomam suas decisões em cima dessas expectativas. O especulador assume o risco de perdas futuras na esperança de auferir ganhos futuros, sem ele, o *hedger* não haveria a quem repassar o risco [9].

A câmara de compensação é responsável pela compensação de liquidação das posições assumidas nas bolsas por seus participantes [9]. Trata-se de um sistema que compatibiliza as posições compradas com as vendidas, de forma a garantir o fiel cumprimento de obrigações contratuais assumidas em mercados organizados. A *Clearing* BM&F tem como responsabilidade registrar as operações realizadas, acompanhar e controlar a evolução das posições em aberto, compensar financeiramente os fluxos de pagamentos, efetuar a liquidação física e financeira dos contratos e administrar as garantias financeiras exigidas dos participantes. Esse processo apóia-se em sólido sistema de salvaguardas financeiras [3].

2.1.2 Funcionamento básico dos Mercados Futuros

Uma operação de futuros começa sempre com um comprador e um vendedor. O *Hedger* contata uma corretora e conversa com seu corretor para saber como está o mercado. Dada a ordem, o corretor a transmite para o operador de pregão que vai apregoá-la, ou seja, ofertá-la. Cada negociação irá gerar dois contratos, ou seja,

para cada contrato vendido, sempre haverá um contrato comprado. O negócio deve então ser fechado caso haja concordância na negociação. O operador de pregão preenche um boleto de operações que é levado pelo auxiliar de pregão para a outra parte conferir e assinar. Por fim, o negócio é registrado no posto de registro e ambas as partes estão garantidas [8].

A Bolsa acerta a diferença dos contratos de compradores e vendedores de acordo com a flutuação do preço da mercadoria ao final de um dia de negociação. Dessa forma, os vendedores e compradores ajustam suas posições de acordo com a nova realidade, pagando ou recebendo um valor financeiro referente à variação do preço futuro. Vendedores recebem se o preço for negociado abaixo de sua posição anterior. Isso garante que não terão prejuízos no momento em que a venda for efetivada, mesmo com a queda do preço. Por outro lado, passam a pagar ajuste diário se o preço futuro subir além da posição anterior, pois assim eles devolvem o que estariam ganhando na venda com o aumento do preço. Da mesma forma, os compradores recebem ajuste diário se os preços futuros subirem acima da posição anterior. O valor recebido equilibra o preço que estariam pagando mais caro e isso garante o preço futuro que foi negociado. Todavia, pagam ajuste à medida que os preços futuros caíam aquém da posição anterior, para que não paguem mais barato pela mercadoria no momento do vencimento.

Esse sistema de liquidação diária não só permite que os *hedgers* utilizem os mercados futuros, mas também que outros investidores com objetivos distintos, como especuladores e arbitradores, participem desse mercado por meio de grande variedade de estratégias operacionais. Por fim, é importante observar que o ajuste diário faz com que o risco de todo o sistema (bolsa e participantes do mercado) fique restrito a um só dia [8]. Todavia, a criação da *clearing Clearing* BM&F não foi suficiente para diminuição dos riscos, por isso, os corretores passaram a

exigir garantias para cobrir posições de seus clientes. O objetivo é diminuir o risco assumido. O valor dessa margem de garantia é calculado de forma a cobrir os riscos de possíveis prejuízos da bolsa e, ao mesmo tempo, não deve ser muito alto para os participantes do mercado [9].

Os contratos futuros são padronizados de uma forma que para cada contrato em posição comprada, existirá um em posição vendida. Para se anular direitos e deveres assumidos por um contrato futuro, basta apenas inverter sua posição para esse contrato. Caso o objetivo seja anular a compra de um contrato com vencimento em uma data futura, basta vender um contrato da mesma mercadoria para a mesma data de vencimento. Se quiser anular um contrato de venda, basta comprar um contrato idêntico [9].

Imaginando um produtor de café, no dia 17 de janeiro de 2009, que está preocupado com o comportamento do preço do café até setembro, época em que terá colhido. O produtor dá uma ordem a seu corretor para vender 10 contratos de café na BM&F, com vencimento em setembro de 2009. Após a ordem, o corretor apregoa e consegue o valor de US\$ 140,00/sc para setembro de 2009. Para o entendimento do funcionamento dos mercados futuros vamos sugerir alguns cenários entre o momento da operação e o vencimento do contrato. No primeiro cenário, vamos considerar que o preço da *commodity* caiu para US\$ 120,00/sc entre a data do início da operação e o encerramento dela no dia 13 de setembro de 2009 como é mostrado na figura 2.1. Nesse caso, o produtor vende seu produto mais barato e receberá a diferença da bolsa ou, melhor dizendo, através da bolsa, os ajustes diários somados ao valor obtido pela venda do produto resultam no valor segurado com a operação.

A figura 2.2 nos mostra outro cenário no qual os preços futuros subiram para US\$ 150,00/sc entre janeiro e setembro de 2009. O produtor então venderá mais



Figura 2.1: Resultado para o *hedge* de venda com cenário de queda de preço.

caro, descontará o que pagou de ajuste diário na bolsa e o valor líquido será o preço que ele pretendia garantir no início da operação.



Figura 2.2: Resultado para o *hedge* de venda com cenário de elevação de preço.

Em outro exemplo, uma indústria exportadora de café fecha com um cliente em maio de 2009 para entregar a mercadoria em dezembro de 2009. Ela precisa então do café em dezembro, mas não quer adquiri-lo no momento. A fim de assegurar a mercadoria e a estabilidade do preço, a exportadora faz uma operação de *hedge* de compra, digamos a US\$ 140,00/sc. Em um cenário desfavorável, o preço em maio teria subido para US\$ 150,00/sc. Para não comprar o café mais caro, o ajuste da

bolsa depositou esse aumento. Descontando o que foi recebido através da bolsa obtemos o resultado que se pretendia (ou podia) pagar.

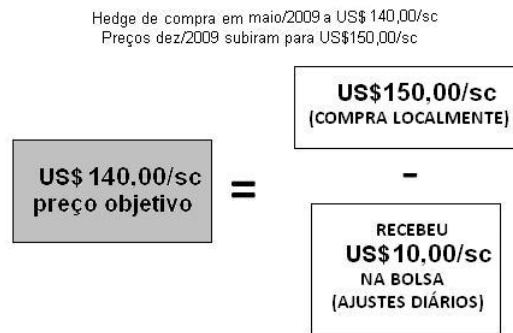


Figura 2.3: Resultado para o *hedge* de compra com cenário de elevação de preço.

No outro cenário onde o preço da mercadoria iria cair até o vencimento, o consumidor pagaria a diferença para que ele não comprasse o café por um valor mais barato. Dessa forma, uma vez fixado o preço na bolsa, seja qual for o comportamento do mercado, aquele preço está garantido. Resumindo, pode-se dizer que:

1. Comprado paga se os preços caem, recebem se os preços sobem.
2. Vendido recebe se os preços caem, paga se os preços sobem [8].

2.1.3 Ativos no Agronegócio

O simulador de agronegócio, AgroSim 1.0, proposto neste trabalho surge como uma ferramenta de apoio a tomada de decisões para investidores, voltado inicialmente para aqueles que atuam com contratos do agronegócio. O portal de informações do setor agropecuário, AgroCim, encontrado no endereço <http://www.agrocim.com.br/>, já oferece um completo suporte de informações atua-

lizadas sobre o agronegócio como um todo. O AgroSim 1.0 estará inserido no portal AgroCim. O sistema AgroSim 1.0 se propõe a simular a negociação dos mais variados tipos de contratos que existem nesse mercado. A seguir serão listadas breves descrições dos principais contratos negociados:

Contrato Futuro de Café Arábica: café cru, em grão, de produção brasileira, tipo seis ou melhor, ensacado em sacas novas de juta, não viajadas, tipo oficial adotado, em perfeito estado de conservação.

Contrato Futuro de Milho: Milho a granel com 14% de umidade, máximo de 2% de impureza na peneira 5mm, até 6% de ardidos e 12% de avariados.

Contrato Futuro de Soja: Soja a granel tipo exportação, com conteúdo de óleo base de 18,5% e com até 14% de umidade; base de 1%, não ultrapassando o máximo de 2% de impurezas; e máximo de 8% de avariados, de 10% de grãos verdes e de 30% de grãos quebrados.

Contrato Futuro de Boi Gordo: Boi gordo (entre 450 kg e 550 kg, máximo 60 meses) acabado para abate.

Contrato Futuro de Açúcar: Açúcar cristal especial, com mínimo de 99,70° de polarização, máximo de 0,08% de umidade, ensacado em sacas novas de polipropileno, com tara mínima de 180 gramas, dupla, destinada ao mercado interno.

Contrato Futuro de Etanol: Álcool anidro carburante (Etanol), destinado ao mercado interno conforme especificações técnicas definidas por portaria do Departamento Nacional de Combustíveis (DNC) para esse fim, com base de referência de preço no Município de Paulínia, estado de São Paulo.

Contrato Futuro de Dólar: A taxa de câmbio de reais por dólar dos Estados Unidos, para entrega pronta, contratada em termos da resolução 1690/90, do Conselho Monetário Nacional.

Contrato Futuro de Ibovespa: O índice de ações da Bolsa de Valores de São Paulo, denominado Índice Bovespa ou Ibovespa.

2.2 Modelagem e Simulação de Sistemas

2.2.1 Definições Básicas

Simulação é um processo no qual se cria um modelo de um sistema real e se faz experimentos a fim de entender seu comportamento ou avaliar estratégias de sua operação sob várias circunstâncias [5]. Em linhas gerais, é a reprodução do funcionamento de um sistema ou de um processo do mundo real durante determinado período de tempo. A simulação possibilita ao analista tirar conclusões sobre novos sistemas sem precisar construí-los, ou fazer alterações em sistemas já existentes [7]. Técnicas de simulação estão sendo cada vez mais utilizadas em diversas áreas de conhecimento. A crescente complexidade dos problemas com que nos deparamos e a maior disponibilidade de recursos computacionais são dois fatores que vêm contribuindo para o crescimento do uso de técnicas de simulação.

A simulação computacional de sistemas faz uso de computadores na execução dos modelos que representam o problema real a ser simulado. Esse tipo de simulação é cada vez mais utilizado por analistas das mais diversas áreas (administração, economia, engenharia, biologia, ciência da computação, aeronáutica, astronomia, etc.) na verificação ou desenvolvimento de soluções. A simulação computacional permite a avaliação de soluções numa profundidade diretamente relacionada ao nível de detalhe empregado no seu desenvolvimento. Todavia, trata-se de uma técnica extremamente dependente dos recursos computacionais disponíveis [5].

Um estudo de simulação envolve a criação de um Modelo de Simulação. Trata-se de uma das principais etapas do processo de simulação e consiste na modelagem

do problema ou sistema sob estudo. O processo de criação do modelo demanda um certo grau de abstração que pode levar a uma série de simplificações sobre a organização e o funcionamento do sistema real. O modelo possui em geral um conjunto de considerações relacionadas à operação do sistema. Esse conjunto surge na forma de relações matemáticas, lógicas e simbólicas entre as entidades ou objetos de interesse do sistema [5]. Posteriormente, será apresentado mais detalhadamente o processo de construção de um sistema de simulação.

A simulação também é utilizada para avaliar possibilidades ou restrições em um sistema que ainda será construído. Assim, técnicas de simulação podem ser empregadas tanto como ferramenta de análise na previsão dos efeitos decorrentes de mudanças em sistemas existentes, quanto como uma ferramenta para avaliar o desempenho de novos sistemas em circunstâncias variadas [12].

Portanto, os objetivos principais da simulação são definidos por uma ou mais das seguintes proposições [17]:

1. **Descrever um sistema corrente.**
2. **Explorar um sistema hipotético.**
3. **Projetar um sistema melhorado.**

2.2.2 Classificação e Aplicação dos Modelos de Simulação

Há diversos sistemas aptos à modelagem e simulação, onde podemos citar como principais [5]:

- Sistemas de Produção;
- Sistemas de Transporte e Estocagem;
- Sistemas Computacionais;

- Sistemas Administrativos e Financeiros;
- Sistemas de Engenharia;
- Sistemas de Prestação de Serviços, Ecologia e Meio Ambiente.

Atualmente, existem simuladores de vôo e direção, simuladores para fenômenos físicos e químicos, e simuladores estratégicos. O objeto deste trabalho pertence à classe dos simuladores estratégicos. Esses simuladores permitem ao usuário testar e analisar diversas estratégias, sem correr riscos reais. Isso permite ao usuário errar e aprender com seus erros, avaliando diversas alternativas possíveis [15].

Há várias classificações de modelos de simulação. Todavia, serão apresentadas aquelas diretamente ligadas ao simulador desenvolvido nesse trabalho. O modelo de simulação proposto nesta monografia se enquadra como dinâmico e determinístico.

Os modelos de simulação podem ser **estáticos** ou **dinâmicos**. Um modelo estático é indiferente à passagem do tempo enquanto um modelo dinâmico apresenta resultados que variam com a passagem do tempo.

Dentro dos modelos dinâmicos, ainda podemos classificá-los em **discretos** ou **contínuos**. Modelos dinâmicos discretos consideram somente eventos onde há alteração do sistema. Logo, o tempo decorrido entre as alterações do estado do sistema não é relevante na obtenção dos resultados da simulação. Em uma simulação contínua o sistema se altera no decorrer do processo.

Um modelo de simulação pode ser ainda **determinístico** ou **estocástico**. Modelos de simulação que não contêm nenhuma variável aleatória são classificados como determinísticos. Neste caso, iremos obter sempre a mesma saída como resultado para uma dada entrada. Um modelo estocástico possui variáveis aleatórias.

Estas entradas aleatórias levam a saídas aleatórias que passam a ser consideradas estimativas dos aspectos avaliados pelo modelo de simulação [12].

Em uma visão administrativa e financeira, dentro da qual o sistema proposto neste trabalho está inserido, os modelos de simulação determinísticos têm ajudado no processo de tomada de decisão mais do que modelos de simulação estocásticos. Há uma vasta quantidade de variáveis aleatórias ligadas a finanças, flutuações de preços, produtividade, entre outras, que aparecem como características do próprio sistema administrativo. Neste contexto, o modelo determinístico deve determinar o impacto financeiro de cada alternativa possível, permitindo a administração identificar áreas com problemas reais ou potenciais, avaliar a probabilidade de se obter lucros ou prejuízos e traçar estratégias para alcançar objetivos específicos [17].

Outro aspecto importante que um modelo deve possuir é o caráter histórico. As simulações utilizando dados históricos podem guiar melhor as decisões futuras, sugerindo opções adicionais baseadas no histórico do comportamento do sistema. Define-se tal abordagem como **simulação retrospectiva** [17].

2.2.3 A Simulação Passo-a-Passo

As diferentes aplicações envolvendo simulação de sistemas levam a variadas formas de se executar a simulação. Alguns passos básicos podem ser identificados [7] [17]:

1. Identificação do problema. Consiste no levantamento dos requisitos e na delimitação da área que o sistema abrange. Nesta etapa, podem-se incluir detalhes demais num modelo que levam posteriormente a um gasto excessivo de tempo de computação na execução dos experimentos. A melhor alternativa a esta tendência é manter em foco os principais objetivos da simulação do sistema em estudo.

2. Planejamento do estudo. A probabilidade de cometer enganos e perder tempo será reduzida, caso os detalhes dos procedimentos experimentais sejam desenvolvidos antes de simular o modelo. Isto significa que é preciso pensar cuidadosamente quais características de operação do sistema simulado devem ser medidas. O uso de ferramentas estatísticas aplicadas no levantamento das flutuações experimentais pode ajudar nesta etapa.
3. Construção de um programa de computador para o modelo. Os experimentos de simulação serão realizados a partir de um programa de computador e executados em uma máquina com desempenho adequado ao volume de dados simulado. A evolução histórica do modelo e a geração de eventos aleatórios serão executadas e armazenadas no computador.
4. Especificação dos valores das variáveis. A simulação não separa as relações entre variáveis, pelo contrário, permite observar o modo como todas variáveis e seus relacionamentos mudam com o tempo.
5. Execuções de Simulação. As execuções de simulação levam ao entendimento das relações envolvidas no sistema. Assim, o estudo deve ser planejado como uma série de execuções de simulação do sistema.
6. Avaliação dos resultados. Uma análise dos resultados, direcionada aos objetivos do processo, auxilia os analistas. Essa análise pode ser conduzida em tempo real, permitindo aos analistas estabelecer com precisão os resultados.
7. Proposição de novo experimento. A partir do que foi analisado e interpretado, podem-se propor novos experimentos a fim de reavaliar, validar ou melhorar o modelo simulado.

2.2.4 Vantagens e Desvantagens da Simulação

As principais vantagens no uso de técnicas de simulação são [12] [17]:

- Novas políticas, procedimentos operacionais, regras de negócio, fluxos de informação, entre outros aspectos que podem ser estudadas sem se alterar o mundo real.
- Novos equipamentos, *layouts*, sistemas de transporte, entre outros podem ser testados sem se comprometer recursos na sua aquisição.
- Hipóteses sobre como e porque certos fenômenos ocorrem podem ser testadas visando verificar sua praticidade.
- O tempo pode ser comprimido ou expandido permitindo acelerar ou retardar o fenômeno sob investigação.
- Pode-se entender melhor a interação das variáveis do sistema e a participação dessas variáveis na performance do sistema.
- Gargalos em processos produtivos podem ser identificados em diversos cenários.
- Um modelo de simulação ajuda na compreensão do funcionamento do sistema funciona como um todo em relação a como o sistema opera individualmente.
- Uma simulação computacional permite fácil repetição dos experimentos, registro de um histórico detalhado dos resultados e análise os dados gerados de forma rápida e precisa.

As desvantagens a serem consideradas são:

- A construção de modelos de simulação requer treinamento especial, pois é uma tarefa assimilada com tempo e experiência. Dois modelos construídos por dois profissionais competentes terão semelhanças, mas dificilmente serão iguais.
- A interpretação dos resultados de uma simulação não é fácil. Por exemplo, pode ser difícil determinar se uma observação é o resultado do relacionamento entre as variáveis do sistema ou consequência da própria aleatoriedade do processo.
- A construção e análise de modelos de simulação pode consumir muito tempo e, como consequência, muito dinheiro. Economizar por sua vez pode levar a modelos incompletos.
- A simulação é usada em muitos casos onde uma solução analítica é possível, porém a simulação não dá resultados exatos.
- A simulação não deixa de ser uma simplificação, ela nunca oferece o mesmo realismo de um teste de campo em um sistema real.

2.3 Tecnologias Computacionais Aplicadas

2.3.1 Introdução

As principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento do simulador *AgroSim* serão descritas nesse capítulo. A escolha dessas tecnologias estava diretamente relacionada à tentativa de proporcionar ao simulador funcionalidades não encontradas, por exemplo, no simulador da BM&F. O uso de Ajax e conceitos como *Web 2.0* procuraram permitir uma navegação mais dinâmica pelas páginas do sistema. Para obter informações das cotações de mercado em tempo real, uma ferramenta

provedora de cotações é acessada e os dados obtidos são enviados ao banco de dados do sistema. Um aplicativo em Java executa a intermediação entre as cotações obtidas e as informações apresentadas no simulador. Todas as ferramentas envolvidas na implementação deste processo serão introduzidas nesta seção.

2.3.2 *Web 2.0*

Embora o termo tenha a conotação de uma nova versão para a *Web*, ele não se refere à atualização nas suas especificações técnicas. Refere-se a uma mudança na forma como ela é encarada por usuários e desenvolvedores.

A *Web 2.0* propõe que os aplicativos operem de forma semelhante aos aplicativos para *desktop*. Isso é feito através de uma combinação de tecnologias surgidas ao final da década de 90. Essas tecnologias incluem *Web services APIs* (1998), *AJAX* (1998), *Web syndication* (1997), entre outras.

Essa combinação permite aumentar a velocidade e a facilidade de uso de aplicativos *Web*, sendo responsável direta pelo aumento significativo no conteúdo existente na *Internet* nos dias atuais. Cada vez mais aplicativos vêm sendo desenvolvidos para a *Internet* oferecendo grandes vantagens como: segurança de dados em servidor remoto, uso dos recursos de outra máquina, fácil acessibilidade de qualquer lugar ligado à rede, dentre outros.

As interfaces implementadas seguindo os conceitos *Web 2.0* se tornaram mais ricas, completas e funcionais. Alguns aplicativos *Web*, ainda em versão beta, são considerados por muitos como "*desktops on-line*". Eles proporcionam ao usuário um ambiente de trabalho inteiramente baseado na *WWW*, acessível de qualquer computador com conexão à *Internet*. Um exemplo disso são as páginas *web*, onde o usuário não precisa esperar pela sua completa atualização para continuar acessando informações ou executando uma aplicação. Cada informação é processada

separadamente, de forma assíncrona, fazendo com que não seja mais necessário recarregar a página a cada requisição [11].

2.3.3 PHP

No princípio, a *Internet* era composta por páginas HTML estáticas que não permitiam interação com seus visitantes. As empresas não conseguiam trocar dados com seus clientes, salvar dados em banco ou realizar qualquer tipo de operação lógica. As páginas tinham apenas caráter informativo. O PHP foi desenvolvido por Rasmus Lerdorf em meados de 1994 e surgiu como uma ferramenta capaz de inserir conteúdos dinâmicos às páginas HTML. O PHP evoluiu para uma linguagem de scripts, rica em recursos que desbancou linguagens como Perl ou TCL. Essas linguagens não ofereciam as mesmas funcionalidades e eram menos amigáveis [1]. Atualmente, o PHP está disponível na versão 5.

A sigla PHP significa *Hypertext Preprocessor* e se tornou uma linguagem de servidor, orientada a objetos, de fácil aprendizado e rápido desenvolvimento. As principais características e recursos da linguagem são [1] [10]:

- **Multiplataforma:** é possível executar o PHP no Linux, Unix ou Windows.
- **Gratuito e com código aberto:** o arquivo de instalação, o código-fonte do PHP e toda a documentação detalhada estão disponíveis gratuitamente no site oficial <http://www.php.net>.
- **Desempenho:** eficiente quanto a programação orientada a objetos, não realizando cópias redundantes de dados.
- **Leveza:** baixo consumo de recursos, permitindo que programas sejam desenvolvidos sem que isto implique em grande demora na sua execução.

- **Baseado no servidor:** uma requisição é enviada ao servidor, quando uma página PHP é acessada por meio do navegador, e todo o código PHP é executado no servidor. Os resultados são enviados de volta ao cliente. Assim, o único recurso que será gasto pelo cliente é o de mostrar os dados exibidos no navegador.
- **Privacidade:** como PHP é executado no próprio servidor, não é possível a visualização do código-fonte.
- **Bancos de dados:** suporte a diversos SGBDs como MySQL, PostgreSQL, Sybase, Oracle, SQL Server, dBase, Interbase, mSQL e vários outros. Cada um dos bancos de dados suportados pelo PHP possui uma série de funções prontas, tornando simples a tarefa de manipular dados em bancos. Os bancos de dados não suportados diretamente podem ser acessados via ODBC.
- **Interação:** suporte a outros serviços através de protocolos como IMAP, SNMP, NNTP, POP3 e HTTP. Também é possível abrir *sockets* e interagir com outros protocolos.
- **Processamento de Imagens:** o PHP pode criar imagens dinamicamente e enviá-las ao cliente.
- **Manipulação de arquivos:** suporte à leitura de informação no padrão XML, processamento de arquivos (leitura e gravação, tanto no formato texto quanto binário).

2.3.4 Ajax

Ajax não é considerado uma nova tecnologia ou linguagem de programação, mas sim o uso de algumas tecnologias já existentes para aumentar a dinamicidade das

páginas *WEB*. Jesse James Garret em 2005 estabeleceu o nome Ajax para o objeto *XMLHttpRequest*. Esse componente criado pela Microsoft, acabou se tornando mais tarde um objeto nativo do JavaScript e, desta forma, passou a ser suportado pelos demais navegadores [16].

O conjunto de tecnologias utilizadas pelo Ajax são basicamente [16]:

- HTML (*HyperText Markup Language*) / XHTML (*eXtensible Hypertext Markup Language*) e CSS (*Cascading Style Sheets*): compõem a apresentação visual da página *WEB*;
- DOM (*Document Object Model*): exhibe e interage com o usuário;
- XML (*Extensible Markup Language*) e XSLT (*Extensible Stylesheet Language Transformations*): fazem o intercâmbio e manipulam dados;
- *XMLHttpRequest*: recupera dados de forma assíncrona;
- JavaScript : linguagem de scripts do lado cliente que une essas tecnologias.

O Javascript assegura o funcionamento do Ajax já que é ele quem estabelece a comunicação usuário-servidor. O JavaScript manipula o objeto *XMLHttpRequest* que é o responsável pela comunicação assíncrona com o servidor. Isso é feito através de requisições via HTTP em formato XML, sem interferir na conexão principal do usuário onde ele está visualizando sua página *WEB*. Dessa forma, não é necessário o recarregamento da mesma. A resposta dessas requisições é recebida e processada novamente pelo JavaScript que, por fim, insere dinamicamente as modificações na página HTML. A idéia básica do Ajax é que se o layout já está carregado, porque não carregar apenas o conteúdo solicitado. A figura 2.4 apresenta como ocorre o fluxo de informações na *WEB* com o uso do Ajax.

Algumas vantagens do uso do Ajax [16]:

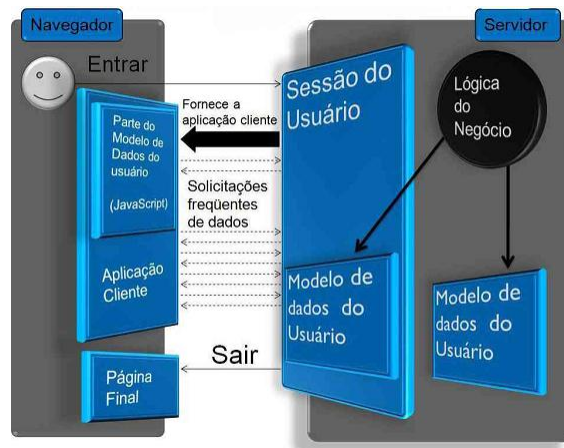


Figura 2.4: Requisição AJAX. (Fonte: [16])

- Menor uso de banda, tornando a navegação muito mais rápida;
- Resposta mais rápida ao solicitar informações;
- Maior interatividade e usabilidade como usuário com menor consumo de recursos.

Desvantagens do uso do Ajax [16]:

- Falta de *links* permanentes, impossibilitando o usuário salvar um artigo nos favoritos, ou compartilhar um *link* de algum conteúdo;
- Botão voltar não funciona ou redireciona a página para um lugar que você não queria;
- Incompatibilidade entre *browsers*;
- Segurança, quando são feitos muitos processos do lado cliente e não no servidor, há possibilidades de serem deixadas brechas de segurança, por conta do programador.

2.3.5 Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objeto desenvolvida na década de 90 por uma equipe de programadores chefiada por James Gosling, na empresa *Sun Microsystems*. Diferentemente das linguagens convencionais, que são compiladas para código nativo, a linguagem Java é compilada para um *bytecode* que é executado por uma máquina virtual. Um programa em Java é principalmente uma coleção de objetos se comunicando com outros objetos, por meio da invocação dos métodos uns dos outros. Cada objeto é de um tipo, definido por uma classe ou uma interface, e terá um conjunto único de variáveis de instâncias [13].

A linguagem Java foi projetada tendo em vista os seguintes objetivos [14]:

- Orientação a objeto - Baseado no modelo de *Smalltalk* e *Simula67*;
- Portabilidade - Independência de plataforma - "*write once, run anywhere*";
- Recursos de Rede - Possui extensa biblioteca de rotinas que facilitam a cooperação com protocolos TCP/IP, como HTTP e FTP;
- Segurança - Pode executar programas via rede com restrições de execução;
- Sintaxe similar a Linguagem C/C++ e principalmente, a C#.
- Facilidades de Internacionalização - Suporta nativamente caracteres *Unicode*;
- Simplicidade na especificação, tanto da linguagem como do "ambiente" de execução (JVM);
- É distribuída com um vasto conjunto de bibliotecas (ou APIs);
- Possui facilidades para criação de programas distribuídos e multitarefa (múltiplas linhas de execução num mesmo programa);

- Desalocação de memória automática por processo de coletor de lixo (*garbage collector*);
- Carga Dinâmica de Código - Programas em Java são formados por uma coleção de classes armazenadas independentemente e que podem ser carregadas no momento de utilização.

A linguagem foi escolhida para o módulo servidor *desktop* do simulador. A escolha se deve principalmente pela portabilidade e abrangência da linguagem. A portabilidade é importante, pois permite que o módulo *desktop* opere em vários tipos de servidores.

Capítulo 3

Resultados e Discussões

O principal resultado do presente trabalho foi o desenvolvimento do simulador AgroSim 1.0. Nesse capítulo será apresentado o funcionamento do sistema, sua estrutura e o envolvimento dos atores com o simulador.

3.1 O Simulador AgroSim

O AgroSim é um sistema computacional que faz a simulação das operações de contratos negociados em mercados futuros, com foco em ativos agrícolas. Através dele, é possível simular decisões com dados reais de mercado e, assim, fazer análises sem correr os riscos inerentes que existem ao se operar em mercados financeiros.

Podemos destacar como suas principais características:

- **Opera com dados reais:** importante característica que oferece ao sistema o realismo que um simulador deve ter.

- **Interface Web 2.0:** a interface com o usuário é feita através de uma aplicação *web*. Através do uso da *web* 2.0 foi possível criar uma interface amigável, segura, auto-explicativa e rápida.
- **Estudos gráficos:** o sistema dispõe vários estudos econômicos com visualização gráfica que servem para análise de mercado e suporte à tomada de decisões reais, pois os estudos são realizados sobre dados reais.
- **Flexibilidade do sistema servidor:** o sistema servidor do simulador é um aplicativo desenvolvido usando o Java, uma linguagem conhecida por sua portabilidade. Esse sistema acessa um banco de dados remoto e isso o torna operável de praticamente qualquer lugar que tenha acesso à *internet*.

O simulador pode ser separado em três partes que trabalham em conjunto: o banco de dados, o módulo *desktop* e o módulo *web*. A figura 3.1 dá uma visão geral do funcionamento do AgroSim.

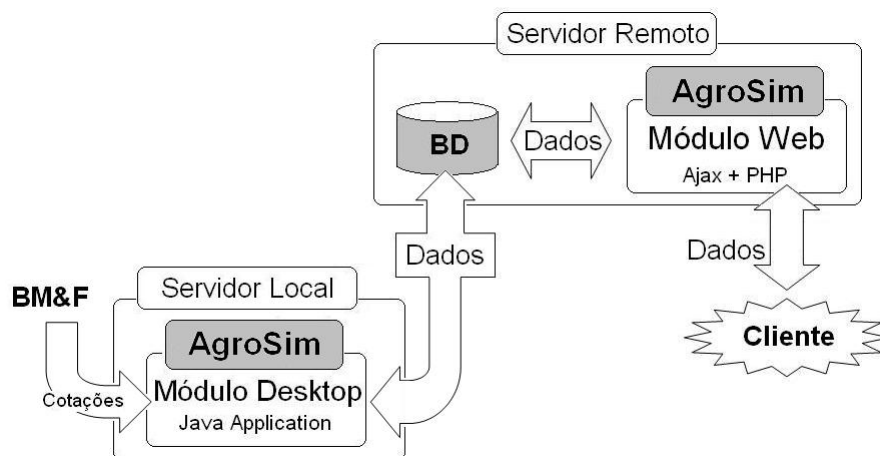


Figura 3.1: Visão geral do simulador AgroSim.

As cotações dos contratos futuros são obtidas, em tempo diferido, diretamente da Bolsa de Mercados e Futuros através de provedores disponibilizados

na *internet*. A aplicação *desktop* do AgroSim tem a função de salvar esses dados obtidos no banco de dados que está hospedado em um servidor remoto. Além disso, esse aplicativo gera uma série de operações que fazem parte do processo de simulação de mercados futuros. O módulo *web* tem a função de fazer o interfaceamento com os usuários que irão fazer a simulação. Cada componente do sistema será detalhado nas próximas seções.

3.2 Banco de Dados

O servidor de banco de dados do AgroSim é o SGBD MySQL. A figura 3.2 apresenta a modelagem do banco de dados.

Uma breve descrição de cada tabela é feita a seguir:

- **Ativos:** guarda os dados das *commodities* que são negociadas no simulador. Por exemplo, boi gordo, café, milho, índice Ibovespa, etc. Os campos *TOB*, *tx_emolumentos* e *tx_registro* guardam os valores da taxas que são descontadas do saldo do usuário quando uma operação com o ativo é realizada e o campo *margem* representa o valor da margem financeira que é bloqueada de sua conta por contrato negociado.
- **Contratos:** o contrato futuro é composto basicamente por um ativo e uma data futura de negociação. Portanto cada ativo pode conter vários contratos com diferentes datas de vencimento. Dessa forma, o que é realmente negociado no simulador são os dados guardados nessa tabela. Ela possui uma chave estrangeira, o campo *ativos_id*, para a tabela *ativos* com a relação 1..n pois cada ativo pode conter vários contratos.
- **Cotações:** guarda o histórico das cotações dos contratos, ou seja, os vários valores relacionados ao preço de negociação dos contratos. O simulador

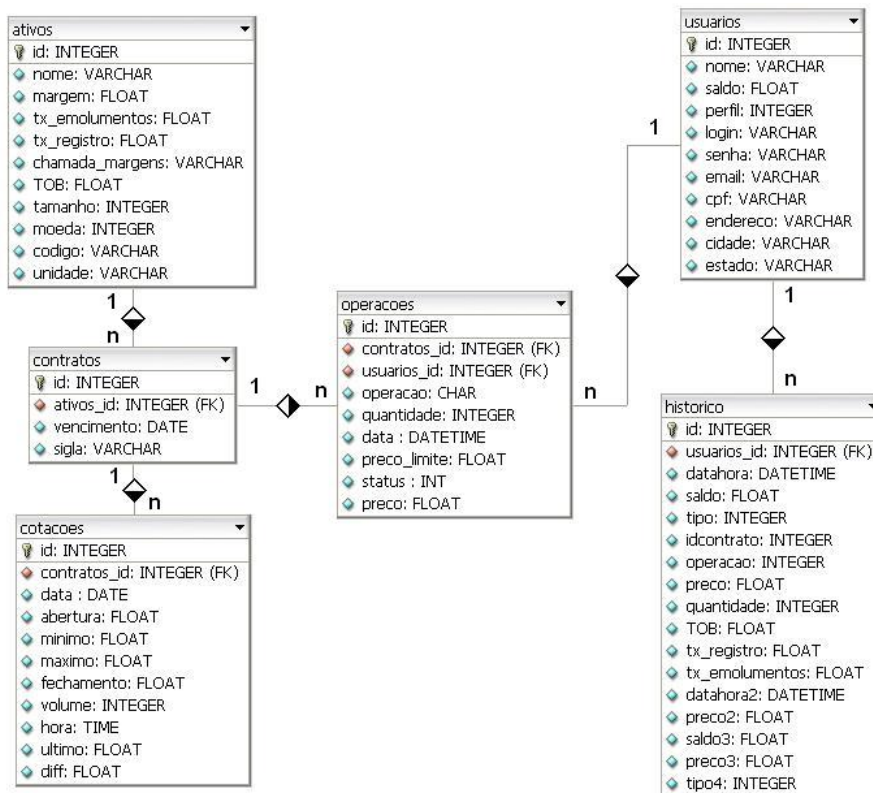


Figura 3.2: Diagrama Entidade-Relacionamento do AgroSim.

opera apenas com os valores de cotações do dia atual, os dados históricos são usados nos estudos financeiros. O campo *ultimo* guarda o valor atual de negociação do contrato, os campos *abertura* e *fechamento* são usados no ajuste diário, e esses campos juntamente com os campos *maximo* e *minimo* são usados nos estudos econômicos.

- **Usuários:** dados dos usuários que operam no simulador. Existem dois tipos de perfis definidos pelo campo *perfil*: administradores e usuários normais.
- **Operações:** guarda a relação n..n entre as tabelas *contratos* e *usuarios* através dos campos *contrato_id* e *usuario_id* respectivamente. Essa relação

representa uma operação de compra ou venda de contratos futuros. O tipo da operação, compra ou venda, é definido pelo campo *operacao*. A operação ainda pode ser limitada a algum preço pelo usuário. Se for esse o caso, o campo do valor limite será armazenado no campo *preco_limite*. Se a operação pendente for liquidada no decorrer do dia ela passará para o *status ativada*, caso contrário ela será considerada *desativada* no momento do fechamento. Esse controle é feito pelo campo *status*.

- **Histórico:** guarda todo o histórico de operações e de variação do saldo do usuário. Esses dados servem apenas para posteriores consultas pelos usuários. O tipo das operações armazenadas é definido pelo campo *tipo* e podem dos seguintes tipos: operações a mercado, operações a preço limitado, ajuste diário e operações administrativas.

3.3 Módulo *Desktop*

O módulo *desktop* do simulador consiste em uma aplicação feita em Java. A linguagem foi escolhida principalmente devido à sua portabilidade, sendo essa a principal característica desse módulo. Ele permite que o gerenciamento do simulador seja feito de praticamente qualquer máquina que tenha acesso à rede. Isso é possível devido às conexões remotas que o aplicativo faz ao banco de dados, dessa forma, o aplicativo não precisa operar na mesma máquina onde estão hospedados o banco e o *site* do simulador.

O diagrama de classes desse aplicativo está na figura 3.3.

A primeira funcionalidade desse módulo é alimentar o banco de dados do simulador em tempo real. O aplicativo Java obtém as cotações de contratos futuros na *internet*, minera apenas os dados que serão utilizados e os salvam no banco

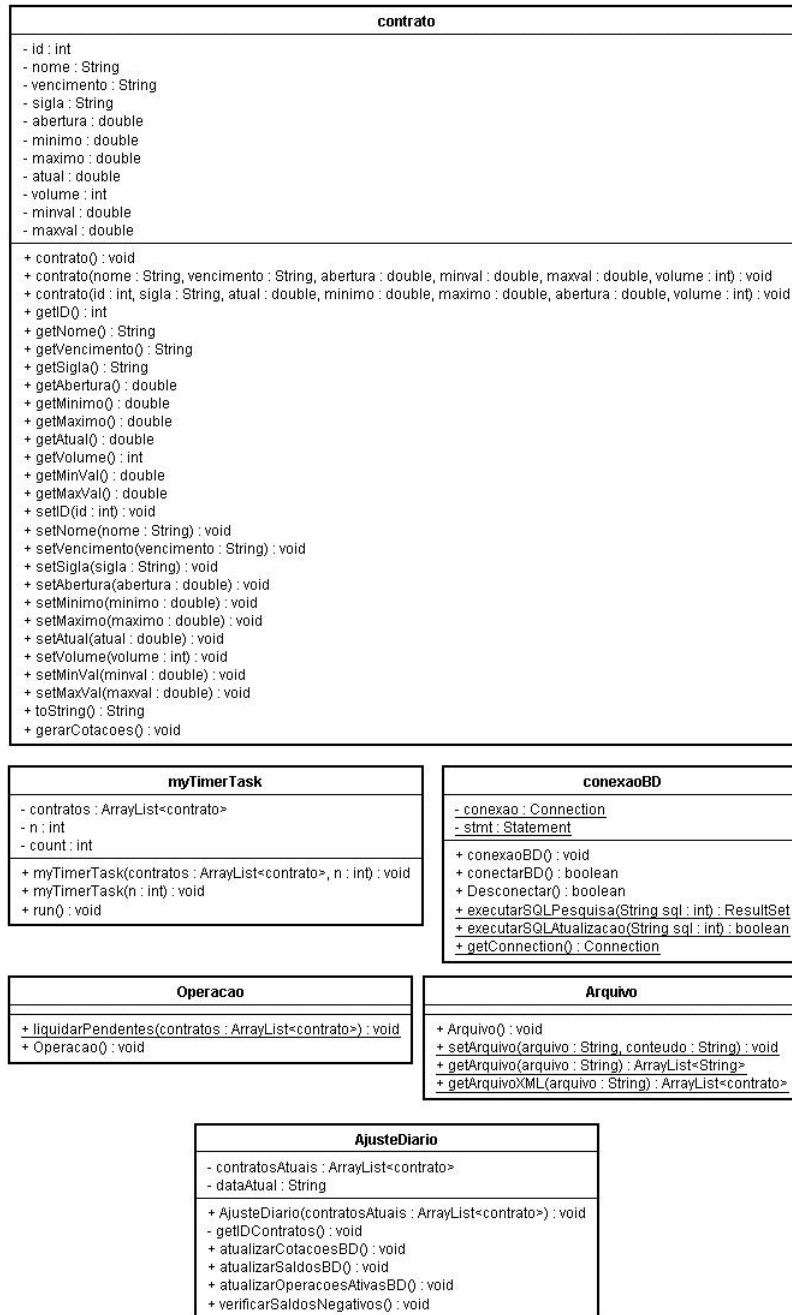


Figura 3.3: Diagrama de Classes do Módulo *Desktop*.

de dados através de conexões remotas. Essas atualizações são feitas intermitentemente entre curtos períodos de tempo para oferecer dinamicidade ao sistema. Esse aplicativo deve funcionar em tempo integral enquanto a BM&F estiver operando.

A periodicidade da execução é feita pelo método *run()* da classe *myTimerTask*. A chamada a esse método é feita a cada 10 segundos.

A segunda função do módulo *desktop* é verificar as operações pendentes. O sistema oferece ao usuário a opção de realizar operações de compra ou venda a preço limitado. A todo o momento o aplicativo verifica se os preços dos contratos atingiram os preços escolhidos pelos usuários. Em caso afirmativo, ele realiza automaticamente a operação passando a mesma para o *status ativado*. Isso é feito pela classe *Operacao* que possui o método estático *liquidarPendentes()*.

Por fim, o módulo realiza o ajuste diário em uma hora pré-estabelecida pelo operador do aplicativo. O ajuste diário é realizado em quatro passos pela aplicação. São eles, nessa ordem:

- **Fechamento dos contratos:** atualiza o valor de fechamento dos contratos com o último valor de cotação registrado. A negociação dos contratos será encerrada para o dia atual e será reaberta no próximo dia em que o aplicativo for executado. Dessa forma, o histórico das cotações reais dos contratos será armazenado a cada dia de execução.
- **Atualização do saldo dos usuários:** realiza o ajuste diário que está detalhado na seção 2.1.2 deste documento. Para cada operação ativa no banco, é feita a comparação do preço da operação com o valor do fechamento do contrato negociado. Dependendo do resultado dessa comparação, se houve alta ou baixa, e o tipo do contrato, compra ou venda, uma quantia será adicionada ou subtraída do saldo do usuário.

- **Atualização das operações ativas:** as operações ativas devem ser atualizadas para que possam continuar sendo negociadas corretamente no próximo dia. Para isso, o valor do preço de cada operação deve ser atualizado para o preço do fechamento do contrato, pois o ajuste diário já foi feito e o impacto da variação desse contrato já foi atualizado na conta do usuário. Outra funcionalidade realizada nesse passo é a liquidação de contratos também chamada de Intercambialidade de posições na seção 2.1.2. Essa funcionalidade permite que o usuário saia do mercado de futuros antes da data de vencimento do contrato. Para cada operação em que o mesmo usuário negocia contratos iguais, é feita a diferença entre as operações de compra e as operações de venda. Por exemplo, vamos supor um usuário que possui três contratos de café na posição vendida com vencimento para dezembro de 2009. Se esse usuário comprar um contrato de café com vencimento para novembro nada será feito, pois são contratos distintos. Agora se ele comprar um contrato de café com vencimento em dezembro de 2009, após o ajuste diário ele deverá ficar com apenas dois contratos de venda; se ele comprar três contratos, é feita a liquidação de todos os seus contratos de café.
- **Verificação dos saldos negativos:** a bolsa de mercados futuros opera de uma forma tal que, teoricamente, os *hedgers* nunca ficarão com saldo negativo e assim não poderão repassar prejuízos para o mercado. Essa segurança é garantida através da margem de garantia que é bloqueada da conta do membro para cada contrato negociado. Se, devido à flutuação dos preços, o usuário chegar a ficar com seu saldo de negociação negativo ao final de um dia, o simulador automaticamente liquida seus contratos. O aplicativo analisa qual contrato está gerando, atualmente, mais prejuízos ao usuário e vai realizando operações de liquidação da mesma forma que foi explicado

no passo anterior. Para cada contrato liquidado, a margem de garantia é liberada de sua conta, e isso vai sendo realizado recursivamente até o momento em que o usuário ficar com seu saldo disponível positivo novamente.

Essa funcionalidade é feita por um objeto da classe *AjusteDiario()* e cada passo é realizado pelos métodos *atualizarCotacoesBD()*, *atualizarSaldosBD()*, *atualizarOperacoesAtivasBD()* e *verificarSaldosNegativos()*, respectivamente.

3.4 Módulo Web

O módulo *web* do AgroSim é um sistema desenvolvido usando as tecnologias PHP, JavaScript e Ajax. É através desse módulo que o usuário vai ter acesso à simulação em si e, sendo ele disponibilizado em um site, qualquer pessoa terá livre acesso para usufruir dessa ferramenta de simulação. As principais características do módulo são:

- **100% dinâmico:** o uso do Ajax+JavaScript faz desse um site com características de uma aplicação *desktop*. Não há recarregamento de página e as requisições ao servidor são feitas de forma assíncrona.
- **Auto-atualização:** todo o sistema se atualiza automaticamente entre curtos espaços de tempo. Essa característica aumenta o realismo oferecido pelo simulador, pois além de já trabalhar com dados reais, esses dados são atualizados constantemente para que o usuário tenha acesso a eles quase que em tempo real de mercado.
- **Sistema auto-explicativo:** o sistema possui uma ajuda dinâmica que pode ser facilmente habilitada ou desabilitada no cabeçalho da página. Nesse

formato de ajuda, ao se passar o *mouse* sobre algum item da página, um texto explicativo é exibido.

- **Segurança:** dados criptografados e não salva dados em *cookies* na máquina do cliente.

Com essas características temos uma interface limpa, de fácil compreensão, rápida navegação e alta confiabilidade. A seguir será apresentado um detalhamento das telas do AgroSim.

3.4.1 Carteira

Nessa página são exibidos os atuais dados financeiros do usuário, figura 3.4. É possível ver o saldo depositado, o saldo bloqueado por margens de garantia dos seus contratos e o saldo disponível para negociação. Exibe também todas as informações sobre seus contratos negociados, estejam eles ativos ou pendentes.

3.4.2 Negociar Contratos

A simulação das operações de mercados futuros ocorre nessa tela, figura 3.5. Ela é dividida em três partes. A primeira parte é o formulário de negociação de contratos. Os ativos que serão negociados no simulador são boi, café, milho, soja, álcool, Depósito Interfinanceiro (DI), dólar e Índice Bovespa. Nesse formulário o usuário escolhe qual contrato deseja negociar, a quantidade, o tipo da operação (compra ou venda) e se será uma operação a mercado ou a preço limitado. Operações a mercado são executadas imediatamente com o valor atual do contrato no mercado. Mas pode ocorrer de o usuário não se sentir satisfeito com o preço de mercado. Dessa forma, o sistema oferece a opção da operação por preço limitado. Nessa operação o usuário escolhe o preço do seu interesse e, ao dar a ordem para

Qua, 27 Mai 2009 13:13:04
 Logout: admin
 Habilitar Ajuda

AGROSIM *Evolução em Simulação*

Carteira Negociar Contratos Cotações Histórico Administrar

BGJ9142,85 BGK980,59 BGM983,50 BGQ986,60 BGV989,15 ICU9150,40 MLK999,15

ADMINISTRADOR	
SALDO DEPOSITADO:	R\$ 19.947,82
Margem bloqueada:	R\$ 110,00
Saldo disponível para negociação:	R\$ 19.837,82

CONTRATOS					
Ativo	Vencimento	Qtd	Operação	Margem Inicial	Preço
Milho	May / 09	1	Compra	R\$ 10,00	R\$ 99,15
Milho	May / 09	10	Venda	R\$ 10,00	R\$ 99,15
MARGEM TOTAL:				R\$ 110,00	

PENDÊNCIAS					
Ativo	Vencimento	Qtd	Operação	Margem Inicial	Preço Limite
Café	Sep / 09	5	Venda	R\$ 10,00	R\$ 152,50
MARGEM TOTAL:				R\$ 50,00	

Contate-nos ::
 © Copyright 2009 UFPA - Universidade Federal de Lavras - MG

Figura 3.4: Tela Carteira.

negociação, a operação será armazenada como pendente. O próprio sistema se encarrega verificar as cotações no mercado e, quando o preço desejado for alcançado, a operação é efetuada. Após o usuário dar a ordem para negociar, o sistema verifica se os campos estão preenchidos corretamente e se o usuário tem saldo disponível. Em caso afirmativo, a operação é concluída e armazenada no histórico.

A segunda parte da página exibe os dados do usuário e do contrato que está selecionado no formulário de negociação. Todos esses dados são atualizados periodicamente, pois pode ocorrer que no meio de uma negociação, alguma cotação mude ou até mesmo que algum contrato pendente do usuário seja negociado. Isso afeta diretamente a negociação. Por fim, a terceira parte é uma calculadora dinâmica. Nela são calculadas as taxas descontadas do saldo do usuário (imediatamente após a confirmação da operação), o valor financeiro dos contratos, a

margem que será bloqueada de sua conta e qual o saldo necessário para realizar a operação.

Qua, 27 Mai 2009 13:15:18
 Logout: admin
 Habilitar Ajuda

AGROSIM *Evolução em Simulação*

Carteira Negociar Contratos Cotações Histórico Administrar

BGJ9142,85 BGK980,59 BGM983,50 BGQ986,60 BGV989,15 ICU9150,40 MLK999,15

FORMULÁRIO DE NEGOCIAÇÃO

Contrato:

Quantidade:

Operação:

A Mercado

Preço Limitado a: R\$

CALCULADORA

CALCULADORA		TAXAS	
Número de Contratos	8	TOB	R\$ 60,16
Valor do Contrato	R\$ 1.504,00	Taxa de Emolumentos	R\$ 3,01
Margem Inicial por Contrato	R\$ 10,00	Taxa de Registro	R\$ 0,15
VALOR NEGOCIADO	R\$ 12.032,00		
MARGEM INICIAL	R\$ 80,00	TAXAS TOTAIS	R\$ 63,32
SALDO NECESSÁRIO PARA A OPERAÇÃO			R\$ 143,32

ADMINISTRADOR

Saldo depositado:	R\$ 19.947,82
Margem bloqueada:	R\$ 110,00
SALDO DISPONÍVEL PARA NEGOCIAÇÃO:	R\$ 19.837,82

CAFÉ SEP / 09 - 27/05/2009

Tamanho	UN	Abertura	Mínimo	Máximo	Volume	Valor Atual	Margem Inicial
10	sacas	150,00	149,80	150,40	0	150,40	10,00

Contate-nos ::
 © Copyright 2009 UFPA - Universidade Federal de Lavras - MG

Figura 3.5: Tela Negociar.

3.4.3 Cotações

Essa opção exibe os dados de todos os contratos negociáveis no presente momento, figura 3.6. Os dados exibidos são: a descrição do contrato, nome, sigla e vencimento; preço de abertura no início do funcionamento da bolsa; preço mínimo alcançado no dia; preço máximo alcançado no dia; valor atual e volume de contratos negociados. Nesta página está o acesso aos estudos financeiros de cotações.

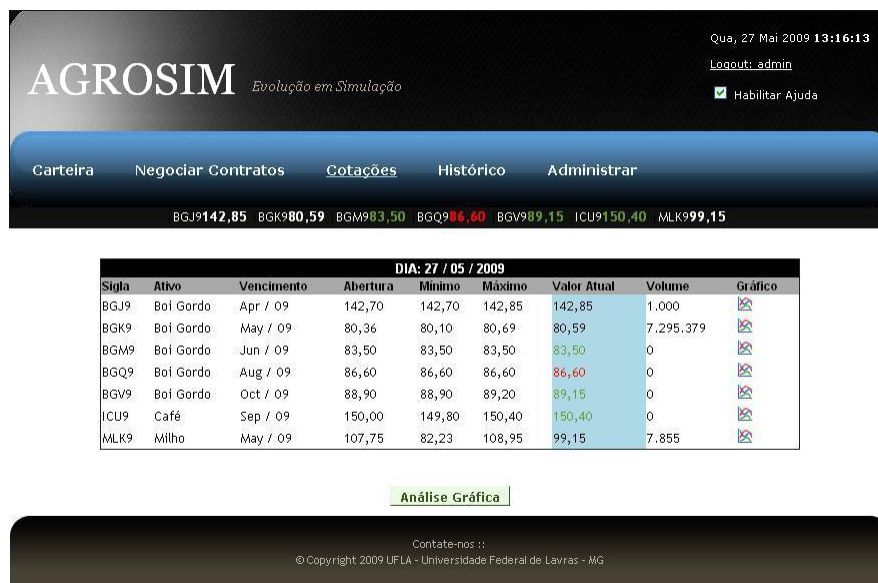


Figura 3.6: Tela de Cotações.

3.4.4 Análise Gráfica

O simulador disponibiliza alguns estudos financeiros como suporte à tomada de decisões. Os dados utilizados são baseados em um histórico de cotações reais. Os estudos são visualizados através de gráficos dinâmicos. Os seguintes estudos estão disponíveis (figura 3.7): Médias Móveis Exponenciais (MME), Índice de Força Relativa(RSI) e Estocástico.

3.4.5 Histórico

O arquivamento do histórico de operações do usuário faz desse um simulador retrospectivo. Essa característica é importante, pois permite o aprendizado com os erros e acertos do passado. Ao escolher essa opção, são exibidos os filtros de data inicial, data final, contrato e tipo de operação (Figura 3.8). Ao submeter os fil-



Figura 3.7: Exemplo de gráfico.

tos, as operações são exibidas em todos os seus detalhes, em ordem cronológica. Existe também a opção de visualizar a variação do saldo em um gráfico de linhas.

O histórico do usuário é armazenado em quatro tipos de operação: operações a mercado, operações a preço limitado, ajuste diário e operações administrativas.

3.4.6 Administrar

A opção Administrar está disponível apenas para usuários com perfil de administrador. Através dela é possível gerenciar todos os contratos e usuários do sistema. O administrador pode fazer as operações de inserção, edição, exclusão e

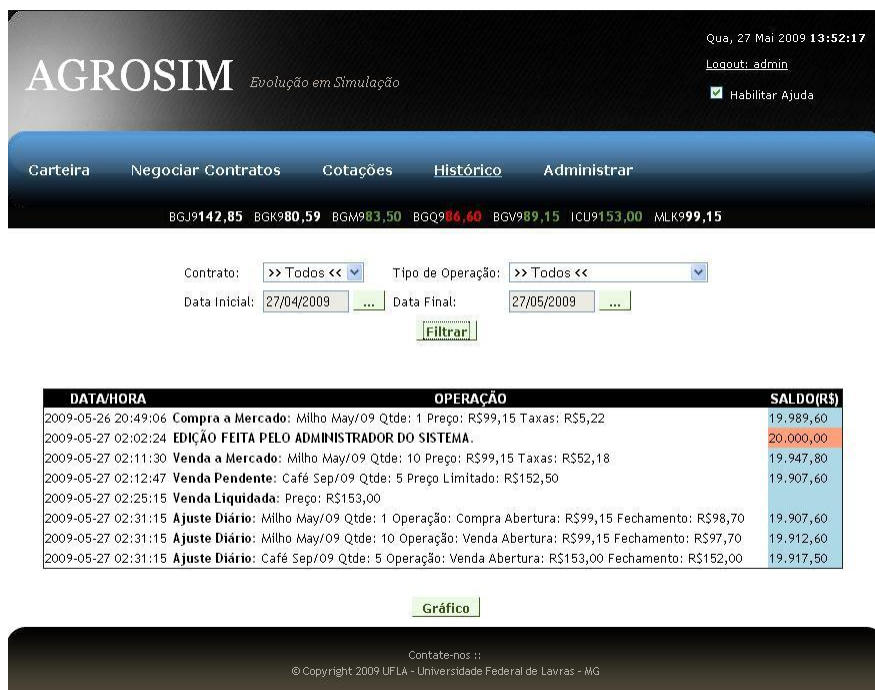


Figura 3.8: Exemplo de histórico.

listagem de todos os ativos, contratos e usuários. As operações administrativas que interferirem no saldo de qualquer usuário serão salvas no histórico do mesmo.

3.5 Comparação com o simulador da BM&F

Nessa seção será feita uma comparação do simulador AgroSim com o simulador da própria BM&F que está em funcionamento desde 2007. O simulador da BM&F pode ser acessado através do endereço <http://simulador.bmf.com.br/>. Esse simulador possui várias características semelhantes ao AgroSim e que já foram discutidas neste texto. Dentre elas:

- São simuladores gratuitos disponibilizados na *internet* com o mesmo objetivo, ou seja, oferecer a todos os interessados uma ferramenta para aprendizado e simulação real em mercados futuros.
- Trabalham com dados reais e em tempo real.
- Oferecem todas as funcionalidades básicas necessárias para a simulação do funcionamento do mercado futuro, ou seja, simula as operações de compra e venda de contratos, ajuste diário e intercambialidade de posição.

Algumas das vantagens do simulador BM&F em relação ao AgroSim:

- **Maior gama de informações:** por já estar a mais tempo inserido no contexto da bolsa de mercados e futuros, o simulador BM&F disponibiliza um maior volume de dados sobre as cotações, contratos e sobre o mercado em si. Isso é ilustrado pelo exemplo na figura 3.9. A versão atual do AgroSim disponibiliza apenas as informações necessárias para uma completa simulação do mercado de futuros.
- **Liquidez real dos contratos negociados:** um fator importante nos mercados futuros disponível no simulador BM&F é a liquidez da negociação de contratos. Nesse simulador uma operação só é realizada se houver outra em posição oposta, ou seja, uma compra só é realizada se alguém estiver vendendo o mesmo contrato. Isso dá mais realismo ao simulador e só é possível devido ao grande número de usuários do simulador. No AgroSim isso ainda não é possível, pois é um simulador novo, com poucos usuários. Se essa funcionalidade fosse implementada seria muito difícil concretizar uma operação no AgroSim. Dessa forma, quando a ordem para executar uma negociação é dada, ela é realizada na mesma hora, supondo a existência da negociação na posição oposta.

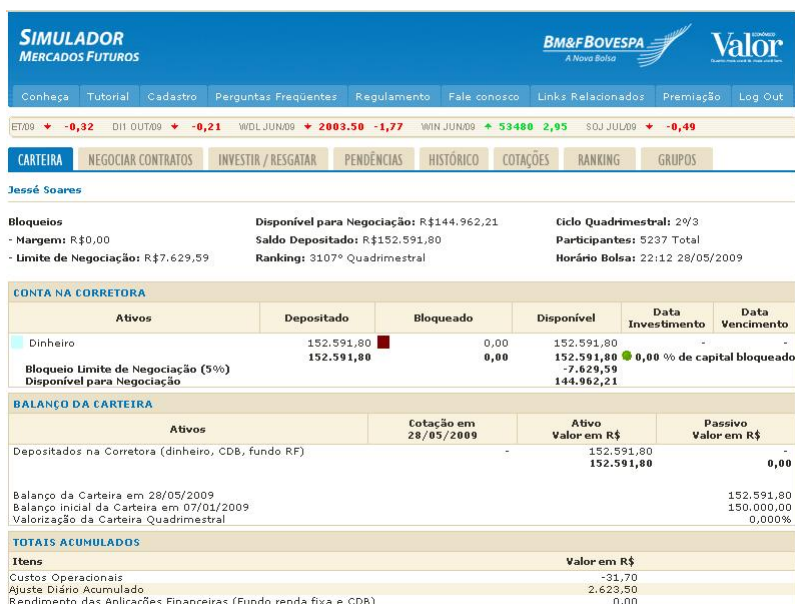


Figura 3.9: Interface do simulador BM&F. (Fonte: BM&F)

- **Ranking dos usuários e premiações:** apesar de não serem fatores que fazem parte do processo de operação dos mercados futuros, eles podem ser considerados como vantagens do simulador BM&F. De certa forma, esses aspectos aumentam o interesse em operar e a competitividade entre os usuários, que são características presentes nos mercados.

Apesar de estar inserido no mercado a mais tempo, ser desenvolvido pela própria BM&F e oferecer as vantagens já citadas, o simulador BM&F ainda apresenta carências que se tornaram motivação para o desenvolvimento do simulador desse trabalho. As principais vantagens do AgroSim são:

- **Estudos financeiros:** o AgroSim oferece importantes estudos financeiros para tomada de decisões no mercado real, que é uma das principais funções que um sistema de simulação deve desempenhar. Os estudos são visualiza-

dos através de uma interface gráfica rápida, de fácil compreensão e manuseio. É possível fazer estudos com dados retroativos de até um ano. A única funcionalidade gráfica que o simulador BM&F disponibiliza atualmente nos mostra apenas o histórico das cotações de um contrato do decorrer de apenas um dia, como ilustrado na figura 3.10.



Figura 3.10: Gráfico do simulador BM&F. (Fonte: BM&F)

- **Interface:** a interface do AgroSim foi desenvolvida com as mais recentes tecnologias. O resultado é uma interface mais rápida com característica de aplicação *desktop*, mais limpa ao exibir apenas as informações necessárias e de fácil compreensão devido à ajuda dinâmica.
- **Histórico de operações:** ambos os sistemas arquivam as operações dos usuários, a diferença está em como cada um exibe essas informações aos

usuários. O AgroSim permite a exibição do histórico dentro de qualquer período com uma visualização gráfica do histórico do saldo do usuário. Enquanto isso, o simulador BM&F exibe o histórico de apenas um dia por vez, o que torna a visualização do histórico de um período maior uma tarefa mais complicada.

Mesmo com essas importantes vantagens citadas, a grande contribuição desse trabalho é disponibilizar um simulador completo e funcional que poderá ser desenvolvido e aprimorado.

Capítulo 4

Conclusões e Propostas Futuras

4.1 Conclusão

Considerando os objetivos desse trabalho, pode-se concluir que foi desenvolvido um simulador que oferece as funcionalidades para uma completa simulação das operações básicas relacionadas ao funcionamento de mercados futuros.

A ferramenta está preparada para oferecer a dinâmica dos mercados futuros, seja para quem está procurando operar nesse mercado, ou para aquele que simplesmente deseja compreender seu funcionamento.

Além disso, alguns novos aspectos foram incorporados com o objetivo de aumentar o nível da simulação realizada. O grau de realismo desejado pôde ser alcançado através da captação dos dados da bolsa praticamente em tempo real. As opções gráficas disponibilizadas facilitam a análise pelo usuário, auxiliando no processo de tomada de decisões. O resultado obtido foi um simulador completo, rápido, estável, seguro e amigável para o usuário.

4.2 Proposta Futuras

O AgroSim foi desenvolvido em estruturas independentes e portáteis. A cada um dos seus módulos, novas funcionalidades podem ser incorporadas.

O módulo *desktop* poderá oferecer ao responsável pelo simulador mais informações sobre as operações que estão sendo processadas em todo o sistema, através de mensagens ou de uma interface gráfica mais aprimorada, por exemplo.

Os estudos financeiros existentes no módulo *web* exibem os dados graficamente, porém a interpretação e as decisões a serem tomadas ficam por conta do usuário. O simulador poderá fazer uma análise dos dados, usando abordagens voltadas à mineração de dados e ao uso de inteligência artificial, auxiliando de forma mais efetiva a tomada de decisão pelo usuário.

Por fim, as tecnologias utilizadas para sua construção podem ser substituídas por outras mais completas e estruturadas, como os padrões J2EE para *web* ou até mesmo a implementação do sistema atual em dispositivos móveis.

Capítulo 5

Referências Bibliográficas

[1] Alecrim, E. **Linguagem PHP**. Capturado em Outubro de 2008. OnLine. Disponível na Internet no endereço <http://www.infowester.com/php.php>

[2] BM&F. **Bolsa de Mercadorias e Futuros**. Capturado em Outubro de 2008. OnLine. Disponível na Internet no endereço <http://www.bmf.com.br>

[3] BOVESPA, Bolsa de Valores de São Paulo. **Mercado Futuro de Ações**. Impresso em Novembro de 2001.

[5] Dávalos, R. V. **O Ensino de simulação de sistemas nos cursos de engenharia e informática**. UNISUL.

[6] Gil, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3ª Edição, Editora Atlas S.A, São Paulo, 1991.

[7] Kato, E. R. R.; Inamassu, R. Y.; Tanaka, J. T.; Miranda Jr., J. L.; Porto, A. J. **V. A simulação no apoio da implantação de instrumentação e automação no setor de álcool e açúcar.** EESP, USP, São Carlos, 1997.

[8] Marques, P. V.; Mello, P. C.; Filho, J. G. M. **Mercados Futuros Agropecuários Exemplos e Aplicações para os Mercados Brasileiros.** Editora Campus/Elsevier, 2008.

[9] Neto, L. A. S. **Derivativos Definições, Emprego e Risco.** 4ª Edição, Editora Atlas S.A., 2002.

[10] Niederauer, J. **Desenvolvendo Websites com PHP.** 2007.

[11] O'Reilly, T. **What is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software.** O'Reilly Media, 2005.

[12] Santos, M. P. dos **Pesquisa Operacional** UERJ, 2003.

[13] Sierra, K.; Bates, B. **Sun Certified Programmer for Java, Study Guide (Exam 310-055).** Osborne/MacGrawHill, 2006.

[14] Sun Microsystems. **Tecnologia Java.** Capturado em Maio de 2009. OnLine. Disponível na Internet no endereço <http://www.java.com/>

[15] Sztajnberg, A.; Ferreira, D. O.; Goés, R. G. **Um simulador estratégico de Mercado**. UFRJ.

[16] Viana, L. M.; Deschamps, A. **Ajax**. 2008.

[17] Wagner, H. M. **Principles of Operations Research**. 2^a Edição, Prentice-Hall Inc., 1986.