

**O Mecanismo de Formação de Preços em Um Mercado Digital : Uma Análise por
Simulação em Computador dos Efeitos da Utilização de Agentes Inteligentes de
Comércio Eletrônico**

Trabalho apresentado à EAESP/FGV
por Gustavo Corrêa Mirapalheta
como pré-requisito para obtenção do
título de Doutor em Administração de
Empresas

São Paulo, 29 de setembro de 2003

Banca Examinadora :

Prof. _____
Prof. _____
Prof. _____
Prof. _____
Prof. _____

Para Rosana e Rafaella,

“Mercados totalmente eletrônicos serão um lugar comum em um futuro próximo. Uma vez que os mercados financeiros são os mais eficientes e melhores estudados de todos os mercados, eles podem fornecer compreensões únicas no projeto das próximas gerações de mercados eletrônicos. Em particular, além da automação de mercados financeiros eletrônicos, existirão mercados semelhantes para banda larga, telefonia e muitas outras commodities. Os mercados eletrônicos do futuro terão operação eficiente, em tempo real e alocação transparente de recursos entre pessoas e organizações bem como entre as próprias redes eletrônicas. Neste projeto, propomos estudar sistemas computacionais de agentes de software adaptativos, assíncronos e acoplados de maneira flexível com capacidade intrínseca de aprendizado. Iremos projetar, implementar e caracterizar mercados artificiais, nos quais agentes de software com diferentes módulos possam interagir, evoluir e competir.”¹

¹ Traduzido da página de inicial do projeto “*Artificial Markets*” da Sloan Management School do MIT.
<http://lfe.mit.edu/research/artificial-markets.htm>

Resumo

O tema proposto para esta pesquisa tem como objetivo analisar os efeitos no mecanismo de formação de preços em um mercado digital decorrentes da adoção por parte de seus integrantes de agentes de software inteligentes que participem no processo decisório de compra e venda sob diferentes estratégias de negociação. Para tanto é realizado um estudo por simulação em computador da introdução em um mercado digital de participantes que utilizem tais recursos e mede-se o efeito de tal procedimento no preço de mercado decorrente das estratégias adotadas pelos diferentes agentes.

A evolução tecnológica da informática nos últimos 30 anos foi enorme, sendo a forma mais visível o aumento da potência dos computadores e das possibilidades de interconexão dos mesmos. Por outro lado o ambiente de negócios caminhou em paralelo com este aumento, tendo contribuído para este desenvolvimento a rápida globalização dos mercados que começou a ser sentida na década de 80 e hoje é vivenciada com todo o seu vigor pelas empresas em geral.

Criou-se na verdade um ambiente em que demandas de negócio originadas pela globalização eram transferidas para as empresas provedoras de tecnologia, as quais por sua vez respondiam a este “*drive*” de negócios com inovações que permitiam as empresas incrementar seus resultados. Esta evolução sempre ocorreu através de transformações nos processos internos das empresas.

No entanto, as facilidades de conexão dos sistemas, que a princípio serviram para interligar ilhas dentro das corporações, atingiram um nível tal de utilização que permitiram a interconexão rápida, barata e universal de todas (ou quase todas) as empresas em um ambiente comum. Neste momento cruzou-se uma barreira qualitativa, pois os sistemas de informática deixaram de apenas melhorar a execução dos processos de negócios, passando a alterá-los.

A combinação destes fatores, gerou na verdade um novo segmento industrial, o das empresas e mercados virtuais, que ao interagir com os segmentos tradicionais, altera-os gerando oportunidades de negócio antes não existentes. Por terem se originado de transformações na economia tradicional, possuem elementos em comum, porém por representarem uma forma radicalmente nova de realizar negócios, possuem fatores com pesos diferentes ou até mesmo exclusivos. Um dos fatores que se apresentam como novos neste contexto é o da possibilidade de utilização em larga escala de agentes de software inteligentes os quais auxiliam e até mesmo realizam o processo de tomada de decisão de compra e venda. A análise dos efeitos destes fatores através de um modelo de simulação é o tema que será exposto no trabalho a seguir.

Para tanto será apresentado um histórico da evolução tecnológica que proporcionou o surgimento dos mercados virtuais e como esta evolução afetou conceitos tradicionais de mercado. Em seguida serão apresentadas as bases de avaliação de um mercado digital. Em termos de pesquisa de campo, serão conduzidas análises de estudo

de caso envolvendo empresas de um determinado setor industrial que esteja utilizando este conceito de mercado, de modo a determinar como os agentes de e-commerce estão sendo utilizados. Estes dois estudos (teórico e de campo) serão pôr último combinados em um modelo que servirá de base para a avaliação da existência ou não de efeitos no preço em um mercado digital. O método de avaliação do modelo será o da simulação.

Espera-se com isto determinar se a adoção de diferentes estratégias de negociação por parte dos agentes tem ou não um efeito na formação do preço em tal tipo de mercado, bem como propor recomendações quanto ao uso de tais dispositivos em um determinado segmento de indústria.

Índice

1INTRODUÇÃO	1
1.1HISTÓRICO	5
1.2CLASSIFICAÇÃO DOS SITES DE COMÉRCIO ELETRÔNICO	6
1.3FORMAS DE TRANSAÇÃO ONLINE EM SITES DE COMÉRCIO ELETRÔNICO B2B	6
1.4CLASSIFICAÇÃO DOS E-MARKETPLACES	7
1.5MEDIDAS DE DESEMPENHO DE UM E-MARKETPLACE	10
1.6FATOR CRÍTICO DE SUCESSO EM UM E-MARKETPLACE	11
1.7OBJETIVO DA PESQUISA	12
1.8METODOLOGIA DE PESQUISA	14
2REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1E-MARKETPLACES	16
2.2MODELOS DE PRECIFICAÇÃO EM MERCADOS REAIS	17
2.3MERCADOS ARTIFICIAIS	18
2.4AGENTES INTELIGENTES DE COMÉRCIO ELETRÔNICO	19
2.5PESQUISA DE CAMPO	20
2.6TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	20
2.7SOFTWARES MICROSOFT EXCEL® E WOLFRAM MATHEMATICA®	21
2.8METODOLOGIA CIENTÍFICA	21
2.9SUMÁRIO E CONCLUSÃO	22
3OS MERCADOS VIRTUAIS : CLASSIFICAÇÕES, MODELOS E ANÁLISE.	23
3.1E-MARKETPLACES	23
3.1.1Classificação	23
3.1.2Elementos Constituintes	24
3.1.3Tipos de Usuários	25
3.1.4Arquitetura Tecnológica de Implementação	26
3.1.5Arquitetura Lógica	29
3.1.6Serviços Financeiros x E-Marketplaces : O Paralelo de Modelagem	31
3.2AGENTES INTELIGENTES DE COMÉRCIO ELETRÔNICO	32
3.2.1Classificação	32
3.2.2Implementação Individual	34
3.2.3Implementação dos Grupos : Os Modelos Populacionais	35
3.2.4Implementação do e-marketplace	37
3.2.5O Leiloeiro Walsariano	38
3.2.6O Efeito do Tempo nas Opções de Compra e Venda	38
3.2.7O Mecanismo de Negociação	39
3.3SUMÁRIO E LIMITAÇÕES	41
4PESQUISA DE CAMPO	43
4.1VARIÁVEIS ESTRUTURAIS	43
4.1.1Questionário de pesquisa para participantes do mercado	46
4.1.2Questionário de pesquisa para empresas de e-marketplaces	46
4.2VARIÁVEIS DE ENTRADA	47
4.2.1 Questionário de pesquisa para empresas participantes de e-marketplaces	48
4.3RESPOSTAS E RESULTADOS	48
4.3.1Variáveis Estruturais	48
4.3.2Variáveis de Entrada	52
5O MODELO DE SIMULAÇÃO	55
5.1MODELOS DE SIMULAÇÃO TRADICIONAIS X MODELOS BASEADOS EM AGENTES	55

5.2IMPLEMENTAÇÃO DO MECANISMO DE NEGOCIAÇÃO	56
5.3IMPLEMENTAÇÃO DO MECANISMO DE DETERMINAÇÃO DO PREÇO DE MERCADO	57
5.4CENÁRIO DE ANÁLISE	57
5.5VARIÁVEL DE ANÁLISE	60
5.6IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO	60
5.6.11°Modelo : Implementação Básica.	61
5.6.22°Modelo : Estratégias de Negociação Diferentes.	65
5.6.33°Modelo : Negociação de Compra por Periodo com Variação Estocástica Estática ⁷ .	66
5.6.44°Modelo : Negociação de Compra por Periodo com Variação Estocástica Dinâmica.	66
5.6.55°Modelo : Número de Compradores e Vendedores com Variação Estocástica Dinâmica	69
5.6.66°Modelo : Número de Transações por Comprador Diferentes e com Variação Estocástica Dinâmica.	71
5.6.77°Modelo : Acerto das Faixas de Valores	74
5.6.88°Modelo : Liberdade de Negociação e Número de Lances para Negociação com Variação Estocástica Estática.	75
5.7MODELO FINAL	76
6ANÁLISE DOS RESULTADOS	79
6.1TESTES UTILIZADOS	79
6.2TABELA DE EXPERIMENTOS	79
6.3TESTE DE ESTABILIDADE	80
6.3.1Teste ANOVA – Pré-requisito de Variância	81
6.3.2Teste ANOVA	83
6.3.3Gráfico de Formação do Preço	85
6.4TESTE DE SENSIBILIDADE	86
6.4.1Teste ANOVA – Pré-requisito de Variância	87
6.4.2Teste Kruskal-Wallis	89
6.4.3Gráfico de Formação do Preço	91
7CONCLUSÕES	92
8SUGESTÕES PARA FUTURAS LINHAS DE PESQUISA	94
9ANEXO – LISTAGEM FINAL DO PROGRAMA DE SIMULAÇÃO	96
10BIBLIOGRAFIA	100

Índice de Figuras

FIGURA 1. EVOLUÇÃO DA INTERNET E DOS SERVIÇOS DE COMÉRCIO ELETRÔNICO	3
FIGURA 2. ARQUITETURA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO EM 3 CAMADAS.	27
FIGURA 3. ARQUITETURA TECNOLÓGICA DE UM E-MARKETPLACE	29
FIGURA 4. ARQUITETURA LÓGICA DE UM E-MARKETPLACE	30
FIGURA 5. HIERARQUIA DE SIMULAÇÕES	59
FIGURA 6. EXEMPLO DE MATRIZ DE VENDEDORES	62
FIGURA 7. EXEMPLO DE MATRIZ DE COMPRADORES	62
FIGURA 8. EXEMPLO DE MATRIZ DE PREÇO POR PERÍODO	64
FIGURA 9. PREÇO MÉDIO POR PERÍODO - GRÁFICO DE DISPERSÃO	65
FIGURA 10. PERCENTUAL DE UTILIZAÇÃO DO MERCADO DIGITAL AO LONGO DO TEMPO	68
FIGURA 11. NÚMERO DE USUÁRIOS TOTAIS DO MERCADO DIGITAL	70
FIGURA 12. NÚMERO DE TRANSAÇÕES POR MÊS NO MERCADO DIGITAL	72
FIGURA 13. VALOR POR TRANSAÇÃO NO MERCADO DIGITAL	74
FIGURA 14. PREÇO MÉDIO POR PERÍODO - MODELO FINAL - EXEMPLO	77
FIGURA 15. HISTOGRAMA DE PREÇO MÉDIO POR PERÍODO - MODELO FINAL - EXEMPLO	78
FIGURA 16. TESTE DE ESTABILIDADE - FORMAÇÃO DO PREÇO NO TEMPO	85
FIGURA 17. TESTE DE SENSIBILIDADE - FORMAÇÃO DO PREÇO NO TEMPO	91

Índice de Tabelas

TABELA 1.MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE E-MARKETPLACES	23
TABELA 2.CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS POPULACIONAIS	36
TABELA 3.MATRIZ DE DEFINIÇÃO DO CENÁRIO – EXEMPLO	79
TABELA 4.MATRIZ DE DEFINIÇÃO DO TESTE DE ESTABILIDADE	81
TABELA 5.MATRIZ DE RESULTADOS DOS DESVIOS PADRÕES NOS CICLOS DO TESTE DE ESTABILIDADE	82
TABELA 6.MATRIZ DE RESULTADOS – TESTE DE HOMOGENEIDADE DE VARIÂNCIAS – TESTE DE ESTABILIDADE¹⁰	82
TABELA 7.MATRIZ DE DEFINIÇÃO DO TESTE DE SENSIBILIDADE	87
TABELA 8.MATRIZ DE RESULTADOS DOS DESVIOS PADRÕES NOS CICLOS DO TESTE DE ESTABILIDADE	88
TABELA 9.MATRIZ DE RESULTADOS – TESTE DE HOMOGENEIDADE DE VARIÂNCIAS – TESTE DE SENSIBILIDADE	88

1 Introdução

Tome-se como ponto de partida para o presente trabalho a existência de um ambiente de negócios no qual transformações tecnológicas estejam alterando profundamente o conceito e a forma de realizar negócios. Em tal cenário existirá uma alteração da estrutura de competição e do ciclo de vida dos produtos e serviços. Estas mudanças, por sua vez, serão causadas pelas mudanças provocadas pela introdução no cenário competitivo de novos entrantes e dos produtos e serviços substitutivos associados. No conjunto o efeito final será um realinhamento do poder de negociação de fornecedores e compradores e a alteração do posicionamento competitivo dos antigos e novos participantes [PORTER¹].

Neste cenário, é correto pressupor que novas estratégias devam ser formuladas, de modo a levarmos em conta a nova dinâmica do mercado em questão e por conseguinte realizarmos uma correta avaliação da viabilidade econômica das empresas em tal ambiente. Por outro lado, tais análises devem preservar conceitos básicos do ambiente de negócios em geral, como por exemplo a necessidade de gerar lucros para manutenção a longo prazo de uma empresa. O desafio portanto ao efetuar tal trabalho de análise é o escolher os corretos elementos a serem preservados no novo modelo e ao mesmo tempo escolher os novos fatores de sucesso que devem ser incorporados ao mesmo [BEOMSOO²]. Neste contexto a compreensão do mecanismo de formação de preços em

face das mudanças, tecnológicas e do efeito destas nas estratégias de competição das empresas torna-se fundamental [HADAR³].

No cenário atual, as empresas encontram-se em um processo semelhante ao descrito acima. Os avanços tecnológicos nos campos da computação e telecomunicações, convergiram no final do século XX para a criação de condições que permitem modificar o conceito de empresa de uma forma quase radical. As inovações tecnológicas permitiram que ocorresse um aumento da velocidade de troca de informações entre os participantes do ambiente econômico e em paralelo tornaram este acesso universal, isto é, os mesmos participantes poderiam realizar esta troca de informações em qualquer lugar, a qualquer momento. O reflexo destas inovações permitiu ao longo das últimas décadas do século XX que o processo de tomada de decisão fosse cada vez mais separado da presença física do tomador de decisão. Este foi um fenômeno que começou em escala corporativa com os chamados softwares de colaboração e ganhou corpo com a ampliação das facilidades de acesso a uma rede uniforme e comum a todas as pessoas, fossem elas empregados de uma corporação ou consumidores individuais. Tal fenômeno levou a suposição que estamos vislumbrando o nascimento de uma “Nova Economia” [SHAPIRO⁴].

Na tentativa de implementação de sistemas que facilitassem o acesso dos clientes as informações de produtos e serviços, as empresas começaram a desenvolver sistemas de informação denominados “*sites*”. Estes sites evoluíram de sistemas estáticos destinados a apresentação de conteúdos, a sistemas dinâmicos com alto nível de interatividade com o

usuário. Nesta evolução, a Internet passou de estática, baseada em conteúdo, para um ambiente dinâmico e transacional. O último elemento desta evolução foram os *mercados digitais*, onde à semelhança do mundo real, ao invés de uma empresa vender ou comprar de ou para vários fornecedores ou clientes, várias empresas se aglutinam sobre a égide de um coordenador, para vender e comprar livremente [BERNERS-LEE⁵].

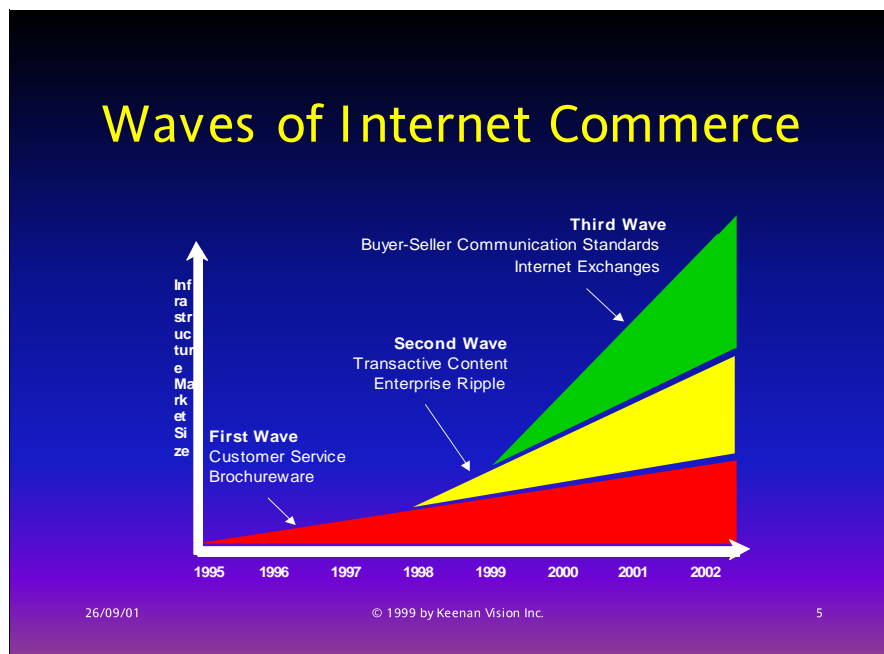


Figura 1. Evolução da Internet e dos Serviços de Comércio Eletrônico

KEENAN⁶

No caso dos mercados digitais a possibilidade de realizar-se negociações de maneira automática através de agentes inteligentes de comércio eletrônico é uma

realidade e tem impactos muito importantes na maneira como as mesmas conduzem o mercado ao seu ponto de equilíbrio [CHOI⁷]. No presente estudo procurar-se-á analisar qual o efeito da introdução de tais agentes na formação do preço e em sua tendência ao longo do tempo. Para tanto o trabalho lança mão de um modelo de simulação em computador que através de sistemas de população artificial procura demonstrar as conclusões da etapa teórica.

Para tanto o trabalho será dividido em 5 partes.

- 1 **Introdução :** É feita uma introdução ao estudo da formação do preço em um mercado real e traçado um breve histórico das transformações tecnológicas com seu efeito nas necessidades de negócio em uma empresa virtual. Ainda dentro da primeira parte serão então expostos os objetivos da pesquisa e definida a metodologia de pesquisa a ser empregada.
- 2 **Revisão da Literatura :** Será efetuada uma revisão da literatura existente procurando colocar em perspectiva o tema proposto, mostrando a existência de um quadro no qual poder-se-á enfoca-lo.
- 3 **Modelagem de um Mercado Virtual através de Modelos Populacionais :** A idéia que originou o trabalho será então desenvolvida e as hipóteses a serem testadas serão apresentadas.

-
- 4 **Pesquisa de Campo :** Serão apresentados os questionários de campo a serem utilizados e os procedimentos de análise que serão empregados no enquadramento de tais dados no cenário em estudo.
 - 5 **Modelo de Simulação :** O modelo de simulação será montado
 - 6 **Análise dos Resultados**
 - 7 **Conclusões**
 - 8 **Sugestões para Futuras Linhas de Pesquisa**

Espera-se que com este trabalho tenha-se uma confirmação da necessidade de se estabelecer regras estritas para a utilização de tais agentes de modo a garantir a estabilidade do mercado em termos de uma diminuição da volatilidade na formação do preço.

1.1Histórico

A evolução da Internet, desde a idéia original nos anos 60, de desenvolver-se uma rede de amplo alcance que mantivesse seus pontos comunicando-se mesmo que ocorressem falhas nos intermediários da comunicação, até a recente explosão de uso

comercial, motivada pela ampla aceitação da metáfora de utilização “www” é um tema bem documentado na literatura [GRIFFTHS⁸].

1.2 Classificação dos Sites de Comércio Eletrônico

Também é altamente aceita a classificação genérica dos sites de comércio eletrônico como B2C (*business to consumer*) e B2B (*business to business*). Como os próprios nomes já o indicam, um site do tipo B2C destina-se a venda de produtos para consumidores finais ao passo que sites B2B tratam da venda de produtos e prestação de serviços entre empresas.

As expectativas de utilização da Internet e em particular de sua metáfora de uso mais conhecida a “*world wide web*” são muito maiores em ambientes B2B que em B2C. [BARTELS⁹] [GANTZ¹⁰]. Diversos fatores concorrem para que as expectativas de utilização de sites B2C sejam mais restritas que seus congêneres B2B, a maioria dos quais ligados a razões de cunho comportamental das pessoas quando utilizando a web como consumidores versus seu papel quando empregados de uma empresa. [CITAÇÃO] Desta forma o presente trabalho terá como foco os *sites* de comércio eletrônico entre empresas, ou seguindo a nomenclatura acima, *sites* B2B.

1.3 Formas de Transação Online em Sites de Comércio Eletrônico B2B

Dentre as possibilidades de realização de transações online destacam-se dois tipos : a) aquelas realizadas ponto-a-ponto isto é na qual o comprador e o vendedor realizam a transação em um *site* de comércio eletrônico de propriedade de uma das partes ou b) aquelas realizadas em um site agregador de compradores e vendedores, mais conhecido como *e-marketplace* ou mercado digital. Destas duas formas acredita-se que existe uma tendência na utilização de *e-marketplaces* para a realização das transações B2B [WITTER¹¹], [SACHS¹²]. O presente trabalho terá como foco as transações realizadas em *sites* de comércio eletrônico B2B do tipo mercados digitais. Para unificação da nomenclatura, a partir deste momento eles serão designados por palavra em inglês : *E-Marketplace*.

1.4 Classificação dos E-Marketplaces

Existem três tipos principais de B2B *E-Marketplace*, os quais dependem da estratégia de desenvolvimento adotada pelo mesmo [BERRYMAN¹³] :

- a) Controlados por vendedores : são normalmente montados por um único vendedor buscando muitos compradores. Seu objetivo é o de criar e reter valor e poder de mercado em todas as transações, além de servir de ponto de acesso para informações de produto, configurações, precificações e suporte. Espera-se também aumentar a fidelização dos clientes através de um aumento da velocidade de atendimento aos clientes.

-
- b) Controlados por compradores : são montados por um ou mais compradores com o objetivo de trazer o poder de negociação para o lado dos compradores. Muitos envolvem um intermediário (por exemplo uma subsidiária especificamente criada para tal fim), mas existem casos de compradores muito poderosos que criaram seus próprios *E-Marketplaces*. Com os intermediários (também conhecidos como agregadores de serviços) espera-se que a combinação de vários compradores aumente seu poder coletivo.
- c) Neutros : são montados por intermediários independentes que procuram por em contato o maior número de compradores e vendedores. Espera-se com isto oferecer vantagens advindas da neutralidade da empresa que montou o *E-Marketplace*, assim como melhores preços tanto para os vendedores (em comparação com aqueles obtidos através de outros mercados), assim como para os compradores (em comparação com aqueles obtidos através de outros mercados). O objetivo básico de tal *e-marketplace* é o de oferecer uma maior eficiência no processo transacional de compra e venda entre os participantes de tal mercado, através do casamento da necessidade do comprador por um determinado produto e da capacidade do vendedor em oferta-lo.

Evidências tanto teóricas [BEERYMAN¹⁴] quanto empíricas [DEVINE¹⁵] demonstram que existe uma tendência de maior aceitação a longo prazo dos *E-Marketplaces* neutros. Tal conclusão também pode ser obtida por comparação com os mercados ditos reais.

Dentre as evidências dignas de nota :

- a) Escala das transações
- b) Valor da informação : por mais que estejam interessados em colaborar entre si, competidores que se aglutinam em um *E-Marketplace* comprador, ainda assim terão receio do possível uso compartilhado de tais informações. De maneira conversas, em um *E-Marketplace* vendedor os possíveis compradores talvez tenham receio do uso que um vendedor poderá fazer com a informação. Este é um dos motivos que levam os *E-Marketplaces* vendedores a serem montados com sucesso apenas por empresas que além de terem uma grande parcela de mercado, possuem um reconhecimento de marca indiscutível. Por outro lado, um *E-Marketplace* neutro não apresentaria nenhuma destas desvantagens, pois o objetivo desta empresa é o de atrair usuários e garantir a liquidez de sua operação.
- c) Objetivo : No caso de *E-Marketplaces* neutros, o objetivo de tal empreendimento é a existência do mercado em si, o que pelas razões expostas no item acima leva a uma tendência de se obter uma aceitação mais natural do mesmo.

Com as considerações expostas acima, o presente trabalho terá seu foco em *E-Marketplaces* do tipo neutro.

1.5 Medidas de Desempenho de um E-Marketplace

Para determinação do desempenho de um mercado digital, três fatores básicos devem ser levados em conta [CHAPPUIS¹⁶] :

- a) capacidade de aquisição de novos usuários
 - Mede-se tal fator por : taxa de crescimento do número de compradores ativos, custo de venda e marketing por novo usuário, numero de usuários ativos em relação ao número total de usuários e taxa de rotatividade dos usuários.
- b) capacidade de penetração no volume de compras dos usuários
 - Mede-se tal fator por : número de transações, número de transações por usuário ativo, valor médio da transação e pela taxa de crescimento do valor das transações.
- c) nível de liquidez do mercado.
 - Mede-se tal fator por : receita por usuário ativo, receita por transação, margem operacional, margem bruta, taxa (custo) média(o) de utilização do sistema e retorno frente as despesas operacionais.

Para determinação dos três fatores deve-se quantificar : número de participantes, numero de vendedores e compradores ativos, número de novos vendedores e compradores, número de transações, valor total das transações, receita total por fonte de receita, custos totais por fonte.

1.6 Fator Crítico de Sucesso em um E-Marketplace

Tomando por base o modelo de análise apresentado acima [CHAPPUIS¹⁷] conclui :

“A mais importante atividade de um B2B E-Marketplace é a de facilitar as transações. O maior potencial para crescimento futuro, repousa no desenvolvimento de tecnologias que facilitem a realização de transações customizadas e interativas entre os compradores e os vendedores.”

E de acordo com [LIU¹⁸] :

“Em paralelo, amadureceu em uma promissora nova tecnologia, a emergência de agentes de software inteligentes de comércio eletrônico como entidades capazes de ações independentes em ambientes abertos e imprevisíveis. De uma forma muito natural, os agentes de comércio eletrônico

*representam uma grande promessas para a exploração integral do
potencial da Internet como um e-marketplace.”*

São desta forma introduzidos no cenário de análise de um *E-Marketplace* o conceito de tecnologias que automatizem a realização das transações e as mesmas são também definidas como *agentes inteligentes de comércio eletrônico*.

A seguir apresentar-se-á os objetivos específicos da pesquisa e a metodologia a ser utilizada. Os fatores aqui citados serão aprofundados no capítulo 3, após a revisão da literatura existente (a ser feita no capítulo 2), para um melhor entendimento das influências isoladas dos mesmos e em seguida será elaborado o modelo a ser testado pelo método de simulação e pelos dados levantados na pesquisa de campo (capítulos 4, 5), levando-se a finalização do trabalho através da análise dos resultados e da elaboração das conclusões e recomendações gerenciais (capítulos 6, 7).

1.7 Objetivo da Pesquisa

O objetivo final deste trabalho é o da elaboração de um modelo de simulação que permita a análise e avaliação da influência na formação do preço em um mercado digital no qual mecanismos automáticos de negociação estejam em uso (agentes inteligentes de comércio eletrônico).

O modelo de simulação terá como variáveis de entrada diferentes estratégias de negociação que podem ser adotadas pelos agentes inteligentes de comércio eletrônico.

As variáveis de controle serão aquelas relacionadas com o desempenho de um mercado digital. Isto é necessário para garantir a integridade e aplicabilidade do modelo. Desta forma ter-se-á : a) a capacidade de aquisição de novos clientes, b) a efetiva utilização por parte dos usuários do mercado digital para efetivação de suas transações e c) o nível de liquidez do mesmo. Os dados para controle destas variáveis serão obtidos a partir da mensuração das variáveis de entrada brutas, descritas no item 1.5.

A variável de decisão do modelo será o preço de determinados itens que estejam sendo transacionados por um determinado período de tempo no *e-marketplace*. Este preço obtido por simulação será comparado com o preço observado no *e-marketplace*.

A hipótese a ser testada através deste modelo é :

Dado um determinado e-marketplace :

a) a utilização de agentes inteligentes de comércio eletrônico operando sob diferentes estratégias de negociação :

H₀ - não apresenta influência na formação do preço

H₁ - apresenta influência na formação do preço

1.8 Metodologia de Pesquisa

Primeiro será determinado qual *e-marketplace* será objeto do estudo e aplicação do modelo. Seguindo a linha apresentada acima, procurar-se-á determinar o segmento baseando-se em padrões de desempenho. O objetivo aqui é claro : para serem válidas as conclusões do modelo, é necessário que ele se baseie em situações reais eficientes.

Para elaboração da estrutura do modelo de simulação será formulado o modelo de simulação de mercado digital, o qual utilizará conceitos de mercados artificiais, modelos de precificação microeconômica e de comportamento de agentes inteligentes de e-commerce. Isto será feito primeiro através de uma revisão da literatura, e a partir de exemplos obtidos de casos recentes de implementação de tais sistemas, a qual apresentará as partes já existentes do mesmo e as partes a serem desenvolvidas.

Os valores das variáveis de entrada do modelo (citadas na seção anterior) serão obtidos através de publicações especializadas, tanto acadêmicas quanto de publicações técnicas de fornecedores de software atualmente em uso.

Os valores das variáveis de controle, serão obtidos através de pesquisa de campo com entrevistas estruturadas seguindo uma metodologia exploratória de modo a definir mais precisamente a questão do desempenho econômico observado na prática. Em seguida estas linhas sofrerão uma classificação de modo a serem introduzidas no modelo de uma forma ordenada. Para tanto será utilizada uma metodologia descritiva. As

respostas obtidas serão categorizadas seguindo uma metodologia de clusterização para determinar quais são as linhas mais relevantes. Apenas estas serão avaliadas no modelo para evitar o aumento desnecessário da complexidade da análise.

O modelo de análise utilizará a técnica de simulação em computador devido à impossibilidade do tratamento matemático analítico tradicional decorrente da complexidade dos elementos das variáveis de entrada, sua interação, aleatoriedade inerente às condições de mercado a serem enfrentadas e período de análise. As condições sob as quais o modelo tem credibilidade serão avaliadas de acordo com os métodos expostos em. Para realização dos cálculos necessários à execução do modelo serão utilizados os softwares Microsoft Excel[®], recursos de macro e Wolfram Mathematica[®].

A análise estatística dos resultados obtidos no modelo seguirá um método de análise de médias múltiplas para garantir a validade dos valores de saída do modelo. O procedimento aqui descrito encontra-se desta forma de acordo com os requisitos de [POPPER¹⁹] para a adequação à uma pesquisa científica devido à possibilidade de expor a falseabilidade dos elementos do modelo em estudo, como é evidente pela forma como as hipóteses a serem testadas foram expostas na seção anterior.

2 Revisão da Literatura

2.1E-Marketplaces

Para a determinação do *e-marketplace* que será objeto de estudo, será feita uma classificação e determinação do mesmo baseando-se em medidas de desempenho. Uma taxinomia de *e-marketplaces* tendo por base o tipo de produto processado e qual a frequência de utilização do mesmo é encontrada em [KAPLAN²⁰]. Outro tipo de classificação orientada para os modelos de negócio em comércio eletrônico pode ser encontrada em [BARTELT²¹], no entanto para fins deste trabalho entende-se que o modelo de negócio já esteja suficientemente definido (i.e. um mercado digital com foco em um determinado tipo de produto) para que se utilize um esquema de classificação mais circunspecto. Desta forma o trabalho baseia-se na classificação de Kaplan (acima).

O desenvolvimento de aplicações em três ou mais camadas, base para a construção de aplicações do tipo web, é descrito em vários pontos da literatura. Um exemplo recente e interessante pode ser encontrado em [ROCKWELL²²]. Outros exemplos podem ser encontrados em [ZHAO²³] no caso de uma arquitetura genérica para aplicações do tipo web, [ENGUIX²⁴] para a questão da manutenção das aplicações e [CONNALLEN²⁵] para a modelagem de diferentes arquiteturas através da UML.

A arquitetura de um *e-marketplace*, assim como sua nomenclatura interna é definida em [SANGILI²⁶] e [AHLUWALIA²⁷]. Optou-se neste campo por seguir uma

linha menos acadêmica e mais de consultoria, tendo em vista a necessidade do modelo ser encaixado em uma situação de campo.

Por último, paralelos de análise entre os mercados reais e virtuais já apresentam uma certa quantidade interessante na literatura. Do ponto de vista de consultoria pode-se citar [HAWKER²⁸] com um modelo de inserção dos mercados digitais em uma cadeia de suprimentos. No entanto para o presente trabalho, será de importância central [WISE²⁹] uma vez que é o autor a especificamente citar o paralelo entre mercados digitais e instrumentos financeiros, o qual é central para o tema em estudo como será visto a seguir.

2.2 Modelos de Precificação em Mercados Reais

Os distintos modelos de formação de preço podem ser encontrados em [BAUMOL³⁰], enquanto [LILIENT³¹] apresenta uma formalização maior e uma ligação com a teoria de marketing mais estreita.

Os dois autores citados no parágrafo anterior apresentam formulações padronizadas. Em termos de modelos microeconômicos, que são a base teórica de qualquer modelo mais avançado, uma exposição sistemática dos mesmos é apresentada em [KOGIKU³²].

Em termos de literatura, o assunto da formação do preço em mercados “reais” já é um tema clássico (e daí a idade das referencias acima apresentadas). No entanto, pode-se citar também trabalhos mais recentes como por exemplo : [BROWNING³³], [MASCOLELL³⁴], [KATZ³⁵], o trabalho clássico de [VARIAN³⁶] e a síntese feita por [SHER³⁷].

2.3 Mercados Artificiais

[LEBARON³⁸] apresenta um sumário das pesquisas na área até 1998 e representa uma introdução interessante ao tema, com uma série de leituras recomendadas. A introdução ao tema da modelagem de mercados artificiais é descrita em [CHIAROMONTE³⁹] para o caso de ativos financeiros em [IZUMI⁴⁰] para o caso da taxa de câmbio e [SAIRAMESH⁴¹] e [NÄSÄKKÄLÄ⁴²] para mercados de banda de telecomunicação.

Modelos de mercados artificiais são analisados e descritos em [ARTHUR⁴³], onde apresenta-se explicitamente um experimento de determinação do preço de ativos através de variáveis endógenas ao próprio modelo, o qual por sua vez gera-as a partir da interação dos participantes, e em [BELTRATI⁴⁴] onde é apresentada uma taxinomia dos mercados artificiais a qual é utilizada no presente trabalho para determinar o tipo de participantes no mercado a ser analisado². Estes dois compõem o conjunto mais importante de trabalhos em mercados artificiais para os fins da presente tese.

² Vide seção 3.3

2.4 Agentes Inteligentes de Comércio Eletrônico

As definições e conceitos básicos de agentes inteligentes em geral são encontradas em [NWANA⁴⁵]. Modelos adaptativos de agentes para comércio eletrônico são apresentados em [SCHULEMBURG⁴⁶].

O comportamento de agentes inteligentes de e-commerce é um tema novo, no que diz respeito a sua aplicação em *e-marketplaces*. Neste sentido o trabalho de [LIU⁴⁷] é original em termos da compilação de trabalhos nesta área. Dentre outros autores que tratam deste tema destacam-se [TEUTEBERG⁴⁸] no caso de estratégias de negociação, [LIDÉN⁴⁹] no caso de estratégias de combate em jogos virtuais e [KOGUTT⁵⁰] em um interessante paralelo evolutivo desde jogos com grandes números de participantes até comunidades virtuais.

A classificação dos diferentes tipos de negociação que podem ser empregados por um agente inteligente é tema de [LOMUSCIO⁵¹].

Uma arquitetura para a formação de mercados eletrônicos virtuais e as implicações da utilização de agentes inteligentes e comércio eletrônico nos mesmos é encontrada em [ROCHA⁵²]. Resultados de experimentos com mercados digitais com múltiplos agentes são apresentados em [GUTTMAN⁵³] e [CHAVEZ⁵⁴].

2.5 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo, através de entrevistas estruturadas com metodologia exploratória é exposta em [ZIKMUND⁵⁵]. A metodologia descritiva para classificação dos possíveis comportamentos dos agentes inteligentes é descrita em [MALHOTRA⁵⁶]. A categorização das respostas através de clusterização é encontrada em [HAIR⁵⁷].

2.6 Técnicas de Simulação e Análise de Resultados

A técnica de simulação em computador é bem descrita na literatura. Neste sentido, em especial pelo seu cunho didático e por ser um trabalho recente, utilizar-se-á como base para tal [PIDD⁵⁸] e para análise das condições de validade do modelo [FOSSET⁵⁹].

Os fundamentos teóricos da construção, avaliação e análise de modelos de simulação com várias equações são analisados em [PINDICK⁶⁰]. No caso específico da aplicação da simulação a um problema real (que apesar de extremamente antigo, guarda uma inigualável simplicidade na sua explicação) pode ser estudado em [SHYCON⁶¹].

Os métodos de estatística multivariada são detalhados em [JOHNSON⁶²] e [HAIR⁶³].

2.7 Softwares Microsoft Excel® e Wolfram Mathematica®

Quanto aos softwares em uso, [RAGSDALE⁶⁴] apresenta uma excelente introdução ao uso do Microsoft Excel® na resolução de problemas de administração de empresas, a qual é aprofundada em [BONINI⁶⁵]. [ROMAN⁶⁶] expõe detalhadamente os recursos de macro e [JACOBSON⁶⁷] os de Visual Basic®. [WOLFRAM⁶⁸] fornece uma extensa exposição do uso do Wolfram Mathematica®, e [MAEDER⁶⁹] dos recursos de programação associados ao mesmo. Este software tem larga utilização na resolução de problemas de economia e administração de empresas que requerem modelagem e simulação por computador e exemplos de tais usos são freqüentes na literatura, dentre os quais se destaca [VARIAN⁷⁰], [VARIAN⁷¹] e [FREEMAN⁷²] enquanto [GAYLORD⁷³] mostra exemplos de utilização na modelagem de sistemas artificiais complexos.

2.8 Metodologia Científica

O procedimento de exposição a falseabilidade para teste do modelo estatístico foi definido em [POPPER⁷⁴]. Outros autores expõe a metodologia de pesquisa científica, tais como [ALVES⁷⁵] (de uma forma didática), [KHUN⁷⁶] (de uma maneira formal sendo considerado outro texto referência no assunto epistemologia da ciência) e [SAGAN⁷⁷] (como um texto de divulgação científica).

2.9 Sumário e Conclusão

A etapa atual procurou realizar ampliar o escopo do levantamento apresentado na seção 1.8 de modo a ter-se uma visão mais ampla da bibliografia relevante para o presente trabalho. Os artigos foram colocados em perspectiva e espera-se com isto ter lançado-se as bases para o desenvolvimento teórico do modelo de simulação e para a realização da pesquisa de campo.

As etapas seguintes procurarão a partir da literatura apresentada expor os elementos chave para o desenvolvimento do modelo e em seguida baseando-se nas técnicas expostas acima, realizar a sua aplicação para um caso prático.

3 Os Mercados Virtuais : Classificações, Modelos e Análise.

O objetivo desta parte do presente trabalho é o de aprofundar a análise teórica do modelo a ser desenvolvido. Para tanto serão expostas sempre que possível demonstrações das hipóteses sob as quais fundamenta-se o modelo em estudo. Além disto, os elementos novos na literatura serão aqui desenvolvidos de modo que no capítulo seguinte tenha-se um quadro claro de quais elementos estão sendo buscados pela pesquisa de campo. Ao final deste capítulo portanto ter-se-á uma idéia clara da teoria que fundamenta o problema a ser resolvido pelo modelo de simulação.

3.1E-Marketplaces

3.1.1Classificação

A matriz de classificação de *e-marketplaces* é apresentada a seguir [KAPLAN⁷⁸] :

Tabela 1.Matriz de Classificação de <i>e-marketplaces</i>			
Compras	O que é comprado ?		
Como é comprado ?		MRO	Produção
	Repetitivamente	<i>MRO Hubs</i>	<i>Catalog Hubs</i>
	Casual	<i>Yield Managers</i>	<i>Exchanges</i>

MRO Hubs e *Yield Managers* são mercados tipicamente horizontais enquanto os *Catalog Hubs* e *Exchanges* são mercados verticais (focados em uma indústria).

Por sua vez existem duas formas de aproximar os compradores dos vendedores : por agregação (*agregation*) e por casamento (*matching*). A diferença básica entre os dois métodos é que na agregação os compradores e vendedores tem posições fixas no mercado. Desta forma ao entrar no *e-marketplace* um comprador beneficia apenas aos vendedores e vice-versa. Por outro lado, no casamento, as posições são fluídas. O mercado desta forma é o beneficiado pela entrada de novos participantes.

No caso de *e-marketplaces* neutros, que são o objeto de estudo do presente trabalho, a forma de aproximação mais conveniente é a de casamento. Além disto o mesmo autor já salienta que os *e-marketplaces* neutros tem maiores chances de sucesso em mercados fragmentados. Esta afirmação foi verificada em pesquisas de desempenho de diferentes *e-marketplaces*. [CHAPPUIS⁷⁹].

Seguindo a classificação acima e considerando a linha de trabalho aqui adotada, o modelo de aproximação a ser utilizado será o de casamento. Quanto ao tipo de produto, dada a necessidade de encontrar-se dados estatísticos para o teste do modelo, o foco será dado aos produtos de produção, porém nos quais as compras estejam sendo feitas de forma casual. Desta forma a elaboração do modelo terá como base um *e-marketplace* do tipo *Exchanges*.

3.1.2 Elementos Constituintes

Adotou-se neste ponto uma classificação independente fruto da combinação de [CHAPPUIS⁸⁰], [SANGILI⁸¹] e [KAPLAN⁸²].

Desta forma, o *e-marketplace* em estudo (neutro) será constituído dos seguintes elementos :

- Proposta de valor : diminuição das ineficiências em uma cadeia de distribuição.
- Mecanismo de procura de preço : casamento
- Modelo de receita : taxas fixas de participação e taxas variáveis de *trading*
- Mercado alvo : definido mais adiante³
- Liquidez : taxa de aquisição, penetração e monetização dos clientes.
- Área de *expertize*
- Marca

3.1.3Tipos de Usuários

Aqui segue-se [SANGILI⁸³]. Os participantes de um *e-marketplace* são :

- Visitante : um participante ainda não habilitado a transacionar no *e-marketplace*
- Guest : um participante que foi convidado por alguém já habilitado a transacionar no *e-marketplace*.

³ Vide seção 3.3

- Comprador – aquele que compra
- Fornecedor – aquele que vende
- Comerciante – o elemento de controle do *e-marketplace*. No mercado real seria um *broker* ou qualquer outro elemento com a função de aproximar compradores e vendedores.
- Administrador do *e-marketplace*
- Administrador de Conteúdo do *e-marketplace*
- Requisitante – aquele(s) que emite(m) as requisições de compra por parte dos participantes compradores.
- Aprovador – aquele que aprova a efetivação da compra.

3.1.4 Arquitetura Tecnológica de Implementação

Um *e-marketplace* é uma aplicação de web e como tal propicia uma implementação seguindo um modelo de n camadas. Neste tipo de modelo, vide figura 2,

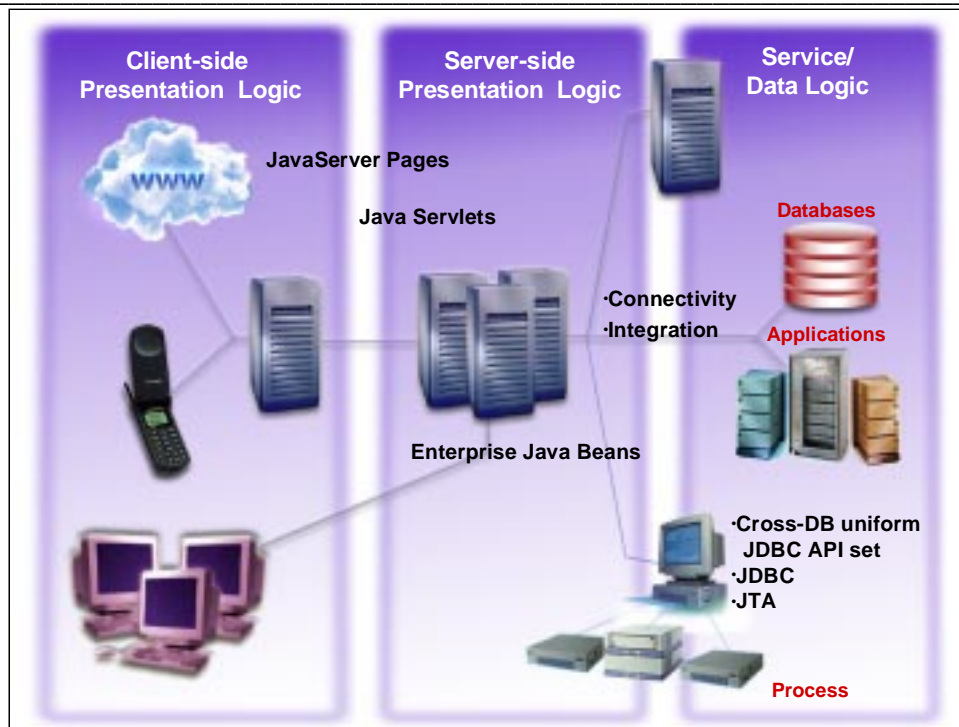


Figura 2. Arquitetura de Implementação de Uma Aplicação em 3 camadas.

a aplicação fica compartimentada em vários níveis, *porém cada nível é responsável integralmente pelas funções lógicas que se desempenham nele*. Este é o conceito que tornou a Web tão popular. Ao invés de termos um desenvolvimento no qual a lógica ficava dispersa em uma população de clientes, neste caso, todas as funções lógicas de um nível são nele desempenhadas.

Como pode ser visto na figura 3, a arquitetura típica de um *e-marketplace* é nada mais que uma implementação de um modelo de 3 camadas. Temos uma camada de apresentação que trata da interface com o usuário (tipicamente um navegador da *world wide web*) ou outra aplicação com suporte ao protocolo HTTP e/ou applets Java, a

camada de lógica de aplicação, responsável pelo processamento dos pedidos (*requests*) que provém da camada de apresentação e pelo envio de respostas ao mesmos e uma terceira camada que para fins de detalhe foi dividida em dois outros níveis. A camada de aplicação tipicamente processa as informações em linguagem Java para servidores (também chamada *server side java*.

Nesta terceira camada, tipicamente se localizam as informações que serão processadas pela camada de lógica com subsequente envio para a camada de apresentação, por isso ela é também chamada de camada de dados.

Em um primeiro momento, as arquiteturas tentaram uma integração direta com cada uma das bases de dados existentes, ou então através de emuladores proprietários. Este tipo de solução apresentou evidentes problemas de escalabilidade. Os últimos modelos incluem uma “4” camada que serve de camada de integração. Este foi o problema básico que levou ao desenvolvimento da *linguagem XML*⁴.

⁴ O itálico no uso da palavra linguagem deve-se ao fato de que XML é na verdade um padrão de comunicação, porém não tem características que permitam designa-lo como um protocolo de comunicação, uma vez que neste caso o usuário tem liberdades que em outros protocolos não possui.

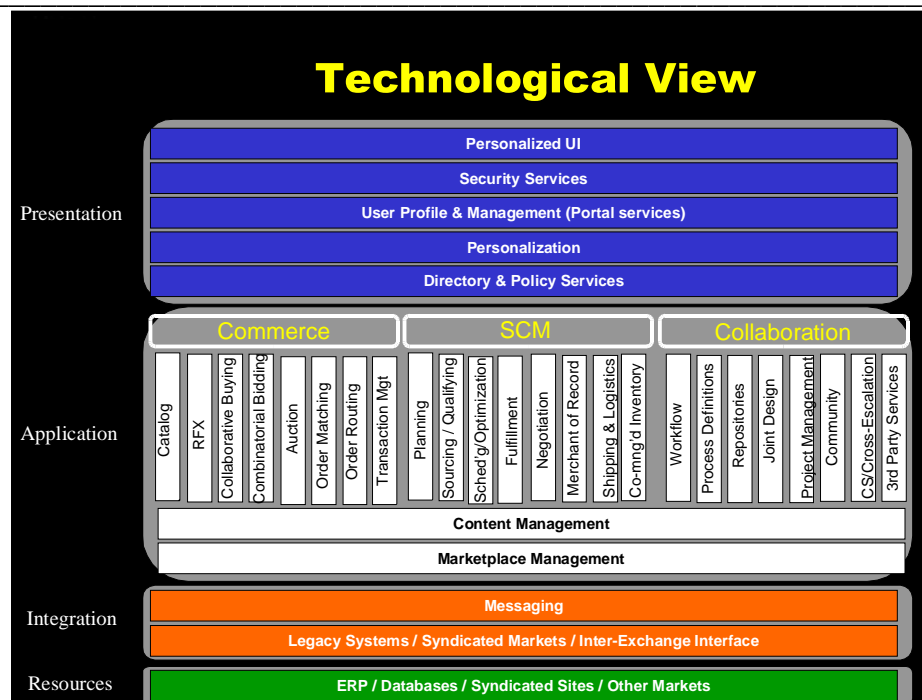


Figura 3. Arquitetura Tecnológica de um e-marketplace

[AHLUWALIA⁸⁴]

3.1.5Arquitetura Lógica

Na seção anterior apresentou-se os elementos tecnológicos de implementação de um *e-marketplace*. Nesta seção estes elementos serão postos em outro nível de abstração. O *e-marketplace* conforme descrito na figura 3, será transformado em um componente de um todo maior, procurando-se assim atingir o nível de abstração de um mercado real.

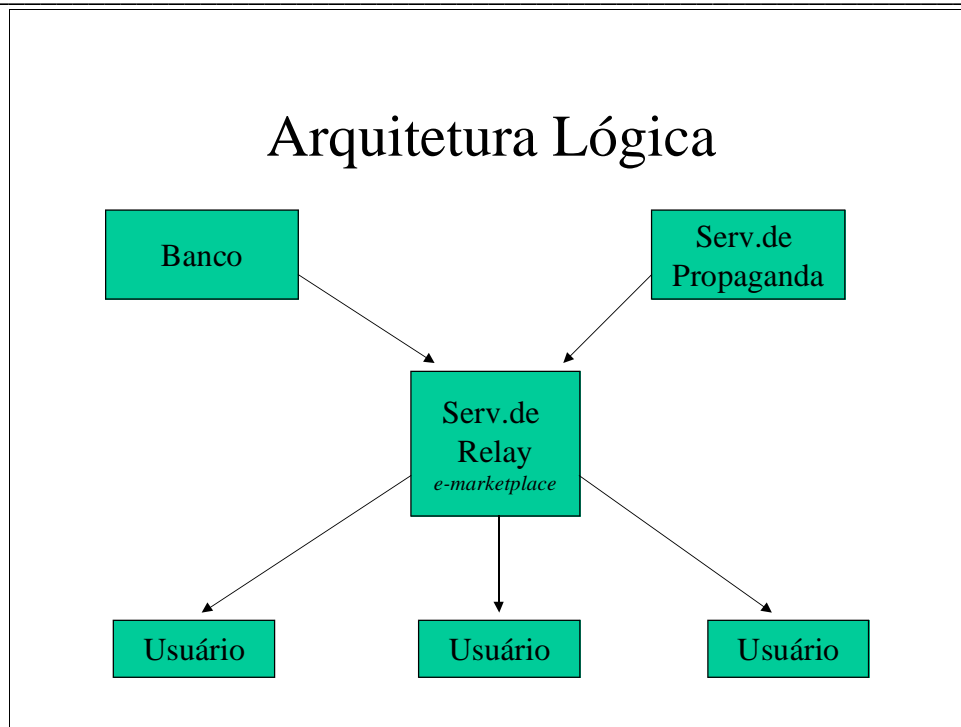


Figura 4. Arquitetura Lógica de um *e-marketplace*

[TSEVOTAVITYY⁸⁵]

No exemplo acima, [TSEVOTAVITYY⁸⁶] foca a implementação em um modelo experimental. Desta forma, uma série de componentes são extensamente detalhados, em especial do ponto de vista de protocolos de comunicação. O foco do presente trabalho é o de construir um modelo de simulação, portanto serão adotadas algumas simplificações.

A primeira delas é o banco. O modelo implementará um sistema no qual as transações ocorrerão somente quando o agente possuir recursos financeiros. A existência ou não destes recursos será uma função externa.

A segunda diz respeito ao servidor de propaganda. No trabalho descrito na figura, o autor implementa um modelo de procura de melhor preço através de um servidor de propaganda. No modelo de simulação a ser implementado os usuários (que mais adiante passam a ser definidos como *agentes*) terão uma função de “costume” na tentativa de modelar o fenômeno da curva de conhecimento (aprendizado).

Por último, um elemento que não será implementado, apesar de presente no modelo da figura 4, é o da precificação de Vickery [VICKERY⁸⁷].

3.1.6 Serviços Financeiros x E-Marketplaces : O Paralelo de Modelagem

Neste ponto o trabalho iniciará o estudo de maneiras de se modelar o comportamento de um *e-marketplace*. O ponto de partida serão as comparações para efeitos de análise com mercados reais, em especial com a indústria financeira [WISE⁸⁸]. Os motivos uma vez enunciados, tornam-se evidentes, pois os serviços financeiros são mercados nos quais :

- Transações nas quais a primordialmente troca de informações representativas de ativos do mundo real
- Grandes e líquidos mercados e trocas
- Intensa competição

-
- Um passagem de transações simples para transações complexas, porém cada vez mais modeladas em sistemas dinâmicos que se alteram de acordo com as necessidades de cada cliente.
 - Diminuição progressiva das margens de cobrança por transação

Com este paralelo estabelecido, abre-se para a modelagem econômica dos *e-marketplaces* um amplo espectro de técnicas e conceitos, provenientes de décadas de estudo de microeconomia.

3.2Agentes Inteligentes de Comércio Eletrônico

Um agente de software é [NWANA⁸⁹] :

“Um componente de software e/ou hardware o qual é capaz de atuar de forma precisa e automática executando tarefas para um determinado usuário.”

3.2.1Classificação

Esta definição traz para a discussão a questão de classificar os diferentes tipos de negociação automática. Em termos gerais admite-se que :

*Negociação é o processo pelo qual um grupo de agentes
comunica-se entre si de modo a tentar obter a
concordância mútua em algum determinado assunto*

Os componentes básicos de uma negociação automática são : o protocolo de negociação, o qual define como ocorrerá o encontro entre agentes e a estratégia de negociação, a qual é definida como a seqüência de ações que o agente planeja executar durante o processo de negociação [LOMUSCIO⁹⁰], os quais combinados no conjunto completo de agentes, constituem o mecanismo de negociação.

Os parâmetros de uma negociação são :

- Cardinalidade :
 - Domínio : questão única ou múltipla
 - Interações : um para um, muitos para um, muitos para muitos

- Comprometimento : segue negociando ao aceitar um ou sai do mercado preço (e espera a contra-aceitação do mesmo).
- Estratégia de proposta : quando o agente vai por a ordem
- Evento de compra
 - Validação

-
- Visibilidade
 - Programação de compra
 - Programação de quotações
 - Parâmetros de Informação
 - Preços de cotação
 - Histórico de transações

Os agentes aqui em estudo utilizarão uma estratégia de negociação com pelo menos dois fatores de domínio, as interações serão de muitos para muitos, a negociação segue até que uma ordem seja efetivamente fechada (comprometimento frouxo) e os agentes terão acesso a preços correntes no mercado no momento da transação (ou seja não se utilizara o mecanismo do leiloeiro Walsariano para chegar-se a um preço de consenso *antes* que as transações ocorram).

3.2.2 Implementação Individual

Em termos de sua implementação, agentes podem ser entendidos como *classificados eletrônicos* [CHAVEZ⁹¹]. A semelhança dos seus congêneres no mundo real eles estão expostos para encontrarem um par e facilitarem a transação. Diferentemente, eles procuram o par de maneira ativa, através de uma estratégia definida e não passiva.

O papel que o agente desempenhará, dependerá da situação em específico (vide 3.2.1). No entanto, no contexto de uma única transação, o agente terá um papel definido.

Na definição do papel de um agente vendedor as seguintes condições serão definidas :

- Tempo para venda
- Preço desejado de venda
- Menor preço aceitável para venda
- Curva de diminuição do preço ofertado

Do outro lado o papel de um agente comprador seguirá as seguintes condições :

- Tempo para compra
- Preço desejado de compra
- Maior preço aceitável para compra
- Curva de acréscimo do preço proposto

3.2.3 Implementação dos Grupos : Os Modelos Populacionais

O mecanismo a ser implementado, para a simulação do mercado virtual, terá por base o sistema de interação de agentes em um mercado virtual. Este sistema tem por trás de sua lógica a interação entre os participantes de uma população.

A classificação dos diferentes modelos populacionais, segundo os critérios de regras e estrutura interna é apresentada a seguir [BELTRATI⁹²].⁵:

Tabela 2. Classificação dos Modelos Populacionais		
	Estruturas Iguais	Estruturas Diferentes
Regras Externas	Sistemas Computacionais	Modelos de Vida Artificial
Regras Internas	Sistemas Comportamentais	Modelos Bancários
		Estratégias de Co-Evolução

Em termos do número de participantes no modelo, as classificações são :

- Um agente único
- Múltiplos agentes de uma única população (i.e. com objetivos e/ou estratégias de negociação iguais).
- Múltiplos agentes de múltiplas populações (i.e. com objetivos e/ou estratégias distintas).

A distinção entre os modelos de um agente e uma população é mais importante que a de uma população versus múltiplas populações. No caso de um modelo de uma única população, o ambiente tem variáveis essencialmente exógenas e o preço do mercado é uma variável que não requer entendimento. No caso de modelos de uma população, o preço emerge como uma consequência da interação entre os agentes.

⁵ Deve-se levar em conta que esta classificação tem por base a criação de um mecanismo de validação para implementar um modelo de previsão baseado em redes neurais. No caso do presente trabalho deseja-se estudar apenas como a formação do preço variará em função das diferentes estratégias de negociação adotadas pelos agentes de *e-commerce*

No presente estudo, utilizar-se-á um modelo de vários agentes com distintas populações. As populações se distinguirão no sentido de que perseguirão um objetivo comum (minimização do preço para os compradores, maximização do preço para os vendedores), porém com estratégias distintas (definidas pela curva de aumento / diminuição do preço de compra / venda).

3.2.4 Implementação do *e-marketplace*

Uma vez que estejam definidas as regras internas dos diferentes agentes e que os mesmos seguirão estratégias distintas de negociação parte-se para a definição do mecanismo de acordo da compra/venda. Este é o mecanismo básico do *e-marketplace*.

Antes que se possa definir de maneira explícita tal mecanismo é necessário estudar as diferentes formas que a negociação pode assumir. Este tipo de mecanismo é definido como *Microestrutura do Mercado*.

De acordo com [O'HARA⁹³], a microestrutura de um mercado :

“é o estudo dos processos e resultados da troca de ativos de acordo com regras de negociação específicas.”

3.2.5O Leiloeiro Walsariano

O mecanismo clássico utilizado na descrição da formação do preço em um mercado é leiloeiro Walsariano. Neste caso, supõe-se a existência de um agente que organize a compra e venda, de modo a obter o preço de mercado. Tal mecanismo é clássico e extensamente detalhado na literatura, não requerendo maiores explicações para o desenvolvimento do presente trabalho.

O que é de interesse para este estudo é a questão de se tal mecanismo provê ou não uma discussão adequada para o processo de atingimento do equilíbrio de um mercado. O ponto por trás de tal argumentação é o de se a compra e venda envolve ou não somente um processo de casamento de ofertas e procuras em equilíbrio ou se o mecanismo em si de negociação tem um efeito por si próprio (neste caso as diferenças temporais entre a oferta e a demanda) [DEMSETZ⁹⁴].

3.2.6O Efeito do Tempo nas Opções de Compra e Venda

Seguindo a linha apresentada na seção anterior, para modelar um processo de compra e venda no qual as ordens seguem uma ordem temporal, pode-se considerar o mecanismo de mercado como um processo de fila. [GARMAN⁹⁵]. Desta forma o mercado transforma-se em um processo estocástico e já se percebe um desvio significativo do mecanismo do leiloeiro walsariano.

No presente modelo cada comprador executará um número fixo de transações por período de estudo e a ocorrência ou não destas transações terá uma probabilidade inversamente proporcional ao restante do período de análise. Isto equivale a dizer que existirá uma probabilidade crescente de compras ao final do período.

3.2.7O Mecanismo de Negociação

Estuda-se agora a maneira através da qual uma negociação ocorrerá entre um agente comprador e um agente vendedor. Uma negociação pode ser definida como um processo de decisão onde duas ou mais partes conjuntamente procuram um espaço de soluções possíveis com o objetivo de atingirem um consenso [GUTTMAN⁹⁶].

Estratégias específicas devem suportar o processo de negociação. Um protocolo engloba as regras do processo de negociação e em um contexto de comércio eletrônico, tais protocolos são projetados para encorajar os clientes a negociarem de maneira ativa e justa e de modo a reduzir estratégias não produtivas bem como a própria fraude.

Dois são os tipos principais [WURMAN⁹⁷]:

- a) “Tudo-ou-Nada” : é um mecanismo simples, no qual um participante apresenta uma oferta para outro, o qual pode aceitar ou rejeitar a mesma. Se

ocorre uma rejeição o primeiro participante executa uma contra-oferta, caso isto seja possível.

- b) “Leilões” : incluem um conjunto explícito de regras determinando a alocação de recursos e preços na base de propostas a partir dos participantes do mercado. Podem ser classificados em leilões abertos ou fechados. Em leilões abertos os participantes conhecem as ofertas de seus concorrentes.

Os mecanismos mais comuns de leilão são [FISHER⁹⁸]:

- a) Leilão Inglês (aberto) : tipo clássico de leilão de venda. Os preços são aumentados por potenciais compradores até que se atinge o preço de venda quando não ocorrem mais ofertas.
- b) Leilão Holandês (aberto) : leilão reverso, de compra. - English auction (open auction). Neste caso o preço de oferta pelos vendedores baixa até não ocorrerem novas ofertas.
- c)
- d) Primeiro preço (fechado) : Várias propostas são enviadas e aquela com o maior preço (no caso de um leilão de venda) ou com o menor preço (no caso de um leilão de compra) é escolhida.
- e) Segundo preço (fechado) : Também conhecido por Leilão Vickrey, semelhante ao anterior, o ganhador é quem apresentar o melhor preço, mas o preço efetivo a ser pago será o da segunda melhor oferta.

No caso do presente estudo, será considerado para implementação o mecanismo “Tudo-ou-Nada”, devido a complexidade de simulação de um mecanismo tipo leilão ao longo de dezenas de participantes. Procurar-se-á incluir fatores que traduzam os efeitos de um leilão junto aos participantes.

3.3 Sumário e Limitações

Tomando-se por base o descrito nas seções anteriores, o mercado em estudo seguirá o seguinte conjunto de premissas :

- a) *E-Marketplace : Exchanges*
- b) Tipo de Formação de Preço : Casamento
- c) Usuário típico : Comprador / Vendedor
- d) Arquitetura de Implementação : Modelo de Três Camadas
- e) Arquitetura Lógica : Sem restrição financeira (Modelo de TSEVOTAVITTY sem a inclusão de bancos)
- f) Agentes : Múltiplos
- g) Populações : Distintas
- h) Objetivos : Comuns – otimização do preço
- i) Regras : Internas
- j) Domínio : questão única
- k) Interações : muitos para muitos

-
- l) Estratégia de Negociação : Implementada por curvas de acréscimo / decréscimo do preço pedido / recebido
 - m) Apresentação de Propostas : Estocástica
 - n) Mecanismo de Negociação : ‘Tudo-ou-Nada’
 - o) Limitador global : tempo de negociação
 - p) Limitador local : número de negociações

Reconhece-se no modelo as seguintes simplificações de modo a tornar exeqüível a implementação do sistema e sua simulação em tempo real :

- a) O mecanismo de negociação não incluirá leilões explícitos.
- b) Os agentes não utilizarão estratégias de aprendizado ativas, baseadas em sistemas de aprendizado do tipo rede neural. O mecanismo de aprendizado será no máximo um ajuste dos preços limites no caso da não ocorrência da transação.
- c) Não existem descontos de volume e as quantidades a serem compradas são fixas, externas ao modelo.

Além disto, dada a natureza do comércio em um *e-marketplace* do tipo *exchanges*, não ocorre a utilização de mecanismos de preferência.

4 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo foi conduzida de modo a determinar o valor esperado das variáveis estruturais do modelo e o da efetiva necessidade de agentes de e-commerce em um *e-marketplace*. Isto torna-se necessário para que os resultados brutos apresentados pelo mesmo tenham relação com um ambiente real.

Deve-se salientar que tal pesquisa foi realizada durante projetos de implementação de *e-marketplaces* em empresas da América Latina (principalmente Brasil, Argentina e México). Além disto, para garantir um número adequado de respostas, foram incluídos questionários aplicados a mercados digitais e participantes cujas sedes encontram-se no estado da Califórnia nos EUA.

Foram aplicados um total de 12 questionários para as empresas de mercados digitais e 35 para as empresas participantes de mercados digitais.

4.1 Variáveis Estruturais

Para as variáveis estruturais, o método de pesquisa foi o de levantamento de dados junto a publicações especializadas e o da utilização de questionários com resposta numérica.

A maneira como estes questionários foram ministrados foi múltipla : correio, correio eletrônico e entrevistas pessoais, sendo que as entrevistas pessoais foram utilizadas para realizar ajustes finos no modelo que não foram incorporados pelos questionários apresentados das formas anteriores.

Sendo assim, partindo-se das variáveis apresentadas no item 1.5, determinaram-se os seguintes valores :

1. Número de usuários
2. Número de usuários ativos
3. Taxa de crescimento de usuários ativos
4. Rotatividade dos usuários
5. Número de transações
6. Número de transações p/usuário ativo
7. Receita da transação por usuário
8. Taxa de crescimento das transações por usuário
9. Taxa de crescimento do valor das transações
10. Valor médio das transações

Comparando-se item a item com os elementos apresentados em 1.5, não foram incluídos :

1. Margem operacional
2. Margem bruta
3. Retorno frente as despesas
4. Taxa média de utilização do sistema

As razões foram as seguintes :

1º) Confidencialidade : a informação relativa a quantos usuários o sistema possui, e os valores das transações efetuadas foi relativamente fácil de ser obtida. Por outro lado, valores relativos a performance financeira não foram fornecidos em sua maioria, ou porque os mesmos ainda não estão amplamente disponíveis ou porque os participantes do mercado eletrônico ainda os consideram confidenciais.

2º) Importância para a simulação : uma vez que o interesse esta concentrado na operação do *e-marketplace* o modelo de simulação não requer para sua efetiva utilização, as variáveis acima mencionadas.

4.1.1 Questionário de pesquisa para participantes do mercado

O modelo de questionário é apresentado a seguir⁶ :

1. Qual o período (em meses) que sua empresa participa de uma iniciativa de comércio eletrônico em um mercado digital?
2. Qual o papel predominante que sua empresa utiliza? (Comprador/Vendedor)
3. Quantas transações no último mês sua empresa realizou pelo mercado digital?
4. Qual o valor por transação?
5. E no mês anterior?
6. Qual o valor por transação?
7. E no primeiro mês de uso, quantas transações?
8. Qual o valor?
9. Ao iniciar um processo de negociação pelo mercado digital, quanto você está autorizado a dar de desconto (se estiver vendendo) de acréscimo (se estiver comprando) em relação ao preço inicial?

4.1.2 Questionário de pesquisa para empresas de e-marketplaces

O modelo de questionário é apresentado a seguir :

1. Qual o período (em meses) que o mercado digital tem em funcionamento?
2. Quantos usuários totais tem seu mercado digital hoje?
3. Neste mês quantos usuários utilizaram o mercado digital pelo menos uma vez?

⁶ Não são apresentadas introduções e formalidades. As questões mostradas são diretamente pertinentes ao estudo em questão.

-
4. No mês passado quantos usuários totais tinha o mercado digital?
 5. No mês passado quantos usuários utilizaram o mercado digital pelo menos uma vez?
 6. No terceiro mês de atuação, quantos usuários totais tinha o mercado digital?
 7. No terceiro mês de atuação, quantos usuários utilizaram o mercado digital pelo menos uma vez

4.2Variáveis de Entrada

Conforme apresentado no item 1.7, as variáveis de entrada são as diferentes estratégias de negociação dos agentes de comércio eletrônico. Em termos de pesquisa de campo, procurou-se determinar quais as estratégias de negociação que os usuários de um e-marketplace gostariam de ter como recurso em um agente de comércio eletrônico.

A metodologia de pesquisa foi de campo, com entrevistas pessoais. Procurou-se em seguida modelar tais estratégias dentro de curvas de acréscimo / decréscimo de preço nos agentes de comércio eletrônico.

4.2.1 Questionário de pesquisa para empresas participantes de e-marketplaces

A pesquisa neste caso foi aberta. Existiram questões de resposta sim/não e de resposta dissertativa. O questionário é apresentado a seguir :

1. Como sua empresa realiza as transações no mercado digital hoje?
2. Espera crescer o número de transações? Se sim, em que percentual ao longo do próximo ano? E dos próximos dois anos?
3. Já pensou em automatizar o processo de compra/venda?
4. Já implementou um processo automatizado?
5. Pretende implementar ou melhorar o processo atual?
6. Quais as características que tal processo deveria ter? (liste no máximo 3)

4.3Respostas e Resultados

A seguir são listados os resultados da pesquisa de campo mencionada acima.

4.3.1Variáveis Estruturais

Por variáveis estruturais, entende-se :

1. Número de usuários
2. Número de usuários ativos
3. Taxa de crescimento de usuários ativos

-
4. Rotatividade dos usuários
 5. Número de transações
 6. Número de transações p/usuário ativo
 7. Receita da transação por usuário
 8. Taxa de crescimento das transações por usuário
 9. Taxa de crescimento do valor das transações
 10. Valor médio das transações
 11. Percentual de desconto na negociação
 12. Número de lances na negociação

As perguntas abaixo e o valor de suas respostas, apresentados nos dois sub-itens a seguir, procuram determinar o conjunto de variáveis estruturais apresentado acima.

4.3.1.1 Variáveis Estruturais.Participantes do mercado

1. Qual o período (em meses) que sua empresa participa de uma iniciativa de comércio eletrônico em um mercado digital?

μ : 13,2

2. Qual o papel predominante que sua empresa utiliza? (Comprador/Vendedor)

Compradores : 68,37% - Vendedores : 31,63%

3. Quantas transações no último mês sua empresa realizou pelo mercado digital?

μ : 1,43 σ : 0,38

4. Qual o valor por transação? (em milhares de US\$)

μ : 139,50 σ : 71,7

5. E no mês anterior?

μ : 1,37 σ : 0,43

6. Qual o valor por transação? (em milhares de US\$)

μ : 129,30 σ : 69,70

7. E no primeiro mês de uso, quantas transações?

μ : 0,94 σ : 0,52

8. Qual o valor? (em milhares de US\$)

μ : 112,50 σ : 81,60

9. Qual o grau de liberdade que você possui para negociar no mercado digital ?

μ : 23,71% σ : 14,61%

10. Quantos lances em média você faz / recebe para efetuar uma venda / compra ?

μ : 7,38 σ : 3,45

4.3.1.2 Variáveis Estruturais. Empresas de *E-Marketplaces* :

1. Qual o período (em meses) que o mercado digital tem em funcionamento?

μ : 15,1

2. Quantos usuários totais tem seu mercado digital hoje?

μ : 193,79 σ : 50,38

3. Neste mês quantos usuários utilizaram o mercado digital pelo menos uma vez?

μ : 85,54% σ : 8,11%

4. No mês passado quantos usuários totais tinha o mercado digital?

μ : 179,84 σ : 42,96

5. No mês passado quantos usuários utilizaram o mercado digital pelo menos uma vez?

μ : 79,61% σ : 9,37%

6. No terceiro mês de atuação, quantos usuários totais tinha o mercado digital?

μ : 25,51 σ : 18,31

-
7. No terceiro mês de atuação, quantos usuários utilizaram o mercado digital pelo menos uma vez

$\mu : 28,73\%$ $\sigma : 19,85\%$

4.3.2 Variáveis de Entrada

As variáveis de entrada, foram definidas como as diferentes estratégias de negociação dos agentes automatizados de comércio eletrônico. Dado o fator inovador de tal proposta, no âmbito de sistemas de *e-marketplaces*, esta parte da pesquisa de campo procurou primeiro encontrar evidências de uma demanda neste sentido por parte dos usuários do *e-marketplace* para em seguida procurar características desejáveis de sistemas deste tipo.

Por estas características, a pesquisa foi feita apenas com os usuários do *e-marketplace* e não com as empresas dos mesmos. Um sumário das respostas apresentadas encontra-se a seguir.

1. Como sua empresa realiza as transações no mercado digital hoje?

As respostas variaram muito, mas tiveram sempre em comum o fato de não utilizarem de forma contundente mecanismos automáticos de negociação.

2. a) Espera crescer o número de transações? A grande maioria (91,42%) disseram que sim

c) Se sim, em que percentual ao longo do próximo ano?

μ : 185,37% σ : 43,19%

d) E dos próximos dois anos?

μ : 114,91% σ : 51,61%

3. Já pensou em automatizar o processo de compra/venda?

Sim, 82,85%

4. Já implementou um processo automatizado?

Não, 88,57%

5. Pretende implementar ou melhorar o processo atual?

Sim, 77,14%

6. Quais as características que tal processo deveria ter? (liste no máximo 3)

As respostas foram as mais variadas possíveis, dado o caráter aberto da pergunta. Não foram explicitamente citados “agentes de software inteligentes” pela maioria dos entrevistados, mas mecanismos implícitos em tal sistema, tais como a) procura automática de parceiro, b) apoio na determinação do melhor preço e c) melhores mecanismos de catálogo foram os mais frequentes.

5 O Modelo de Simulação

Por último então o modelo conceitual é integrado aos dados empíricos para realização da simulação. Tendo por base variáveis de controle de desempenho, serão introduzidas no modelo alterações dos dados de entrada (estratégias de negociação dos agentes inteligentes de comércio eletrônico) para em seguida serem analisados os resultados de saída (formação do preço).

Espera-se obter a justificação através destes resultados das hipóteses estatísticas apresentadas no item 1.7, quais sejam :

Dado um determinado e-marketplace :

a) a utilização de agentes inteligentes de comércio eletrônico operando sob diferentes estratégias de negociação :

H_0 - não apresenta influência na formação do preço

H_1 - apresenta influência na formação do preço

5.1 Modelos de Simulação Tradicionais x Modelos Baseados em Agentes

Neste modelo de simulação será utilizado obviamente um modelo baseado em agentes. Em termos computacionais as diferenças principais entre os dois tipos de modelo são [GAYLORD⁹⁹] :

- Características heterogêneas dos agentes
- Capacidade de raciocínio complexa
- Interações diretas entre os agentes
- Comportamento dinâmico (i.e. pode mudar ao longo do tempo)
- Posicionamentos podem mudar simultaneamente ou de maneira assíncrona

5.2 Implementação do Mecanismo de Negociação

Várias formas de negociação são detalhadas na literatura. O modelo atual procurará ser o mais simples possível para permitir uma rápida implementação do mesmo em um modelo de simulação.

1º) Um agente comprador envia uma proposta de compra para um agente vendedor aleatoriamente escolhido.

2º) Se o preço pedido pelo comprador for maior que o preço inicial a ser aceito pelo vendedor a negociação é fechada e termina. Se não o vendedor envia uma contraproposta, seguindo o mecanismo de diminuição de preço descrito em 3.2.2.

3º) Se o preço ofertado pelo vendedor for menor que o próximo preço a ser proposto pelo comprador a negociação é fechada. Se não o comprador envia outra proposta, seguindo o mecanismo de aumento de preço descrito em 3.2.2.

3º) Os passos número 2 e 3 se repetem até um total de 4 vezes. Se não obtém-se um acordo a negociação encerra sem ser concluída.

5.3 Implementação do Mecanismo de Determinação do Preço de Mercado

Todas as negociações concluídas no item 5.1 tem seu preço médio determinado somando-se o total dos preços e dividindo-se os mesmos pela quantidade de transações concluídas.

Forma-se assim o Preço de Mercado (P_m).

5.4 Cenário de Análise

Para a obtenção de um cenário de análise seguir-se-á os passos definidos abaixo :

- a) Serão executadas cem rodadas de análise, sendo cada rodada definida como *um periodo de simulação*, no qual todos os agentes terão a chance de comprar ou vender uma determinada quantidade de produtos (fixa), por uma ou mais vezes,

por um preço a ser definido pela negociação entre eles. Ao final de cada período será determinado o preço de mercado (P_m), o qual será a média dos preços das transações efetivamente realizadas.

- b) O conjunto de cem rodadas de análise (i.e. cem períodos) será denominado de *ciclo de simulação*. Ao final de um ciclo, ter-se-á uma matriz de preços de mercado (P_m) do ciclo, a partir da qual obter-se-á a média (μP_m) e o desvio padrão (σP_m) do ciclo.
- c) Serão então gerados nove cenários de simulação, mudando-se as variáveis de entrada do cenário (detalhadas a seguir) gerando um *cenário*.

A figura a seguir expõe a hierarquia de testes :

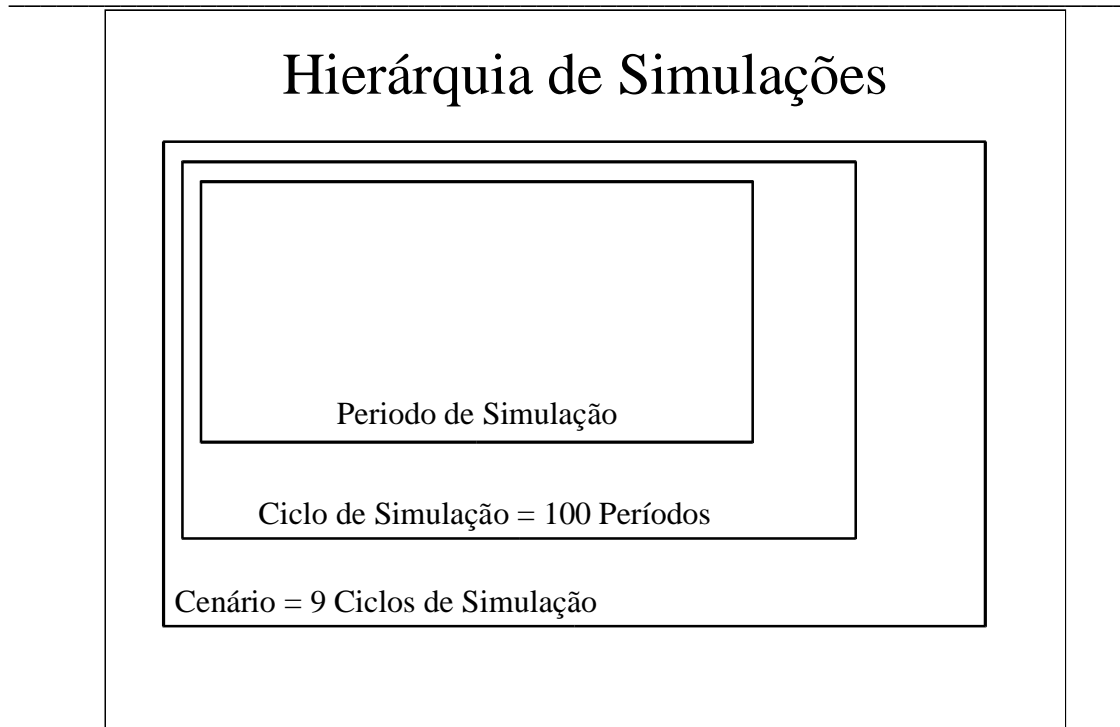


Figura 5. Hierarquia de Simulações

Cada cenário pode então ser repetido com diferentes combinações de estratégias em cada período.

Estas serão as amostras dos testes estatísticos, com o objetivo de determinar se elas diferem significativamente em termos de variância e/ou média umas das outras ou não, o que indicará o efeito alteração das variáveis de entrada dos cenários de análise na formação do preço de mercado P_m .

5.5 Variável de Análise

Cada cenário terá a seguinte pré-condição :

1º) Quantidade de vendedores e compradores sob um determinado conjunto de estratégias de diminuição / aumento de preço

5.6 Implementação do Modelo

Nesta etapa será apresentado o modelo de simulação. Adotou-se o procedimento de apresentar os diversos modelos intermediários desenvolvidos até a implementação do modelo final de modo a facilitar a compreensão estrutural do mesmo.

Como objetivo ter-se-á um modelo de simulação no qual as variáveis de entrada serão as diferentes populações de agentes com suas estratégias de negociação, a variável de saída o preço de mercado e as variáveis de análise àquelas descritas no item 5.4, levando-se em consideração as suas distribuições de probabilidade advindas da pesquisa de campo.

O modelo começa com o número de compradores e vendedores, p_{max} , p_{min} e $p_{inicial}$ fixo, quantidades iguais e fixas para compradores e vendedores, estratégias iguais e lineares, todos os compradores executando uma seqüência de negociação por período.

5.6.11º Modelo : Implementação Básica.

Este modelo serviu como base para implementação dos seguintes. Não se espera que o mesmo forneça resultados relevantes do ponto de vista de análise estatística, mas sim uma base estrutural para montagem dos modelos mais elaborados apresentados nas seções seguintes.

O primeiro passo consiste na modelagem de um grupo de compradores e vendedores que deverão interagir de alguma forma em um ambiente qualquer (no presente caso um e-marketplace). Isto consiste na geração de uma matriz de compradores, com as informações de : identificação do comprador, preço máximo, preço inicial e estratégia de negociação e de uma matriz análoga de vendedores, com as informações de : identificação do vendedor, preço mínimo, preço inicial e estratégia de negociação. A estratégia de negociação neste exemplo será sempre a de acréscimos / decréscimos lineares, seguindo uma determinada quantidade de passos definidos ao acaso para cada comprador e vendedor. Neste exemplo, sempre ocorrerá uma compra/venda.

O resultado final é formado de duas matrizes. Devido ao uso de números aleatórios, as matrizes apresentadas a seguir tem apenas caráter expositivo. Se o algoritmo for executado novamente, os números certamente serão diferentes. A matriz abaixo é um exemplo de uma matriz de vendedores.

Matriz de Vendedores (exemplo numérico)

Identificador	Pmin Venda	Pinicial	Passos
1	2.38217	6.85052	2
2	7.46373	12.172	2
3	2.75214	5.29467	5
4	8.27102	10.5413	2
5	3.21486	6.45705	5
6	3.53342	7.26279	2
7	2.12026	5.99764	1
8	8.6263	12.4525	4
9	2.80367	5.75815	1
10	4.84878	6.23198	3

Figura 6.Exemplo de Matriz de Vendedores

E a seguir é apresentada uma matriz de compradores

Matriz de Compradores (exemplo numérico)

Identificador	Pinicial	Pmax Compra	Passos
1	1.80415	2.91996	2
2	1.37472	3.39106	3
3	9.42197	11.0694	3
4	3.91099	6.21903	2
5	7.66983	11.7748	3
6	5.63997	6.67776	2
7	5.45498	7.31772	4
8	3.10655	5.41497	2
9	4.33471	7.32009	4
10	4.48025	7.96244	5

Figura 7.Exemplo de Matriz de Compradores

O próximo passo é criar um sistema de interação entre os compradores e vendedores que gere preços de fechamento de compra e venda.

Esta tarefa é realizada por uma função na qual pares de compradores x vendedores são formados e são analisadas as estratégias de negociação de ambos, gerando uma matriz de preços por comprador, por período de análise.

No exemplo apresentado a seguir o resultado seria uma matriz de n linhas, na qual, cada linha seria a representação do preço de compra de cada comprador. Caso a transação não venha a se realizar o preço de compra aparecerá com o valor 0 (zero).

A matriz a seguir é um exemplo de uma matriz de preço por período x comprador, obtida neste caso para o conjunto de compradores e vendedores apresentado acima.

Figura 8.Exemplo de Matriz de Preço por Período

A seguir é apresentado um exemplo de gráfico de dispersão dos preços médios em cada período :

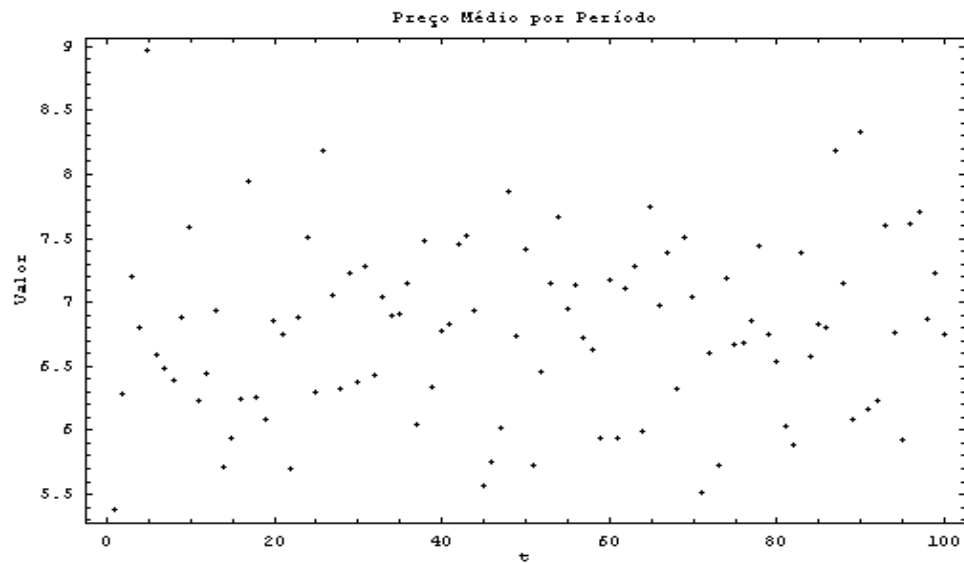


Figura 9.Preço Médio por Período - Gráfico de Dispersão

5.6.22ºModelo : Estratégias de Negociação Diferentes.

Neste modelo são introduzidas estratégias de negociação não lineares. Os agentes poderão optar por esquemas lineares (como o anterior), quadráticos ou por radicais. Isto quer dizer que a função de acréscimo de preço (no caso dos compradores) e de decréscimo de preço (no caso dos vendedores) poderá seguir variações mais ou menos abruptas, ou no início ou no final no processo de negociação.

**5.6.33º Modelo : Negociação de Compra por Período com Variação
Estocástica Estática⁷.**

Neste ponto introduzir-se-á no modelo, pela primeira vez, um dado obtido na pesquisa de campo, apresentado em **4.3.1.2**, qual seja, o número de usuários que no último mês da pesquisa, utilizou pelo menos uma vez do mercado digital.

Na pesquisa de campo, o resultado obtido teve $\mu = 85,54\%$ e $\sigma = 8,11\%$ para o mês mais recente. Para modelar tal fato será criada uma variável aleatória, binária, com probabilidade de ser “1” seguindo uma distribuição normal com média e desvio padrão descritos acima. Esta é a probabilidade da negociação ocorrer naquele momento⁸.

Em seguida, é gerado um número aleatório. Se este número for menor que a probabilidade obtida, a operação é executada, caso contrário ela é desconsiderada.

**5.6.44º Modelo : Negociação de Compra por Período com Variação
Estocástica Dinâmica.**

⁷ Significa que a média e o desvio padrão não se alteram ao longo dos períodos de simulação. Mais adiante será apresentado o caso em que a média e o desvio padrão poderão alterar-se ao longo do tempo.

⁸ Note que neste caso a probabilidade poderá ser maior que “1”, dadas as características da distribuição normal. Significa apenas que existirá a certeza de que a operação de compra e venda ocorrerá naquele momento.

A modelagem da evolução temporal da probabilidade de utilização do mercado digital (emissão de um pedido) será feita tendo por base dados apresentados em **4.3.1.2**, quais sejam :

- a) Número de meses em operação do mercado : 15
- b) % que utilizou no mês ($t=15$) : $\mu= 85,54\%$ e $\sigma = 8,11\%$
- c) % que utilizou no mês anterior ($t=14$) : $\mu= 79,61\%$ e $\sigma = 9,37\%$
- d) % que utilizou no terceiro mês ($t=3$) : $\mu= 28,73\%$ e $\sigma = 19,85\%$

Plotando-se estes dados e procurando-se curvas de ajuste aos mesmos, encontra-se o gráfico apresentado abaixo :

Media e Desvio Padrão - % de Utilização do Mercado Digital ao Longo do Temp

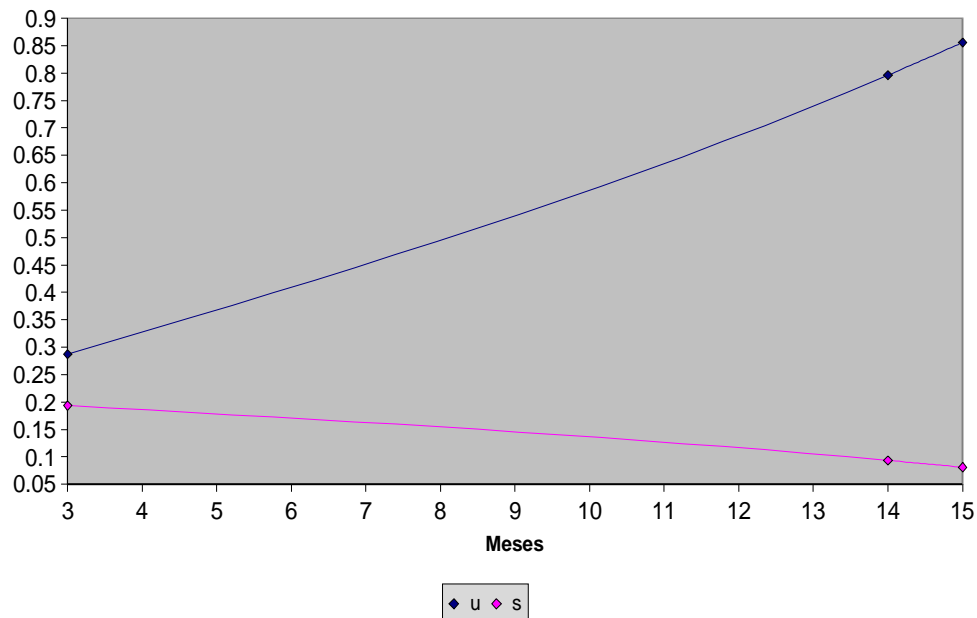


Figura 10. Percentual de Utilização do Mercado Digital ao Longo do Tempo

t	u	s
3	0,2873	0,1935
14	0,7961	0,0937
15	0,8554	0,0811

É facilmente verificável pela figura, que existe uma tendência linear entre os pontos. Dado que uma probabilidade não pode ser maior que “1”, assumir-se-á, para efeitos da simulação, que tanto a média, quanto o desvio padrão, permanecerão constantes após o 16º mês. Esta escolha é arbitrária.

As equações resultantes de regressão linear para u e s são apresentadas a seguir :

$$\begin{aligned}u &= 0,046892 t + 0,146084 \\s &= -0,0092451 t + 0,221381\end{aligned}$$

E lembrando que os valores máximos de u e mínimos de s serão (para $t=16$) :

$$u = 0,896358 \text{ e } s = 0,073459$$

5.6.55º Modelo : Número de Compradores e Vendedores com Variação Estocástica Dinâmica

Conforme apresentado em **4.3.1.1** e **4.3.1.2** existe :

- a) Diferentes proporções entre os compradores e vendedores (68,37% de compradores e 31,63% de vendedores)
- b) Quantidades totais de participantes variável ao longo do tempo.

A primeira tarefa será a de modelar a variação da quantidade de participantes ao longo do tempo. Utilizando-se da mesma técnica apresentada na seção **5.6.4** (anterior), ter-se-á :

- a) Número de meses em operação do mercado : 15
- b) Quantidade total no mês ($t=15$) : $\mu = 193,79$ e $\sigma = 50,38$

c) Quantidade total no mês anterior ($t=14$) : $\mu = 179,84$ e $\sigma = 42,96$

d) Quantidade total no terceiro mês ($t=3$) : $\mu = 25,51$ e $\sigma = 18,31$

Plotando-se estes dados e procurando-se curvas de ajuste aos mesmos, encontra-se o gráfico apresentado abaixo :

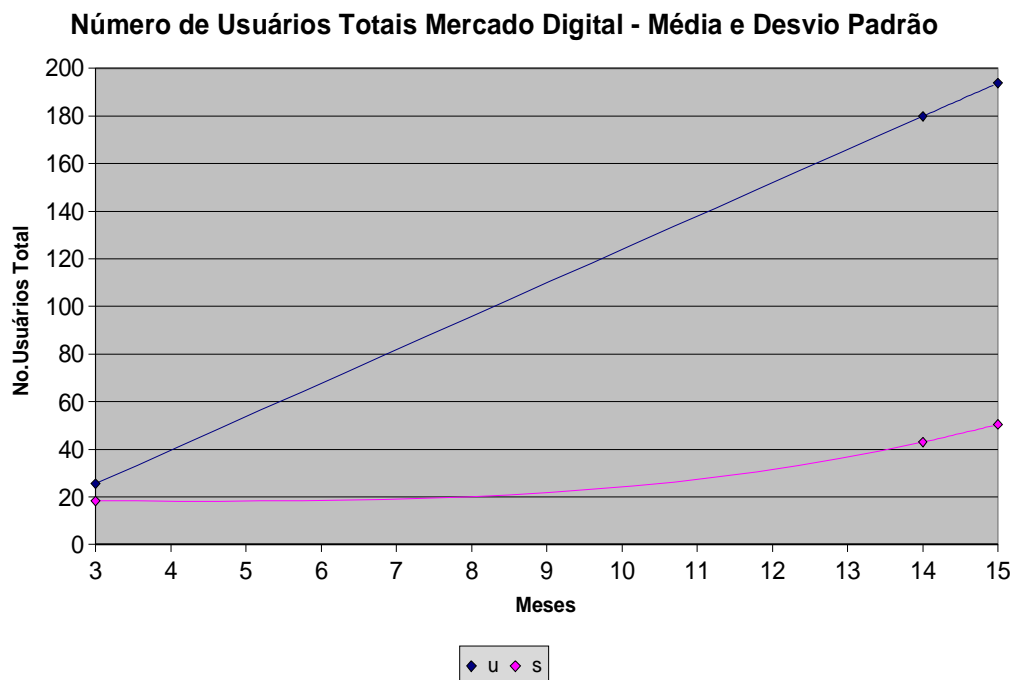


Figura 11. Número de Usuários Totais do Mercado Digital

t	u	s
3	25,51	18,31
14	179,84	42,96
15	193,79	50,38

É também facilmente verificável pela figura, que existe uma tendência linear entre os pontos. Para este caso, assumir-se-á, de maneira semelhante a **5.6.4**, para efeitos da simulação, que tanto a média, quanto o desvio padrão, permanecerão constantes após o 32º mês, neste caso.

Outra necessidade é a de se evitar obter um número negativo de usuários. Sendo assim, para o instante $t=0$ e $t=1$, utilizar-se-á os valores de número de usuários do instante $t=2$. Estas escolhas também são arbitrárias.

As equações resultantes de regressão linear para u e s são apresentadas a seguir :

$$\begin{aligned}u &= 14,02609 t - 16,56496 \\s &= 2,494023 t + 10,61376\end{aligned}$$

E lembrando que os valores máximos de u e de s serão (para $t=32$) :

$$u = 432,26992 \text{ e } s = 90,42248$$

E os valores mínimos (para $t=2$) :

$$u = 11,48722 \text{ e } s = 15,60180$$

5.6.66º Modelo : Número de Transações por Comprador Diferentes e com Variação Estocástica Dinâmica.

Agora introduzir-se-á no modelo a possibilidade de um comprador executar uma ou mais transações em um determinado periodo, seguindo os valores apresentados em **4.3.1.1**, quais sejam :

- a) Quantidade de transações no último mês ($t=15$) : $\mu= 1,43$ e $\sigma= 0,38$
- b) Quantidade total no mês anterior ($t=14$) : $\mu= 1,37$ e $\sigma= 0,43$
- c) Quantidade total no terceiro mês ($t=3$) : $\mu= 0,94$ e $\sigma= 0,52$

Plotando-se estes dados e procurando-se curvas de ajuste aos mesmos, encontra-se o gráfico apresentado abaixo :

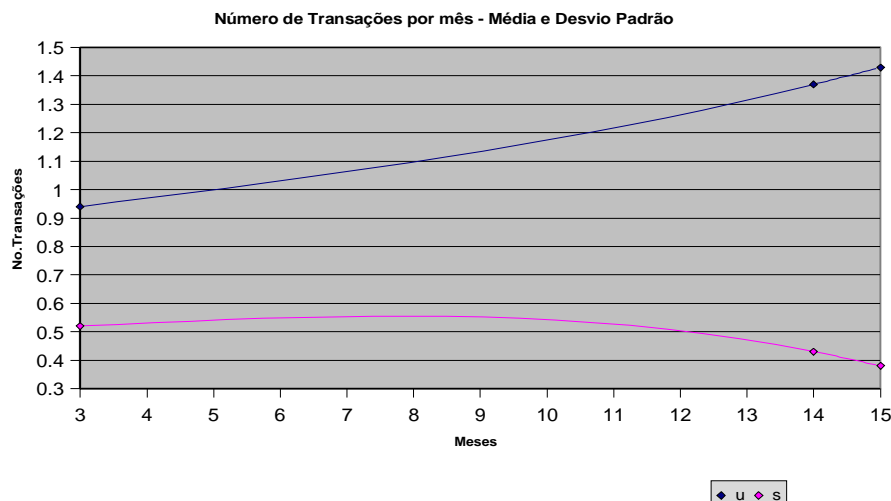


Figura 12. Número de Transações por Mês no Mercado Digital

t	u	s
3	0,94	0,52
14	1,37	0,43
15	1,43	0,38

As equações resultantes de regressão linear para u e s são apresentadas a seguir :

$$u = 0,040113 t + 0,818797$$
$$s = -0,01023 t + 0,552406$$

O crescimento esperado do número de transações, de acordo com o exposto em **4.3.2** é de :

- a) Espera crescer o número de transações : sim em 91,42% dos casos
- b) Em 1 ano : $u = 185,37\%$, e $s = 43,19\%$
- c) Em 2 anos : $u = 114,91\%$ e $s = 51,61\%$

O periodo médio de participação no mercado ou de existência do mesmo, conforme exposto em **4.3.1.1** e **4.3.2** é de :

- a) Para o caso de empresas participantes : 13,2 meses
- b) Para o caso dos mercados digitais : 15,1 meses

Para implementar tal comportamento foram feitas as seguintes considerações no crescimento do número de transações ao longo do tempo :

- a) A média e o desvio padrão seguirão suas tendências até $t=32$ quando o desvio padrão se estabilizará próximo de 0,225188 (para manter coerência com **5.6.6**) e a média seguirá crescendo até $t=100$, quando atingirá um valor próximo de 4.
- b) O valor de quatro transações em média por período é menor que o que se pode calcular considerando os crescimentos expressos acima, mas aqui adotou-se uma perspectiva conservadora, dado que, nas questões levantadas na pesquisa de campo, estas são relacionadas a previsão por parte dos entrevistados⁹.

5.6.77°Modelo : Acerto das Faixas de Valores

No gráfico a seguir é apresentada a série histórica da média e do desvio padrão do valor por transação no mercado digital :

⁹ Atente-se para o fato, de que, nas outras variáveis foi feita uma análise baseando-se em uma série histórica

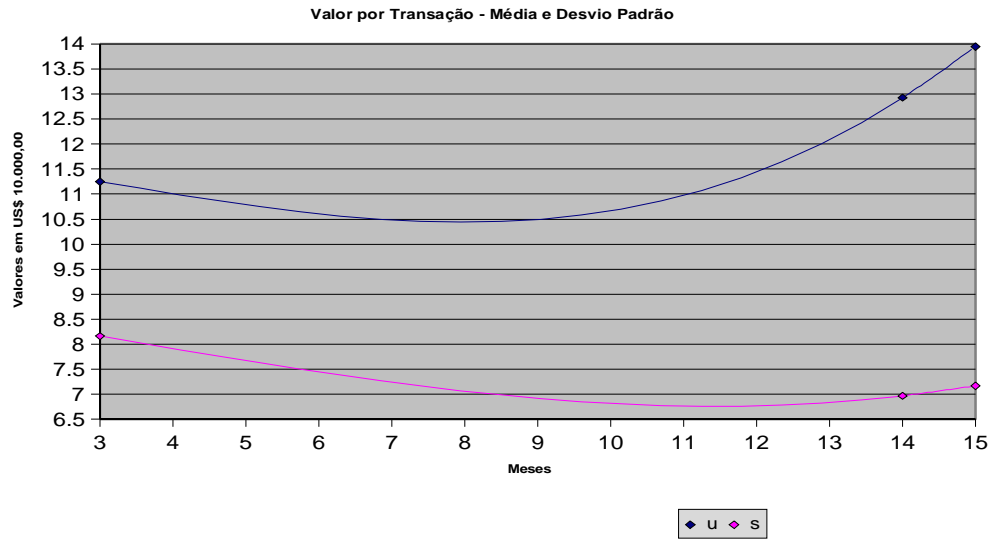


Figura 13. Valor por Transação no Mercado Digital

t	u	s
3	11,25	8,16
14	12,93	6,97
15	13,95	7,17

As equações de regressão são apresentadas a seguir :

$$u = 0,19511 t + 10,6288$$

$$s = -0,09312 t + 8,42662$$

Observa-se pelo gráfico que ou uma regressão linear talvez não seja a melhor escolha de ajuste ou não foram feitas observações suficientes para uma determinação mais precisa da mesma. No entanto para os objetivos do presente modelo, o valor da transação serve apenas para possibilitar resultados numéricos dentro da faixa de valores observados em uma situação real. Deve-se ressaltar aqui que o objetivo da simulação não é o de

determinar valores de transações no futuro ou em outras condições, mas sim de analisar o efeito de diferentes estratégias de negociação por parte dos agentes eletrônicos na variação deste preço. Sendo assim, utilizar-se-á como base de preço no modelo, um valor de transação de US\$ 125.000,00.

**5.6.88ºModelo : Liberdade de Negociação e Número de Lances para
Negociação com Variação Estocástica Estática.**

Os dados obtidos em **4.3.1.1** para estas variáveis são :

- a) Grau de liberdade de negociação, o qual foi expresso como o percentual de variação permitido, quando negociando no mercado digital entre o preço inicial de negociação e o preço de fechamento da transação. Os valores neste caso foram : Distribuição Normal, $u = 23,71\%$ e $s = 14,61\%$.
- b) Grau de “*dureza*” na negociação, expresso como o número de lances que se submete ou aceita no mercado digital para fechamento da transação. Neste caso : Distribuição Normal, $u = 7,38$ e $s = 3,45$.

Deve-se salientar que foi feita uma opção simétrica isto é compradores e vendedores utilizam-se de distribuições de probabilidade semelhantes tanto para os graus de liberdade quanto para a “*dureza*” da negociação.

5.7 Modelo Final

O modelo final englobará então todas as características apresentadas acima. Ele é o modelo no qual analisar-se-á o efeito de diferentes estratégias de negociação em diferentes populações de agentes na formação do preço de mercado.

A listagem do mesmo é apresentada no Anexo I.

As diferentes estratégias são implementadas através de uma matriz de probabilidades a qual determina qual percentual de vendedores e qual o de compradores adotarão uma determinada estratégia, na diminuição (no caso de vendedores) e no acréscimo (no caso de compradores), durante uma negociação. As estratégias podem ser lineares, quadráticas ou quadráticas inversas.

E a título de exemplo é apresentado o gráfico dos preços médios (i.e. de mercado) ao longo do tempo, para uma ciclo de simulação, sob um determinado conjunto de estratégias de negociação, juntamente com a média e o desvio padrão da variável preço médio (i.e. de mercado) e o histograma de frequências do preço médio.

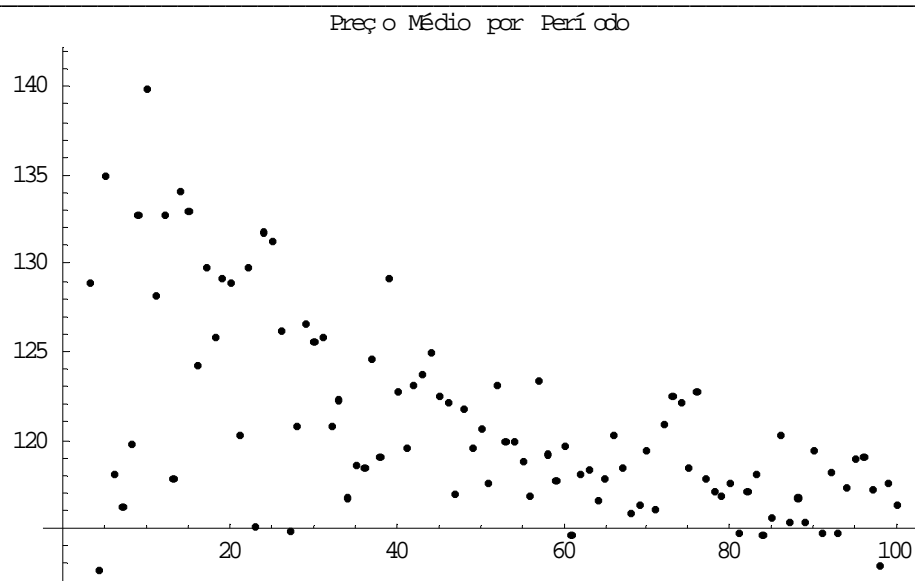


Figura 14. Preço Médio por Período - Modelo Final - Exemplo

Media =121.937

Desvio Padrão =8.57101

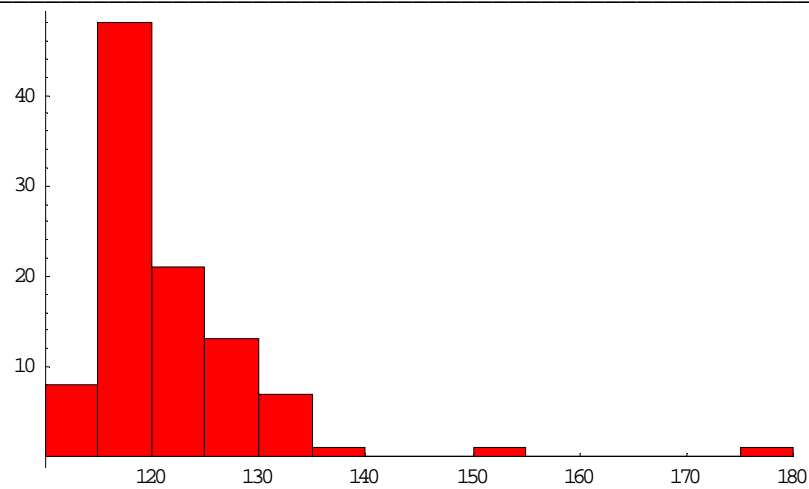


Figura 15. Histograma de Preço Médio por Período - Modelo Final - Exemplo

6 Análise dos Resultados

6.1 Testes Utilizados

Foram utilizados os testes ANOVA e de Kruskal-Wallis

6.2 Tabela de Experimentos

Para cada cenário existirá uma tabela como a apresentada a seguir que descreve os valores das variáveis de análise do modelo, e desta forma define o cenário.

Tabela 3. Matriz de Definição do Cenário – Exemplo									
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Estratégia 1	1/3	1	0	0	1/2	1/2	0	0	1/3
% Vend. Lin									
Estratégia 2	1/3	0	1	0	1/2	0	1/2	1/2	1/3
% Vend.									
Quad.									
Estratégia 3	1/3	0	0	1	0	1/2	1/2	1/2	1/3
% Vend.									
Quad. Inv.									
Estratégia 4	1/3	1	0	0	1/2	1/2	0	1/3	1/2
% Compr.									
Lin.									
Estratégia 5	1/3	0	1	0	1/2	0	1/2	1/3	1/2
% Compr.									
Quad.									
Estratégia 6	1/3	0	0	1	0	1/2	1/2	1/3	0
% Compr.									
Quad. Inv.									

6.3 Teste de Estabilidade

Primeiro deve-se testar o modelo em estado estacionário, i.e. para diferentes cenários, nos quais não varia-se as estratégias entre os ciclos.

O teste de estabilidade segue o seguinte padrão :

a) Dados n conjuntos amostrais de P_m , obtidos através de simulação, com agentes automáticos operando sob conjuntos iguais de estratégias de negociação, pode-se concluir que :

H_0 - não há diferença significativa no preço ao longo de diferentes simulações

H_1 - há diferença significativa no preço ao longo de diferentes simulações

A matriz de definição deste teste é a seguinte :

Tabela 4. Matriz de Definição do Teste de Estabilidade									
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Estratégia 1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
% Vend. Lin									
Estratégia 2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
% Vend.									
Quad.									
Estratégia 3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
% Vend.									
Quad. Inv.									
Estratégia 4	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
% Compr.									
Lin.									
Estratégia 5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
% Compr.									
Quad.									
Estratégia 6	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
% Compr.									
Quad. Inv.									

O teste utilizado é um teste de análise de variância, também conhecido por ANOVA.

6.3.1 Teste ANOVA – Pré-requisito de Variância

Para este teste deve-se garantir a homogeneidade das variâncias entre as amostras em análise. Para tanto deve-se realizar um teste de razão entre as variâncias das diversas amostras, comparando-se o resultado com a distribuição *F* ou de Snedecor.

Para o cenário acima descrito as variâncias dos ciclos foram :

Tabela 5. Matriz de Resultados dos Desvios Padrões nos Ciclos do Teste de Estabilidade									
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Desvio	\$8,54	\$8,89	\$9,49	\$10,20	\$10,02	\$9,11	\$10,54	\$11,03	\$10,46
Padrão									

Para cada par de ciclos diferentes deve-se gerar a estatística :

$$F = \frac{(S_i)^2}{(S_j)^2}$$

A matriz abaixo sumariza os resultados :

Tabela 6. Matriz de Resultados – Teste de Homogeneidade de Variâncias – Teste de Estabilidade ¹⁰									
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,92	0,81	0,70	0,73	0,88	0,66	0,60	0,67
2	1,08		0,88	0,76	0,79	0,95	0,71	0,65	0,72
3	1,23	1,14		0,87	0,90	0,92	0,81	0,74	0,82
4	1,43	1,32	1,16		0,97	0,80	0,94	0,86	0,95
5	1,38	1,27	1,11	1,04		0,83	0,90	0,83	0,92
6	1,14	1,05	1,09	1,25	1,21		0,75	0,68	0,76
7	1,52	1,41	1,23	1,07	1,11	1,34		0,91	0,98
8	1,67	1,54	1,35	1,17	1,21	1,47	1,10		0,90
9	1,50	1,38	1,21	1,05	1,09	1,32	1,02	1,11	

O teste então será :

$$H_0 - \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_9$$

¹⁰ Abaixo da diagonal principal os resultados maiores que 1 (para teste a direita) e acima da diagonal principal, os resultados menores que 1 (para teste a esquerda)

H_1 – Ao menos dois dos μ_i são diferentes

Adotando-se $\alpha=0,05$, teremos como $F_{crítico}$ [ACZEL]¹⁰⁰ à direita : $F(99,99)=1,67$ e à esquerda : $1/F(99,99)=0,60$ ¹¹

Mesmo adotando-se $\alpha=0,1$, teremos como $F_{crítico}$ à direita : $F(99,99)=1,53$ e à esquerda : $1/F(99,99)=0,65$, o que excluiria apenas o par (1,8), dentre os 36 pares analisados

Pode-se concluir portanto que o pré-requisito de homogeneidade de variâncias para aplicação do teste ANOVA foi obtido, uma vez que a hipótese nula H_0 pode ser mantida.

6.3.2 Teste ANOVA

Parte-se agora para o teste ANOVA em si.

O teste será :

$$H_0 - \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_9$$

H_1 – Ao menos dois dos μ_i são diferentes

¹¹ Lembrando sempre que um $\alpha=0,05$ em um teste de dois lados implica em $\alpha/2=0,025$ em cada lado do teste

Neste caso $r=9$ e $n_i=100$ e $n=900$, onde r é o número de amostras, n_i é o número de pontos por amostra (neste caso iguais) e n o número total de pontos, considerando-se todas as amostras.

Para tanto deve-se calcular :

- a) a média de cada ciclo, denominadas \bar{X}_i
- b) a média global, considerando-se todos os valores, denominada \bar{X}
- c) a soma dos desvios quadrados (diferença entre o ponto e a média) em relação

à média de cada ciclo, denominada $SSE = \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$

- d) a soma dos desvios quadrados, entre a média de cada ciclo \bar{X}_i , e a média global

\bar{X} , denominada $SSTR = \sum_{i=1}^r (\bar{X}_i - \bar{X})^2$

e) O valor $MSTR = \frac{SSTR}{r-1}$

f) O valor $MSE = \frac{SSE}{n-r}$

g) E por último a estatística F do teste que será $F = \frac{MSTR}{MSE}$

No caso do teste de estabilidade a estatística F tem valor de 0,62. Adotando-se $\alpha=0,05$, teremos como $F_{crítico}$ à direita : $F(99,99)=1,67$ e à esquerda : $1/F(99,99)=0,60$.
Desta forma, no nível de significância $\alpha=0,05$, não pode-se rejeitar a hipótese H_0

6.3.3 Gráfico de Formação do Preço

Outra forma de interpretar os resultados é através do gráfico de formação de preços dos diversos ciclos de simulação. Conforme pode ser observado pela figura a seguir é evidente também a similaridade entre as distribuições dos diversos ciclos.

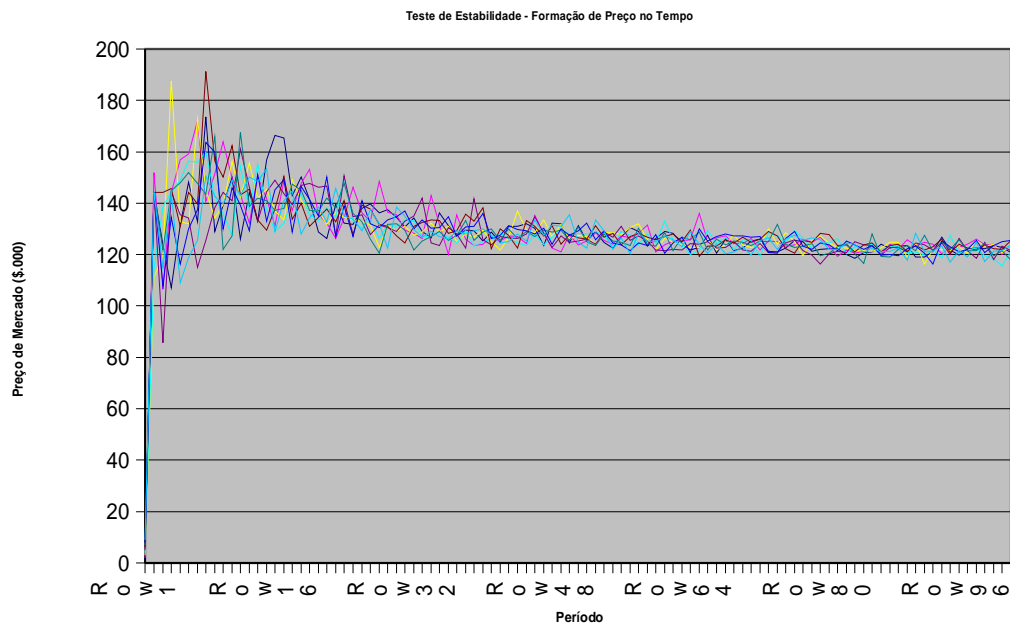


Figura 16. Teste de Estabilidade - Formação do Preço no Tempo

Comprova-se desta forma que o modelo produz resultados estáveis, se as variáveis de entrada do mesmo não se alteram.

6.4 Teste de Sensibilidade

Uma vez que o modelo passou no teste de estabilidade pode-se partir para o teste de sensibilidade, isto é, analisar um cenário, no qual as estratégias de negociação serão alteradas para cada ciclo.

O teste de sensibilidade segue o seguinte padrão :

a) Dado dois conjuntos amostrais de P_m , obtidos através de simulação, com agentes automáticos operando sob diferentes estratégias de negociação, pode-se concluir que a variação da quantidade de agentes sob uma determinada estratégia :

H_0 - não apresenta influência na formação do preço

H_1 - apresenta influência na formação do preço

A matriz de definição deste cenário é a seguinte :

Tabela 7. Matriz de Definição do Teste de Sensibilidade									
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Estratégia 1	1/3	1	0	0	1/2	1/2	0	0	1/3
% Vend. Lin									
Estratégia 2	1/3	0	1	0	1/2	0	1/2	1/2	1/3
% Vend. Quad.									
Estratégia 3	1/3	0	0	1	0	1/2	1/2	1/2	1/3
% Vend. Quad. Inv.									
Estratégia 4	1/3	1	0	0	1/2	1/2	0	1/3	1/2
% Compr. Lin.									
Estratégia 5	1/3	0	1	0	1/2	0	1/2	1/3	1/2
% Compr. Quad.									
Estratégia 6	1/3	0	0	1	0	1/2	1/2	1/3	0
% Compr. Quad. Inv.									

Os testes de hipóteses então são feitos entre os ciclos de modo a avaliar a existência ou não de diferença significativa entre as médias dos valores de preço.

O teste que tentar-se-á utilizar será novamente o ANOVA.

6.4.1 Teste ANOVA – Pré-requisito de Variância

Para o cenário acima descrito as variâncias dos ciclos foram :

Tabela 8. Matriz de Resultados dos Desvios Padrões nos Ciclos do Teste de Estabilidade									
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Desvio	\$16,66	\$6,53	\$7,60	\$12,79	\$8,92	\$13,03	\$12,47	\$7,23	\$9,17
Padrão									

As estatísticas $F = \frac{(S_i)^2}{(S_j)^2}$ para o teste de sensibilidade são sumarizadas na tabela

a seguir :

Tabela 9. Matriz de Resultados – Teste de Homogeneidade de Variâncias – Teste de Sensibilidade									
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0,15	0,21	0,59	0,29	0,61	0,56	0,19	0,30
2	6,50		0,74	0,26	0,54	0,25	0,27	0,82	0,51
3	4,80	1,35		0,35	0,73	0,34	0,37	0,91	0,69
4	1,70	3,83	2,83		0,49	0,96	0,95	0,32	0,51
5	3,48	1,87	1,38	2,05		0,47	0,51	0,66	0,95
6	1,63	3,98	2,94	1,04	2,13		0,92	0,31	0,50
7	1,78	3,64	2,69	1,05	1,95	1,09		0,34	0,54
8	5,31	1,23	1,10	3,13	1,52	3,25	2,97		0,62
9	3,30	1,97	1,46	1,95	1,06	2,02	1,85	1,61	

O teste então será :

$$H_0 - \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_9$$

H_1 – Ao menos dois dos μ_i são diferentes

Adotando-se $\alpha=0,05$, teremos como $F_{crítico}$ à direita : $F(99,99)=1,67$ e à esquerda :

$$1/F(99,99)=0,60$$

Mesmo adotando-se $\alpha=0,1$, teremos como $F_{crítico}$ à direita : $F(99,99)=1,53$ e à esquerda : $1/F(99,99)=0,65$,

Pode-se concluir portanto que o pré-requisito de homogeneidade de variâncias para aplicação do teste ANOVA não foi obtido, uma vez que a hipótese H_0 pode ser rejeitada em uma série de experimentos. Além disto, este resultado também leva a conclusão que existe influência significativa das diferentes estratégias de negociação dos agentes na **volatilidade** do preço.

6.4.2 Teste Kruskal-Wallis

Uma vez que a hipótese básica do teste ANOVA não foi atendida, deve-se partir para outros tipos de teste, para determinação da influência ou não, das diferentes estratégias de negociação, na média do preço de mercado. No caso do presente experimento, utilizar-se-á o teste de Kruskal-Wallis, o qual é a versão não paramétrica do teste ANOVA [ACZEL]¹⁰¹.

O teste será :

H_0 – Todas as k populações tem a mesma distribuição

H_1 – Nem todas as k populações tem a mesma distribuição.

Neste caso tem-se :

$$n_1 = n_2 = \dots = n_9 = 100 \text{ e } n_k = 900$$

Para efetuar tal teste segue-se os passos descritos a seguir :

- a) Classifica-se todos os dados, do menor ao maior, independentemente de qual amostra eles sejam provenientes.
- b) Somam-se as classificações para cada amostra, obtendo-se R_1, R_2, \dots, R_9
- c) Calcula-se a estatística $H = \frac{12}{n_k(n_k + 1)} \left(\sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} \right) - 3(n_k + 1)$
- d) No caso de grandes amostras (onde todas as quantidades são pelo menos iguais ou maiores que 5, a estatística H é aproximada por uma distribuição χ^2 com $k-1$ graus de liberdade [ACZEL]¹⁰²
- e) Rejeita-se a hipótese H_0 no caso de H ser maior que o valor de corte $\chi^2_{(k-1)}$ para um dado nível de significância α

No caso do presente teste, a estatística H tem valor igual a : 5,50.

A estatística χ^2 com $(9-1) = 8$ graus de liberdade, e um α de 0,05 terá um $\chi^2_{\text{crítico}}$ de 15,50. Mesmo com um α de 0,1, o $\chi^2_{\text{crítico}}$ será de 13,36, não permitindo desta forma a rejeição da hipótese H_0 .

6.4.3 Gráfico de Formação do Preço

No gráfico a seguir pode-se visualizar os efeitos das estratégias de negociação na formação do preço ao longo do tempo.

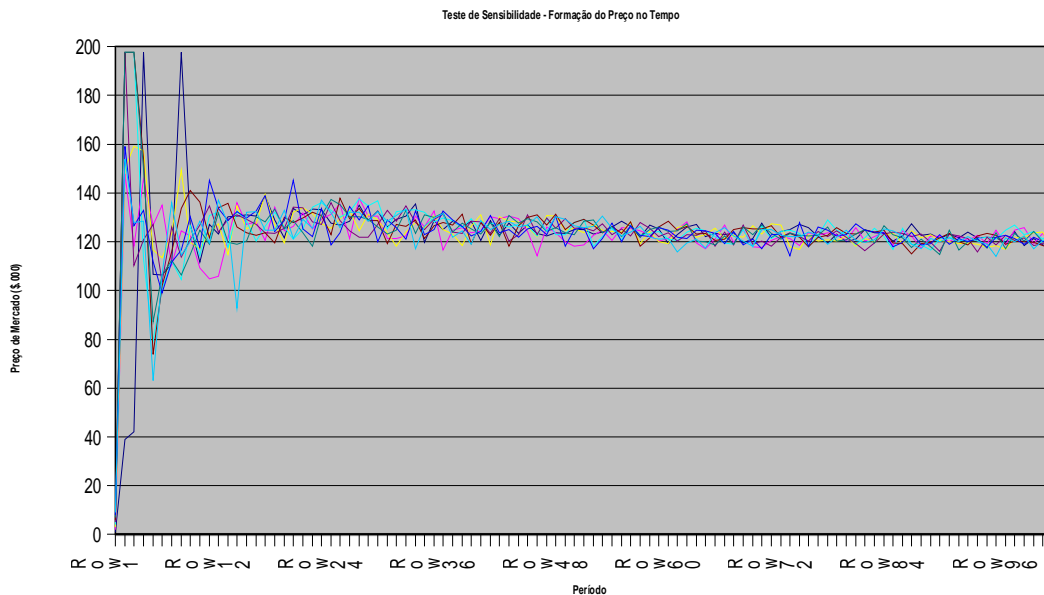


Figura 17. Teste de Sensibilidade - Formação do Preço no Tempo

Pelo gráfico acima percebe-se claramente que há uma influência das diferentes estratégias nos estágios iniciais do mercado. Esta influência no entanto tende a diminuir ao longo do tempo, a medida que mais participantes vão entrando no mercado e aumentando a competitividade do mesmo. Além disto, fica também evidente a influência das diferentes estratégias de negociação somente na volatilidade do preço.

7 Conclusões

O primeiro fator interessante a ser observado, o qual aparece na visualização da formação do preço ao longo do tempo, é o da influência da quantidade de participantes do mercado. Percebe-se claramente, pelos gráficos de formação de preço, que com o passar do tempo (i.e. dos períodos de simulação) e com o conseqüente aumento no número de participantes, ocorre uma diminuição da volatilidade do preço e uma queda do mesmo, o que era de se esperar devido ao aumento da concorrência.

O fato do modelo não ter sido programado explicitamente para apresentar tal comportamento, pois foi simplesmente preparado para replicar negociações entre diferentes agentes, é forte indicação da capacidade das simulações baseadas em agentes inteligentes serem capazes de replicar com razoável grau de precisão o comportamento de mercados reais. Deve-se salientar porém que não é objeto de estudo do presente trabalho o acompanhamento do preço simulado versus o real.

A análise dos resultados apresentados na seção anterior permite afirmar com grande grau de certeza que a utilização de diferentes estratégias de negociação terá um efeito significativo na volatilidade do preço, especialmente se o número de participantes do mercado for pequeno.

Por outro lado a análise demonstrou que não existe influência significativa no preço **final** de mercado decorrente da utilização de diferentes estratégias de negociação

por parte dos agentes. Por preço final entende-se aquele para o qual o mercado tende quanto maior o número de participantes do mesmo. Deve-se salientar que o objeto de estudo aqui é o preço médio entre todas as negociações em um período.

Se por um lado, em termos agregados (i.e. com o número grande de participantes do mercado), as estratégias de negociação dos agentes de software não produzem influência significativa, não deve-se tomar tal resultado como uma indicação de que elas sejam irrelevantes do ponto de vista individual (micro). Isto é inferido da influência das mesmas na volatilidade do preço, o que certamente terá suas conseqüências nos retornos obtidos pelos agentes individualmente.

Como conclusão final pode-se afirmar que, para a adoção de estratégias automatizadas de negociação ser segura em termos agregados, deve-se garantir que a quantidade de participantes do mercado seja superior a limites mínimos, sempre salientando é claro, que tal resultado aplica-se ao valor agregado do preço e não a retornos individuais dos agentes.

8 Sugestões para Futuras Linhas de Pesquisa

Duas linhas básicas de pesquisa surgem a partir do presente trabalho. A primeira na análise da estrutura dos mercados digitais em si e a segunda nas possíveis implicações na formação do preço de mercado decorrentes de outras mudanças nas variáveis do modelo de simulação.

No caso da análise estrutural dos mercados digitais, um fator que é chave na operação dos mesmos, e que por muito tempo foi negligenciado, é o da interface entre os sistemas. De fato, muito das dificuldades na implementação e no uso de tais sistemas provém das dificuldades de ligação entre os vendedores e compradores e entre estes e o mercado digital. Tanto é verdade que hoje, as tecnologias de serviços web, que na verdade são formas flexíveis de integração de sistemas, são o estado-da-arte nos projetos de tecnologia de informação.

As implicações decorrentes da utilização de serviços web na estrutura de implementação e na operação do mercado, podem e devem ser avaliadas e em que nível tais alterações implicariam em modificações nos parâmetros do modelo de simulação.

No caso de novas análises baseadas no modelo de simulação apresentado, seria interessante : a) observar o efeito das diferentes expectativas de preço dos vendedores e compradores na formação do preço final, b) realizar uma análise micro da influência de diferentes estratégias de negociação nos retornos obtidos pelos agentes, c) analisar de

forma segmentada o preço ao longo do tempo buscando identificar graus de volatilidade diferentes para diferentes estágios do mercado ou diferentes quantidades de participantes e principalmente d) aprofundar a análise da influência das estratégias na volatilidade do preço, determinando quais combinações são mais propensas a instabilidade de preços.

Conclui-se portanto que o presente trabalho abre opções de pesquisa tanto em um segmento que mostra-se bastante promissor, o dos mercados artificiais, quanto em segmentos mais tradicionais, como é o caso da análise de implementação de sistemas de informação.

9 Anexo – Listagem Final do Programa de Simulação

```
(* Inicializações *)
ClearAll["Global`*"];
<<Graphics`Master`;
<<Statistics`Master`;
(* Comentários Iniciais *)
(* Variáveis substituídas por distribuições normais no modelo final *)
(* stvend=5;-Numero base de Steps *)
(* stcompr=5;-Numero base de Steps *)
(* mpvendper=0.20;-Acrescimento Percentual de Preço *)
(* mpcomprper=0.20;-Acrescimento Percentual de Preço *)
(* mpvend=mk*mpvendper;-Total de decréscimo no preço de venda *)
(* mpcompr=mk*mpcomprper;-Total de acréscimo no preço de compra *)

(* Variáveis Globais *)
TipoExperimento = 2;
ArquivoSaida="Experimentos0"<>ToString[TipoExperimento]<>".dat"; (*
Nome do arquivo onde serão guardados as n simulações *)
mk=250; (* Base de Preço *)
tmax=100; (*Número de períodos de análise*)
ncenarios=9; (* Número de cenários de simulação *)
Experimentos=Table[0,{i,1,ncenarios},{j,1,tmax}]; (*
Matriz com as distribuições amostrais *)

(* Variáveis Estruturais - Provem da Pesquisa de Campo *)

(*Determina o número máximo de vendedores e compradores*)
(*Neste caso, igual ao número de usuários máximo, obtido em t=32, u=433*)
nv=500; (* Numero Máximo de Vendedores = 433+90*5(s)*70% = 616~620 *)
(*
Numero Maximo de Vendedores = 433+90*3(s)*70% = 492~500 *)
nc=300; (* Numero Máximo de Compradores = 433+90*5(s)*40% = 353~360 *)
(*
Numero Máximo de Compradores = 433+90*3(s)*40% = 281~300 *)

(* Matriz de Vendedores - Inicialização *)
(* 1=identificador 2=
Pmin 3=Pinicial 4=Funcao decrescimento 5=Tipo\{Rule\}1-Linear,2-Quadrática,
3-Logarítmica*)
(*Variáveis estocásticas normais abaixo vem da pesquisa de campo*)
Vend=Table[0,{i,1,nv},{j,1,5}];
Do [
Vend[[i,1]]=i;
Vend[[i,2]]=Random[Real,{1,mk}];

intermed=IntegerPart[Random[NormalDistribution[23.71,14.61]]];
If[intermed<10,intermed=10];
intermed=intermed*mk/100;
Vend[[i,3]]=Vend[[i,2]]+intermed;

intermed=IntegerPart[Random[NormalDistribution[7.38,3.45]]];
If[intermed<1,intermed=1];
Vend[[i,4]]=intermed;

,{i,1,nv}];

(* Matriz de Compradores - Inicialização *)
(*
1=identificador 2=Pinicial 3=Pmax 4=Funcao acrescimo 5=Tipo\{Rule\}1-Linear,
2-Quadrática,3-Logarítmica *)
(*Variáveis estocásticas normais abaixo vem da pesquisa de campo*)
Compr=Table[0,{i,1,nc},{j,1,5}];
Do [
Compr[[i,1]]=i;
Compr[[i,2]]=Random[Real,{1,mk}];

intermed=IntegerPart[Random[NormalDistribution[23.71,14.61]]];
If[intermed<10,intermed=10];
```

```

intermed=intermed*mk/100;
Compr[[i,3]]=Compr[[i,2]]+intermed;

intermed=IntegerPart[Random[NormalDistribution[7.38,3.45]]];
If[intermed<1,intermed=1];
Compr[[i,4]]=intermed;

,{i,1,nc}];

(* Variáveis de Análise *)
If[TipoExperimento==1,
  Probabilidades={
    {1,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {2,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {3,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {4,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {5,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {6,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {7,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {8,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {9,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34} };
];

If[TipoExperimento==2,
  Probabilidades={
    {1,0.33,0.33,0.34,0.33,0.33, 0.34},
    {2,1.00,0.00,0.00,1.00,0.00, 0.00},
    {3,0.00,1.00,0.00,0.00,1.00, 0.00},
    {4,0.00,0.00,1.00,0.00,0.00, 1.00},
    {5,0.50,0.50,0.00,0.50,0.50, 0.00},
    {6,0.50,0.00,0.50,0.50,0.00, 0.50},
    {7,0.00,0.50,0.50,0.00,0.50, 0.50},
    {8,0.00,0.50,0.50,0.33,0.33, 0.34},
    {9,0.33,0.33,0.34,0.00,0.50, 0.50} };
];
Do[

(* Inicialização das matrizes de Preços de Transação, Mercado e Ajuste *)
Clear[Precomedio, nvalido, Preco];
Preco = Table[0,{i,1,tmax},{j,1,nc}];
Precomedio = Table[0,{i,1,tmax}];
nvalido = Table[0,{i,1,tmax}];

(* Variáveis de Análise do Cenário "numero" *)
(* Vendedores *)
Problinvend = Probabilidades[[numero,2]]; (* Probabilidade de utilizar estratégia linear *)
Probquadvend = Probabilidades[[numero,3]]; (* Probabilidade de utilizar estratégia quadrática *)
Probinvvend = Probabilidades[[numero,4]]; (* Probabilidade de utilizar estratégia quadrática inversa *)
vav1 = Problinvend; vav2 = vav1 + Probquadvend; vav3 = vav2 + Probinvvend;

(* Compradores *)
Problincompr = Probabilidades[[numero,5]]; (* Probabilidade de utilizar estratégia linear *)
Probquadcompr = Probabilidades[[numero,6]]; (* Probabilidade de utilizar estratégia quadrática *)
Probinvcompr = Probabilidades[[numero,7]]; (* Probabilidade de utilizar estratégia quadrática inversa *)
vac1 = Problincompr; vac2 = vac1 + Probquadcompr; vac3 = vac2 + Probinvcompr;

(* Cálculos *)
(* Gera estratégias da matriz de vendedores *)
Do[ est = Random[Integer,{1,3}];
  If [ est < vav1, Vend[[i,5]] = 1];
  If [ And[ est > vav1, est < vav2], Vend[[i,5]] = 2];
  If [ est > vav2, Vend[[i,5]] = 3];
  , {i,1,nv} ];

(* Gera estratégias da matriz de compradores *)
Do[ est = Random[Integer,{1,3}];
  If [ est < vac1, Compr[[i,5]] = 1];
  If [ And[ est > vac1, est < vac2], Compr[[i,5]] = 2];
  If [ est > vac2, Compr[[i,5]] = 3];
  , {i,1,nc} ];

(* Apresenta as matrizes de vendedores e compradores - Desabilitado *)
(* Print["Matriz de Vendedores = ", MatrixForm[Vend]," Matriz de Compradores = ", MatrixForm[Compr]]; *)

```

```
(* Gera a matriz de preços de transação *)
Do [
  (* Determina o número total de participantes para o período em questão *)
  (* Variáveis vem da pesquisa de campo *)
  If[ t<=2, ntot = Random[NormalDistribution[11.48722, 15.60180]] ];
  If[ And[t>2, t<32], ntot = Random[NormalDistribution[14.02609*t-16.56496, 2.494023*t+10.61376]] ];
  If[ t>=32, ntot = Random[NormalDistribution[432.26992, 90.42248]] ];

  (* Necessário para que sempre ocorreram negociações no mercado *)
  If[ ntot<4, ntot=4 ];

  (* Determina o número de compradores para o período em questão *)
  (* Variáveis vem da pesquisa de campo *)
  nct = IntegerPart[ntot * 0.6837];
  (* Necessário para o caso de overflow *)
  If[ nct > nc, nct = nc ];

  (* Determina o número de vendedores para o período em questão *)
  (* Variáveis vem da pesquisa de campo *)
  nvt = IntegerPart[ntot * 0.3163];
  (* Necessário para o caso de overflow *)
  If [ nvt > nv, nvt = nv ];

  Do [
    (* Determina o número de transações que o comprador tentará executar no período "t" *)
    (* Mínimo de 1 tentativa de transação *)
    If[ t<=32, ntr = IntegerPart[ Random[ NormalDistribution[0.040113*t+0.818797, -0.01023*t+0.552406] ] ] ];
    If[ And[t>32, t<=100], ntr = IntegerPart[ Random[ NormalDistribution[0.040113*t+0.818797, -0.01023*32+0.552406] ] ] ];
    If[ t>100, ntr = IntegerPart[ Random[ NormalDistribution[0.040113*100+0.818797, -0.01023*32+0.552406] ] ] ];
    If[ ntr == 0, ntr = 1 ];
    nok = 0;

    Do [
      (* Executa uma transação *)
      idvend = Random[Integer,{1,nvt}];
      Ppropvend = Vend[[idvend,3]];
      Pinivend = Vend[[idvend,3]];
      Pminvend = Vend[[idvend,2]];
      Stepvend = Vend[[idvend,4]];
      Ppropcompr = Compr[[idcompr,2]];
      Pinicompr = Compr[[idcompr,2]];
      Pmaxcompr = Compr[[idcompr,3]];
      Stepcompr = Compr[[idcompr,4]];
      itr = 0;
      Executar = True;

      (* Determina se ocorrerá ou não o pedido de compra - Variáveis vem da pesquisa de campo *)
      If[ t>16, If[ Random[] < Random[NormalDistribution[0.896358,0.073459]], Executar=True, Executar=False],
        If[ Random[] < Random[NormalDistribution[0.046892*t+0.146084, -0.009245*t+0.221381]],
          Executar=True,
          Executar=False]];

      While[ And[ Ppropvend >= Ppropcompr, Ppropvend >= Pminvend, Ppropcompr <= Pmaxcompr, Executar ],
        If[Vend[[idvend,5]]==1, Ppropvend = (Pminvend - Pinivend) * itr / Stepvend + Pinivend ];
        If[Vend[[idvend,5]]==2, Ppropvend = (Pminvend - Pinivend) * (itr^2) / (Stepvend^2) + Pinivend ];
        If[Vend[[idvend,5]]==3, Ppropvend = (Pminvend - Pinivend) * Sqrt[itr] / Sqrt[Stepvend] + Pinivend ];
        If[Compr[[idcompr,5]]==1, Ppropcompr = (Pmaxcompr - Pinicompr) * itr / Stepcompr + Pinicompr ];
        If[Compr[[idcompr,5]]==2, Ppropcompr = (Pmaxcompr - Pinicompr) * (itr^2) / (Stepcompr^2) + Pinicompr ];
        If[Compr[[idcompr,5]]==3, Ppropcompr = (Pmaxcompr - Pinicompr) * Sqrt[itr] / Sqrt[Stepcompr] + Pinicompr ];
        itr = itr+1;
      ];
      If[ Ppropvend <= Ppropcompr, Preco[[t, idcompr]] = Preco[[t, idcompr]] + Ppropvend; nok=nok+1 ];
    ],{trs,1,ntr}];

    (* If necessário para evitar situacao 0/0 *)
    If[ Not[nok==0], Preco[[t, idcompr]] = Preco[[t, idcompr]] / nok ];

    ,{idcompr,1,nct}];
  ,{t,1,tmax}];
```

```
(* Apresenta a matriz de preço de negociação - Desabilitado *)
(* Print["Matriz de Preço = ", MatrixForm[Preco]]; *)

Do [ Precomedio[[i]]=Precomedio[[i]]+Preco[[i,j]], {i,1,tmax}, {j,1,nc} ];
Do [ nvalido[[i]] = nvalido[[i]] + If[ Preco[[i,j]] == 0,0,1], {i,1,tmax}, {j,1,nc}];
(* If necessário para evitar situacao 0/0 *)
Do [ If[ Not[nvalido[[i]] == 0] , Precomedio[[i]] = Precomedio[[i]] / nvalido[[i]] ], {i,1,tmax} ] ;

Print["Cenario ",numero];
ListPlot[Precomedio, FrameLabel[Rule["t", "Valor"], PlotLabel[Rule["Preço Médio por Período"]];
Print["Media =", Mean[Precomedio]];
Print["Desvio Padrão =", StandardDeviation[Precomedio]];
Histogram[Precomedio];
(* Print["ShapeReport =", ShapeReport[Precomedio]]; *)
(* Print["DispersionReport =", DispersionReport[Precomedio]]; *)
(* Print["LocationReport =", LocationReport[Precomedio]]; *)

Do[ Experimentos[[numero,j]] = Precomedio[[j]], {j, 1, tmax} ];

,{ numero, 1, ncenarios };

(* Salva o arquivo com as distribuições dos experimentos *)
Export[ArquivoSaida,Experimentos];

Importacao = Import[ArquivoSaida,"List"];
Do[ Exportacao[i] = Take[Importacao,{100*(i-1)+1,100*i}],{i,1,9}];
Do[ NomeArquivo = ArquivoSaida <> " " <> ToString[i] <> ".csv";
  Export[NomeArquivo,Exportacao[i] ];
,{i,1,9}]
```

10 Bibliografia

- ¹ **PORTER**, Michael E. *Estratégia Competitiva*, Editora Campus, São Paulo, SP, Brasil, 1986, 3ª edição.
- ² **BEOMSOO**, Kim *An Analysis of a Digital Economy*. Phd Thesis, University of Texas at Austin, USA, 1999.
- ³ **HADAR**, Josef *Elementary Theory of Economic Behavior*. Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1966.
- ⁴ **SHAPIRO**, Carl & **VARIAN**, Hal R. *Information Rules : A Strategic Guide to the Networked Economy*. Harvard Business School Press, USA, 1998.
- ⁵ **BERNERS-LEE**, Tim & **FISCHETI**, Mark & **DETOUZOS**, Michael L. *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web*. Harper San Francisco, USA, 1999.
- ⁶ **KEENAN**, Vernon Dynamic Pricing Online, *Access Conferences International*, San Francisco, USA, Sept.20 & 21, 1999
- ⁷ **CHOI**, Samuel P.M. & **LIU**, Jiming & **CHAN**, Sheung-Ping. A Genetic Agent-Based Negotiation System. *Computer Networks*, Amsterdam, Oct.2001, pp.195-204.
- ⁸ **GRIFFITHS**, R.T. Internet for Historians, History of the Internet, The development of the Internet. http://www.let.leidenuniv.nl/history/ivh/frame_theorie.html. Universiteit Leiden, Instituut voor Geschiedenis, 1999.
- ⁹ **BARTELS**, Andrew The Future of the Commerce Server. *IdeaByte*, Giga Information Group, September 7, 2000
- ¹⁰ **GANTZ**, John & **GLASHEEN**, Carol *The Global Market Forecast for Internet Usage and Commerce: Based on Internet Commerce Market Model™, Version 5*. International Data Corporation, 1999.
- ¹¹ **WITTER**, Dean Witter. *B2B The Internet Report – Collaborative Commerce*. Morgan Stanley Technical Research, April 2000.
- ¹² **SACHS**, Goldman *B2B: 2B or Not 2B: The Second Survey*. Goldman Sachs Hightech Research, Version 2.0. Apr 14, 2000.
- ¹³ **BERRYMAN**, Kenneth et alli. Electronic Commerce : Three Emerging Strategies. *The McKinsey Quarterly*, 1998, vol1.
- ¹⁴ **BERRYMAN**, Kenneth et alli. Op.citi. no.13
- ¹⁵ **DEVINE**, Dennis A. et alli. Building Enduring Consortia, *McKinsey Quarterly*, 2001, no.2
- ¹⁶ **CHAPPUIS**, Bertil et alli, A Performance Index for B2B Marketplaces, *McKinsey Quarterly*, 2001, no.3.
- ¹⁷ **CHAPPUIS**, Bertil et alli, op.cit no.16
- ¹⁸ **LIU**, J., **YE**, Y. *E-Commerce Agents : Marketplace Solutions, Security Issues and Supply and Demand*. Lecture Notes in Computer Science, Vol.2033, Springer-Verlag, Germany, 2001.
- ¹⁹ **POPPER**, Karl A *Lógica da Pesquisa Científica*. Editora da USP, São Paulo, 1975.
- ²⁰ **KAPLAN**, Steven & **SAWHNEY**, Mohanbir E-Hubs: The New B2B Marketplaces. *Harvard Business Review*, May-June 2000, Vol.78, no.3.

- ²¹ **BARTELT**, Andreas & **LAMERSDORF**, Winfried A *Multi-Criteria Taxonomy of Business Models in Electronic Commerce*. University of Hamburg, VSYS, Vogt-Kölln-Strasse 30, D-22527 Hamburg [\[bartelt,lamersd}@informatik.uni-hamburg.de](mailto:{bartelt,lamersd}@informatik.uni-hamburg.de) <http://citeseer.nj.nec.com/460482.html>
- ²² **ROCKWELL**, Westy *XML, XSLT, Java, and JSP: A Case Study in Developing a Web Application*. New Ryders Publishing, 2001.
- ²³ **ZHAO**, Weiquan & **KEARNEY**, David & **GIOIOSA**, Gianpaolo *Architectures for Web Based Applications*. University of South Australia, School of Computer and Information Science, Mawson Lakes Bld., Mawson Lakes 5095 Adelaide SA Australia, {weiquan.zhao, david.kearney, giogy001@unisa.edu.au},
- ²⁴ **ENGUIX**, Carlos F. & **DAVIS**, Joseph G. *Filling the Gap : New Models for Systematic Page-based Web Application Development & Maintenance*. Decision Systems Laboratory, Department of Business Systems, The University of Wollongong, Northfields Ave., Wollongong NSW 2522, Australia, <http://citeseer.nj.nec.com/246325.html>
- ²⁵ **CONALLEN**, Jim Modelling Web Application Architectures with UML. *Communications of the ACM* October 1999, Vol 42, No.10 <http://citeseer.nj.nec.com/conallen99modeling.html>
- ²⁶ **SANGILI**, Ravichandran & **LARMAN**, Anthony & **LAI**, Rai *Business-to-Business Marketplace Reference Architecture*. Internal Paper, E-Marketplaces Business Practice Group, Sun Microsystems Inc, 2001.
- ²⁷ **AHLUWALIA**, Gurvinder *Marketecture : Business and Architecture Overview of Eletronic Marketplaces*. Consulting Paper, eMarketplace Focus Group, .Com Consulting Practice, Sun Microsystems, Dallas, Texas, USA, 2001.
- ²⁸ **HAWKER**, Charlie *E-Supply Chains and the Role of Marketplaces*, PriceWaterhouseCoopers, 2nd European Conference on E-Marketplaces, Stockholm, May 10th.
- ²⁹ **WISE**, Richard & **MORRISON**, Beyond the Exchange : The Future of B2B. *Harvard Business Review*, Nov-Dec 2000, vol.78, no.6.
- ³⁰ **BAUMOL**, William J. *Economic Theory and Operations Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1965, 2nd.ed.
- ³¹ **LILIEN**, Gary L. & **KOTLER**, Philip & **MOORTHY**, K.Sridhar *Marketing Models*. Prentice-Hall International Editions, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
- ³² **KOGIKU**, K.C. *Microeconomic Models*. Harper & Row Publishers, New York, 1971.
- ³³ **BROWNING**, Edgar K. & **ZUPAN**, Mark A. *Microeconomic Theory and Applications*. HaperCollins College Publishers, 1996, New York, 5th edition.
- ³⁴ **MAS-COLLEL**, Andreu & **WHINSTON**, Michael D. & **GREEN**, Jerry R. *Microeconomic Theory* Oxford University Press, Oxford, 1995.
- ³⁵ **KATZ**, Michael L. & **ROSEN**, Harvey S. *Microeconomics*. Irwin/McGraw-Hill, 1998, 3rd.ed.
- ³⁶ **VARIAN**, Hal R. *Microeconomia Principios Básicos : Uma Abordagem Moderna*. Editora Campus, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, 1994, 2^a edição.
- ³⁷ **SHER**, William & **PINOLA**, Rudy *Microeconomic Theory : A Synthesis of Classical Theory and The Modern Approach*. Edward Arnold, UK, 1981.

³⁸ **LeBARON**, Blake *Agent Based computational Finance : Suggested Readings and Early Research*. Graduate School of International Economics and Finance, Brandeis University, 415 South Street Mailstop 021, Waltham, MA –2453-2728, <http://citeseer.nj.nec.com/lebaron98agent.html>

³⁹ **CHIAROMONTE**, Francesca & **DOSI**, Giovanni *Modeling a Decentralized Asset Market : An Introduction to the Financial “Toy-Room”*. *Interim Reports*, International Institute for Applied Systems Analysis, October 1998.

⁴⁰ **IZUMI**, Kyioshi *An Artificial Market Model of a Foreign Exchange Market*. Department of General Systems Studies, Graduate School of Arts and Sciences, the University of Tokyo, <http://citeseer.nj.nec.com/izumi98artificial.html>

⁴¹ **SAIRAMESH**, J. et.alli *E-Marketplaces : Architectures, Trading Models and Their Role in Bandwidth Markets*. IBM T.J.Watson Research, Yorktown Heights, New York, NY, 10598. <http://citeseer.nj.nec.com/249617.html>

⁴² **NÄSÄKKÄLÄ**, Erkkä *Modeling Price Processes in Telecommunications Capacity Markets*. Helsinki University of Technology. Department of Engineering Physics and Mathematics. <http://citeseer.nj.nec.com/512714.html>

⁴³ **ARTHUR**, W.Brian et alli. *Asset Pricing Under Endogenous Expectations in na Artificial Market. em The Economy as An Evolving Complex System II*. A Proceedings Volume in The Santa Fe Institute Studies in The Sciences of Complexity. Adison-Wesley, Reading, Massachusetts, USA, 1997.

⁴⁴ **BELTRATTI**, Andrea & **MARGARITA**, Sergio & **TERNA**, Pietro *Neural Networks for Economic and Financial Modelling*. International Thomson Computer Press, London, UK, 1996

⁴⁵ **NWANA**, Hyacinth S. *Software Agents*. <http://www.btexact.com/projects/agents/zeus/>

⁴⁶ **SCHULEMBURG**, Sonia & **ROSS**, Peter *An Adaptive Agent Based Economic Model*. Artificial Intelligence Applications Institute, Division of Informatics, University of Edimburg, 80 South Bridge, Edinburgh EH1 1HN, Scotland, {sonias,[peter](mailto:peter@dafe.ed.ac.uk)}@dafe.ed.ac.uk, <http://citeseer.nj.nec.com/schulenburg00adaptive.html>

⁴⁷ **LIU**, J., **YE**, Y. op.cit. no.18.

⁴⁸ **TEUTEBERG**, Frank & **KURBEL**, Karl *Anticipating Agents Negotiation Strategies in na E-marketplace Using Belief Models*. Business Informatics, Europe University Viadrina, POB 1786, D-15207 Frankfurt (Oder), Germany, {teute,kurbel}@euv-frankfurt-o.de, <http://citeseer.nj.nec.com/531520.html>

⁴⁹ **LIDEN**, Lars *Using Nodes to Develop Strategies for Combat with Multiple Enemies*. Valve Software, 520 Kirkland Way #201, Kirkland, WA 98033, lars@valvesoftware.com, <http://citeseer.nj.nec.com/504037.html>

⁵⁰ **KOGUTT**, Todd & **JONES**, Scott & **WU**, Eric *Do Massively Multiplayer Online Games Represent na Evolution in Virtual Community?* <http://citeseer.nj.nec.com/402338.html>

⁵¹ **LOMUSCIO**, Alessio R. & **WOOLDRIDGE**, Michael & **JENNINGS**, Nicholas R. *A Classification Scheme for Negotiation in Electronic Commerce. Agent Mediated E-Commerce : The European Agentlink Perspective*, Lecture Notes in Computer Science Vol 1991, Springer-Verlag, Germany, 1999.

⁵² **ROCHA**, Ana P., **OLIVEIRA**, Eugénio *An Electronic Market Architecture for The Formation of Virtual Enterprises*. LIACC – Faculty of Engineering, University of Porto, {arocha, eco}@fe.up.pt. <http://citeseer.nj.nec.com/rocha99electronic.html>

- ⁵³ **GUTTMAN**, Robert H. et.al. *Results from a Multi-Agent Electronic Marketplace Experiment*. MIT Media Laboratory, 20 Ames Street, Cambridge MA 02139 <http://citeseer.nj.nec.com/193017.html>
- ⁵⁴ **CHAVEZ**, Anthony et.al. *A Real Life Experiment in Creating an Agent Marketplace*. MIT Media Laboratory, 20 Ames Street, Cambridge, MA 02139, <http://citeseer.nj.nec.com/12311.html>.
- ⁵⁵ **ZIKMUND**, William G. *Business Research Methods*. The Dryden Press, Fort Worth, Texas, 1994, pp.86-111.
- ⁵⁶ **MALHOTRA**, Naresh K. *Marketing Research: An Applied Orientation*. 2^a.ed., Prentice Hall, New Jersey, 1996, pp.90, 194-229.
- ⁵⁷ **HAIR**, Joseph F. et.al. *Multivariate Data Analysis : with Readings*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995, pp.420-455.
- ⁵⁸ **PIDD**, Michael *Computer Simulation in Management Science*. John Wiley & Sons Ltd. England, 1998
- ⁵⁹ **FOSSET**, Christine A. & **HARRISON**, Dale & **WEINTROB**, Harry An Assessment Procedure for Simulation Models: A Case Study. *Operations Research*, Vol 39, No.5, September-October 1991.
- ⁶⁰ **PINDICK**, Robert S. & **RUBINFELD**, Daniel L. *Econometric Models & Economic Forecast*. McGraw-Hill International Editions, Singapore, 1991, pp.331-416.
- ⁶¹ **SHYCON**, Harvey N. & **MAFFEI**, Richard B. Simulation – Tool for Better Distribution. em *Readings in Physical Distribution Management: The Logistics of Marketing* .Bowersox, Donald J., McMillan Company, Toronto, Ontário, Canada, 1969.
- ⁶² **JOHNSON**, Richard A. & **WICHERN**, Dean W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1992, 3^a ed.
- ⁶³ **HAIR**, Joseph F. et.al. op.cit.no.28
- ⁶⁴ **RAGSDALE**, Clif T. *Spreadsheet Modeling and Decision Analysis*. South-Western College Publishing, Cincinnati, Ohio, USA, 1998, 2nd.ed.
- ⁶⁵ **BONINI**, Charles P. & **HAUSMAN**, Warren H. & **BIERMAN**, Harold Jr. *Quantitative Analysis for Management*. Irwin McGraw-Hill, Boston, Massachusetts, 1997, 9^a ed., pp.410-447.
- ⁶⁶ **ROMAN**, Steven *Desenvolvendo Macros no Excel*. Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro, Brasil, 2000.
- ⁶⁷ **JACOBSON**, Reed *Microsoft Excel 5 Visual Basic for Windows Passo a Passo*. Makron Books, São Paulo, Brasil, 1995.
- ⁶⁸ **WOLFRAM**, Stephen *The Mathematica Book*. Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1996, 3^a ed.
- ⁶⁹ **MAEDER**, Roman *Programming in Mathematica*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1997, 3^a ed.
- ⁷⁰ **VARIAN**, Hal R. *Economic and Financial Modeling with Mathematica*. Springer-Verlag Publishers, NY, USA, 1993.
- ⁷¹ **VARIAN**, Hal R. *Computational Economics and Finance : Modeling and Analysis with Mathematica*. Springer-Verlag, New York, 1996.

- ⁷² **FREEMAN**, James A. *Simulating Neural Networks with Mathematica*. Addison-Wesley, Reading Massachusetts, 1994.
- ⁷³ **GAYLORD**, Richard J. & **WELLIN**, Paul R. *Computer Simulations with Mathematica®: Explorations in Complex Physical and Biological Systems*. Telos, Springer Verlag, New York, NY, 1995, pp.3-16.
- ⁷⁴ **POPPER**, Karl A *Lógica da Pesquisa Científica*. Editora da USP, São Paulo, 1975.
- ⁷⁵ **ALVES**, Ruben A *Filosofia da Ciência*. Ars Poetica/Speculum, São Paulo, 1996
- ⁷⁶ **KUHN**, Thomas S., *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Perspectiva, São Paulo, 1996
- ⁷⁷ **SAGAN**, Carl *O Mundo Assombrado pelos Demônios*. Cia das Letras, São Paulo, 1997.
- ⁷⁸ **KAPLAN**, Steven & **SAWHNEY**, Mohanbir op.cit.no.
- ⁷⁹ **CHAPPUIS**, Bertil et alli, op.cit no.16
- ⁸⁰ **CHAPPUIS**, Bertil et alli, op.cit.no.16
- ⁸¹ **SANGILI**, Ravichandran & **LARMAN**, Anthony & **LAI**, Rai, op.cit. no.21
- ⁸² **KAPLAN**, Steven & **SAWHNEY**, Mohanbir op.cit.no.20
- ⁸³ **SANGILI**, Ravichandran & **LARMAN**, Anthony & **LAI**, Rai, op.cit. no.21
- ⁸⁴ **AHLUWALIA**, Gurvinder op.cit.23
- ⁸⁵ **TSEVOTAVITYY**, Maksim Magma : An Agent Based Virtual Market for E-Commerce. *Journal of Applied Artificial Intelligence*, (6), 1997.
- ⁸⁶ **TSEVOTAVITYY**, Maksim op.cit.no.61
- ⁸⁷ **VICKERY**, W. Counterspeculation, Auctions and Competitive Scaled Agents. *Journal of Finance*, 16:8-37, 1961.
- ⁸⁸ **WISE**, Richard & **MORRISON**, op.cit.24.
- ⁸⁹ **NWANA**, Hyacinth S. op.cit 30.
- ⁹⁰ **LOMUSCIO**, Alessio R. & **WOOLDRIDGE**, Michael & **JENNINGS**, Nicholas R. op.cit.32.
- ⁹¹ **CHAVEZ**, Anthony & **MAES**, Pattie Kasbah: An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods. *In Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology*, London, April 1996.
- ⁹² **BELTRATI**, Andrea & **MARGARITA**, Sergio & **TERNA**, Pietro *Neural Networks for Economic and Financial Modeling*. Thomson Computer Press, London, UK, 1996
- ⁹³ **O'HARA**, Maureen *Market Microstructure Theory*. Blackwell Publishers Inc., 1997, Malden, MA, USA.
- ⁹⁴ **DEMSETZ**, H. The Cost of Transacting. *Quarterly Journal of Economics* 82, 33-53
- ⁹⁵ **GARMAN**, M. Market Microstructure. *Journal of Financial Economics* 3, 257-275

⁹⁶ [GUTTMAN, ROBERT H. & MOUKAS, Alexandros G. & MAES, Pattie Agent-Mediated Electronic Commerce: A Survey. Knowledge Engineering Review, June 1998](#)

⁹⁷ **WURMAN**, Peter R. & **WELLMAN**, Michael P. & **WALSH**, William E. Walsh. *The Michigan Internet AuctionBot: A Configurable Auction Server for Human and Software Agents. Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents, Minneapolis, May 1998.*

⁹⁸ **FISHER**, Kalus & **MULLER**, Jorg P. & **SCHEER**, Heimig, A. *Intelligent Agents in Virtual Enterprises. Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi Agent Technology, London, UK, April 1996.*

⁹⁹ **GAYLORD**, Richard J. & **D'ANDRIA**, Louis J. *Simulating Society : A Mathematica Toolkit for Modeling Socioeconomic Behavior.* Springer-Verlag, New York, 1998.

¹⁰⁰ **ACZEL**, Amir D. *Complete Business Statistics.* Richard D. Irwin Inc., Homewood, IL, USA, 1993, 2nd.edition.

¹⁰¹ **ACZEL**, Amir D. *op.cit.no.101.*

¹⁰² **ACZEL**, Amir D. *op.cit.no.101.*