

## **ÁREA TEMÁTICA: MARKETING E COMUNICAÇÃO**

### **INFLUÊNCIA DA RACIONALIDADE E DA QUALIDADE NA COMPRA DE SERVIÇO EM UMA SOCIEDADE ARTIFICIAL**

#### **AUTORES**

**RUBENS DE ALMEIDA ZIMBRES**

Universidade Presbiteriana Mackenzie  
razimbres@terra.com.br

**ELIANE PEREIRA ZAMITH BRITO**

Universidade Presbiteriana Mackenzie  
elianebrito@mackenzie.com.br

#### **Resumo**

Artigos envolvendo sociedades artificiais são raros em administração, dado que a construção de tais sociedades exige considerável preocupação com o realismo e pode envolver aspectos não lineares, o que torna difícil sua execução segundo os métodos quantitativos tradicionais. Este artigo simula a interação entre clientes numa rede social artificialmente criada durante o processo de compra de um serviço. As interações entre clientes e o provedor de serviço determinam a percepção de qualidade do serviço recebido. Durante as interações ocorre um processo de troca de informações e “contaminação” dos clientes pela opinião de outros clientes. Através da abstração do comportamento de uma platéia após a apresentação de uma palestra em Marketing, o modelo desenvolvido considera percepções de qualidade de serviço, racionalidade dos atores e sua evolução ao longo das interações, não somente do ponto de vista dos resultados numéricos, mas também através de visualizações de como a informação trafega entre os indivíduos, o que é incomum em modelos computacionais. O artigo foi inspirado no modelo de Miller e Page (2004), ao qual foram efetuadas melhorias o que propiciou o desenvolvimento de um modelo mais realista.

#### **Abstract**

Papers dealing with artificial societies are uncommon in Management, once the construction of these societies requires a great amount of attention regarding realism and can involve non-linear aspects, what makes it difficult to be modeled using traditional quantitative methods. This paper simulates the interaction process among clients in an artificially created social network during the purchase of a service. Interactions among clients and the service provider determine the quality perception of the service purchased. Along the interactions there is information exchange and contamination of clients through the opinion of other clients. Using an abstraction from the behavior of an audience after a lecture, the model developed considers quality perceptions and their evolution along the interactions, not only regarding numeric results, but also regarding visualization of information flow among individuals, what is uncommon in computational models. This paper was inspired in Miller and Page's (2004) model. Improvements were made and results suggest this is a more realistic model.

**Palavras-chave:** modelagem baseada em agentes, serviço, qualidade.

#### **1. Introdução**

Os clientes precisam de informação para tomada de decisão, assim como as empresas precisam de informação para, entre outras coisas, procurar satisfazer os clientes. Portanto, a correta e efetiva transmissão de informação é importante para se estabelecer os padrões que

levam a uma avaliação de qualidade elevada do serviço recebido. Por meio das interações, isto é, pela troca de informação, os clientes podem desenvolver um sentimento positivo, que pode levar ao sucesso na venda (BLOEMER; RUYTER, 1999).

A satisfação do cliente de serviço depende de suas expectativas e percepções e estas são criadas também pela interação que ocorre no momento em que o serviço está sendo executado, incluindo, neste caso, as interações entre clientes. A interação entre clientes deve ser encarada como parte do encontro de serviço e, portanto, gerenciada, à medida do possível, pela empresa prestadora do serviço. Permeia este processo a transmissão da informação entre os atores do serviço, ou seja, clientes e funcionários da empresa.

A transferência de informação é importante não apenas para a comunicação com o cliente, mas também dentro da empresa, de modo que ela possa se beneficiar plenamente de seus recursos do ponto de vista da criação de valor para o cliente. A empresa deve buscar aumentar o valor que o cliente está disposto a pagar pelos seus serviços, sem que seja necessário ter um custo relativo maior. Parte da criação de valor do serviço ocorre durante os encontros de serviço e, portanto, é relevante entender como o processo de troca de informação entre clientes ocorre como forma de poder gerenciá-lo (BANDEL-CHARENSOL, 1999).

O foco nas interações e nas trocas de informação que surgem dos relacionamentos oferece uma nova perspectiva no modo de prestar o serviço. A maioria dos pesquisadores foca seus esforços no estudo do indivíduo e nas decisões pessoais deste, coletadas através de questionários ou entrevistas. Os conceitos são então analisados fora do contexto dinâmico no qual estão inseridos de modo a entender as correlações possíveis entre os mesmos. Esta análise ocorre do ponto de vista estático, desconsiderando, portanto, a existência de relacionamento entre atores, as trocas entre eles e o aprendizado. É razoável, então, se adotar uma visão dinâmica do problema de modo a melhor compreender o fenômeno estudado. Os indivíduos não estão isolados. Eles estão localizados numa rede social e por meio de interações, relacionamentos são formados (GRANOVETTER, 1973).

Portanto, novos mecanismos de análise podem ser propostos para superar as deficiências de modelos existentes. Neste sentido, este estudo se propõe a avaliar o uso de modelagem baseada em agentes através de autômatos celulares para analisar o processo de difusão de expectativas e percepções entre clientes de serviço. Este é uso novo para este tipo de modelagem que está relacionada com inteligência artificial.

A inteligência artificial (IA) tem sido usada na difusão de fenômenos como em estudos da corrente evolucionária sobre redes sociais, sistemas econômicos e imunologia. Ela permite modelar interações entre indivíduos e considera como parâmetros o conhecimento adquirido nas teorias das ciências sociais. O objetivo da inteligência artificial não é prever a evolução de sistemas, como no passado se ambicionava, mas sim gerenciar processos considerando a teoria, ou seja, o conhecimento acumulado sobre o próprio processo. O foco é no processo e não apenas nas fases inicial e final e as regras de comportamento do indivíduo são definidas de acordo com a teoria social.

A modelagem baseada em agentes é uma ferramenta que permite o pesquisador criar, analisar e desenvolver sociedades artificiais compostas por atores que interagem entre si, gerando um sistema adaptativo complexo. Estes sistemas também são caracterizados pela emergência de fenômenos complexos e freqüentemente não previsíveis por meio de interações locais e simples (TESFATSION, 2005; CEDERMAN, 2003; BONNICI; WENSLEY, 2002; MACY; WILLER, 2002; GOLDENBERG; LIBAI; MILLER, 2001; NAGPAL, 1999; HEGSELMANN; FLACHE, 1998; MITCHELL, 1998; HOLLAND, 1991; GRANOVETTER, 1976). Um sistema complexo adaptativo pode ser configurado num grande número de maneiras, responde a estímulos ambientais e tem uma forte tendência a se estabilizar em padrões (FOLEY, 2003). Modelos, que são simplificações da realidade, tentam

caracterizar estes sistemas de modo a entender suas complexidades e possivelmente ajudar a resolver outros problemas da vida real.

O problema de aplaudir em pé é parte da experiência de qualquer pessoa. Ele enfatiza incentivos, heterogeneidade, rede de relacionamento e aprendizagem. Esta situação pode ser aplicada para vários tipos de pesquisa e nos problemas do cotidiano por meio de abstrações. O problema pode ser representado pela seguinte situação: uma apresentação brilhante termina, a audiência começa a aplaudir e em seguida algumas pessoas decidem se levantar. A situação levanta uma questão: os outros membros da audiência também se levantarão ou permanecerão sentados? Esta é uma decisão simples binária, que é influenciada pela percepção individual da qualidade da apresentação e por quantas pessoas já se levantaram. A modelagem de um problema como este tem aplicações práticas, porque considera as variáveis tempo, espaço, a interação entre os agentes e a difusão da informação em redes.

O artigo tem mais três seções, sendo elas a revisão da literatura, os procedimentos metodológicos, onde o modelo é apresentado e as considerações finais.

## **2. Revisão da literatura**

Nesta seção é apresentada uma breve revisão dos conceitos usados para o desenvolvimento do estudo aqui apresentado. Ela está dividida em partes, sendo que a primeira trata de definir serviço e qualidade em serviço, a segunda explica o problema de aplaudir em pé, a terceira esclarece o conceito de modelagem baseada em agentes e a última apresenta os autômatos celulares, uma aplicação específica da modelagem baseada em agentes.

### **2.1 Serviço e qualidade em serviço**

Serviço é o “resultado de interação entre os diferentes elementos de um sistema de produção” (BANDEL-CHARENSOL, 1999), no qual o objeto da transação é outro que não a transferência de propriedade de um produto tangível (JUDD, 1964 p.59). O desempenho oferecido pelo serviço é essencialmente intangível, ou seja, quem recebe o serviço pode apenas sentir a experiência, não podendo tocá-lo ou preservá-lo (LOVELOCK, 2001 p.17).

Além do aspecto de intangibilidade do serviço, há certa concordância entre os autores sobre as demais características do serviço, sendo as principais a inseparabilidade de produção e consumo, a heterogeneidade e a perecibilidade. Diferentemente dos produtos que são produzidos e estocados, a maioria dos serviços é consumida no momento de sua produção. A heterogeneidade se refere ao potencial de variabilidade de desempenho de serviço, que está relacionado ao fator humano e a interação entre agentes, sejam eles clientes ou provedores do serviço. Finalmente, a perecibilidade significa que serviços não podem ser estocados e, além disso, há dificuldade em sincronizar o fornecimento com a demanda (PARASURAMAN; BERRY; ZEITHAML, 1985).

A forma utilizada para definir qualidade nos processos de produção de produtos não pode ser aplicada a serviço em razão de suas peculiaridades. Berry e Parasuraman (1991, p.93) comentam que os clientes não conseguem ver ou enxergar os serviços. Os clientes tentam tornar o serviço tangível para tornar mais fácil avaliá-lo. As instalações, os equipamentos, os funcionários, os materiais de comunicação, outros clientes, preços e outros aspectos são elementos tangíveis que fornecem indícios ao cliente sobre a parcela intangível do serviço. Estes autores discutem ainda formas de tornar mais tangível a comunicação, fruto da interação entre clientes, dada a importância deste aspecto para a avaliação da qualidade do serviço.

A avaliação da qualidade de um serviço é baseada nas expectativas e nas percepções do consumidor (PARASURAMAN; BERRY; ZEITHAML, 1985) e estas são sujeitas a influências externas. Uma dessas influências é a propaganda boca a boca, pois é um fator significativo na geração de novos negócios para serviços complexos e difíceis de serem avaliados. Esse tipo de serviço envolve alta intangibilidade, alto risco, alto envolvimento e

grande dificuldade de avaliação (FILE; JUDD; PRINCE, 1992). Este tipo de comunicação é crucial na escolha de médicos, corretores de seguro, advogados, mecânicos, entre outros. É o comportamento de saída exibido por consumidores na conclusão de um encontro de serviços. Acreditava-se que a satisfação do consumidor era considerada a chave para se gerar propaganda boca a boca positiva. Contudo, existem alguns fatores que dizem respeito ao relacionamento do provedor e do cliente que comprometem o tradicional ponto de vista de marketing. Um deles é a participação da interação nas negociações. Elas dependem do conteúdo, qualidade e duração das interações entre o comprador e o vendedor durante o encontro para a venda do serviço. A partir da perspectiva do comprador do serviço, essa interação é vista como participação (FILE; JUDD; PRINCE, 1992). A participação do cliente é intimamente relacionada à sua satisfação (KELLOGG; YOUNGDAHL; BOWEN, 1997), uma vez que a sua participação pode fornecer à firma informações importantes relativas às suas expectativas e percepções.

Como um participante, o cliente assume diferentes papéis na experiência de serviço. Ele pode agir como um recurso produtivo (BITNER *et al.*, 1997; KELLEY; DONNELLY; SKINNER, 1990), contribuir para a qualidade, valor e satisfação do serviço e atuar como um competidor (BITNER *et al.*, 1997). Esses papéis podem coexistir em diferentes níveis de importância, dependendo da natureza do serviço. Quando o consumidor age como um recurso produtivo, ele oferece entradas que ajudam ao provedor do serviço oferecer uma melhor solução às necessidades do cliente, melhorando dessa maneira a qualidade do serviço. É o que acontece quando o paciente vai ao médico e o último coleta informações sobre o estado de saúde do paciente para fazer um diagnóstico. Quanto mais específica e acurada a informação fornecida pelo paciente, mais eficiente será o diagnóstico. E se o paciente seguir as orientações do médico, a chance que o paciente retorne para posteriores consultas são menores, aumentando a produtividade da prestadora de serviços médicos.

O cliente também contribui para a qualidade, valor e satisfação em serviço de educação, programas de emagrecimento e treinamento individualizado em academias de ginástica. Considerando como exemplo uma aula em uma universidade, pode-se notar que a audiência (alunos) tem um papel importante na qualidade e no valor da apresentação, o que interfere na sua satisfação. Quanto mais interessada a platéia está, maior será a interação entre o estudante e o professor, aumentando a qualidade da apresentação, agregando mais valor ao aprendizado e aumentando a satisfação dos estudantes.

Contudo, se o cliente provê o serviço a si mesmo, como no caso de auto-medicação ou se o estudante é um autodidata, ele pode se tornar independente do provedor do serviço, tornando-se um competidor (BITNER *et al.*, 1997). Nessa situação, há menos probabilidade que ocorram interações. Logo, é óbvio o importante papel exercido pela troca de informação na compra de um serviço e na sua avaliação de qualidade.

## **2.2 O problema de aplaudir em pé**

O problema de aplaudir em pé (deste ponto em diante PAP) foi publicado por Miller e Page em abril de 2004. Seu modelo considerou algoritmos computacionais para determinar o comportamento da platéia. Foram considerados: a disseminação da informação, cronologia dos eventos e o comportamento dos agentes. A disseminação da informação foi estudada no seu nível micro, isto é, as interações entre os agentes.

Sabendo-se que os agentes são influenciados por todos aqueles que sua visão tem acesso, os sentados na primeira fileira de cadeiras possuem a pior informação sobre o que os outros estão fazendo. Por outro lado, os sentados na primeira fileira são os mais propensos a aplaudir em pé, uma vez que escolheram os melhores assentos e teoricamente são os mais interessados na apresentação.

A cronologia de eventos e os estados iniciais possuem papel especial na modelagem computacional. Ainda assim, a maioria das modelagens ignora critérios temporais, sendo que decisões com sincronia ou assincronia podem levar a diferentes resultados. Os autores também identificam que o processo de interações que forma atitudes é ignorado. As premissas comportamentais baseadas na racionalidade têm pouca relação com modelos, onde agentes tendem a não ser completamente racionais, quando fenômenos emergem.

Diante do exposto, Miller e Page (2004) realizaram uma modelagem do PAP considerando uma regra de maioria, ou seja, se a maioria aplaude em pé, então o indivíduo também aplaude em pé, senão ele permanece sentado. Os autores estudaram os resultados baseados em três tipos de atualização: sincrônica, assincrônica-aleatória e assincrônica baseada em incentivo. No primeiro caso, todos agentes se atualizam simultaneamente, no segundo eles se atualizam um por vez em ordem aleatória e no último a ordem de atualização não é aleatória, mas depende de incentivos.

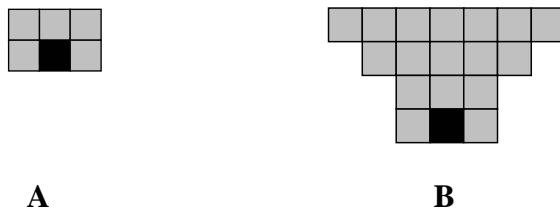
Miller e Page (2004) consideraram um auditório quadrado com 400 assentos. Inicialmente, membros da audiência baseiam suas decisões somente considerando a qualidade percebida. Após essa decisão inicial, cada indivíduo age baseando-se inteiramente no que a maioria dos outros indivíduos está fazendo, ou seja, se a qualidade da apresentação superou seu limiar próprio e o indivíduo gostou da apresentação, ele se levanta, mas pode tornar a se sentar se a maioria não aplaudir em pé. Os autores apresentam três escalas de mensuração em cada cenário, como listadas abaixo.

a) Número de iterações (NI) - mensura o tempo até o sistema atingir um estado fixo, ou seja, sem modificações.

b) “*Stick in the muds*” (SM) - mensura a percentagem de pessoas que agem de maneira oposta à maioria no estado fixo.

c) Eficiência informacional (EI) - que mensura a percentagem de tempo que a maioria dos agentes no estado fixo age da mesma maneira que a maioria fez inicialmente

A Figura 1 ilustra os tipos de vizinhança usados por Miller e Page (2004).



**Figura 1 – Vizinhanças de cinco vizinhos (A) e em cone (B).**

Fonte: Adaptado de Miller e Page (2004).

Os resultados obtidos por Miller e Page (2004) (ver Tabelas 1 e 2) sugerem que a atualização assincrônica-aleatória possui uma maior eficiência informacional e maior número de interações que as outras regras de atualização. Para eles foi “[...] desapontador que a atualização assincrônica baseada em incentivos, provavelmente a premissa cronológica mais realista, desempenhou pior em ambas as mensurações”. Provavelmente o resultado inesperado se deva ao fato de que a premissa cronológica mais realista seja a sincrônica, dado que as atualizações dos estados sentado e em pé são sincrônicas, ou seja, não há uma seqüência ou ordenamento de indivíduos no que diz respeito à sua ação, todas as ações tomadas simultaneamente.

**Tabela 1 - Resultados obtidos por Miller e Page (2004) na vizinhança de 5 vizinhos.**

Fonte: Adaptado de Miller e Page (2004).

|                        | NI   | SM   | EI   |
|------------------------|------|------|------|
| Assincrônica-aleatória | 10.3 | 34.9 | 72.0 |
| Sincrônica             | 20.2 | 25.0 | 57.0 |

|                             |     |      |      |
|-----------------------------|-----|------|------|
| Assíncronica com incentivos | 2.3 | 27.5 | 53.0 |
|-----------------------------|-----|------|------|

**Tabela 2 – Resultados obtidos por Miller e Page (2004) com a vizinhança em cone.**

Fonte: Adaptado de Miller e Page (2004).

|                             | NI   | SM   | EI   |
|-----------------------------|------|------|------|
| Assíncronica-aleatória      | 8.0  | 22.9 | 60.0 |
| Síncronica                  | 18.8 | 13.6 | 51.0 |
| Assíncronica com incentivos | 2.0  | 16.8 | 51.0 |

Os resultados obtidos com a vizinhança em cone são similares àqueles obtidos com vizinhança de cinco vizinhos. Nota-se que o número de interações diminuiu, provavelmente pela maior quantidade de estímulo e maior influência da vizinhança. A eficiência da informação também diminuiu, apresentando um resultado contraditório com as teorias de disseminação de informações, sendo que Miller e Page (2004) reconhecerem que apesar de “os agentes verem mais agentes na vizinhança em cone e deveriam ter melhor informação, a eficiência da informação é menor”. Na vizinhança em cone, a eficiência da informação deveria ser maior e o número de interações deveria ser menor. Miller e Page (2004) justificam o resultado inesperado argumentando que nos achados computacionais na literatura matemática, “o sistema frequentemente converge para um equilíbrio “errado””, isto é, “a maioria das pessoas pode estar em pé ainda que a maioria delas não tenha gostado da apresentação”, o que carece de fundamento.

### 2.3 Modelagem baseada em agentes

A modelagem baseada em agentes (MBA) é um conjunto de agentes computacionais que operam em paralelo, operacionalizada pelo desenho do modelo do agente (estados internos e regras de comportamento), das especificações do ambiente, usualmente em reticulados, da elaboração da linguagem de comunicação por meio de regras agente-agente, agente-ambiente ou ambiente-ambiente, especificando uma rede de conectividade e então ativando os agentes e observando os macro-comportamentos emergentes (EPSTEIN; AXTELL, 1996; SAWYER, 2003). A abordagem tradicional baseada nas leis fenomenológicas explica a combinação entre as condições anteriores e o resultado do fenômeno. Na última década os filósofos das ciências sociais começaram a desenvolver uma diferente abordagem para a explicação, baseada em *mecanismos* causais do processo em vez de leis (AXELROD; TEFATSION, 2004; BEED; BEED, 2000; CEDERMAN, 2003; EPSTEIN; AXTELL, 1996; MACY; WILLER, 2002; SAWYER, 2002, 2004).

Segundo Epstein e Axtell (1996) poucas tentativas têm sido observadas para trazer às ciências sociais os conceitos de cibernética, autômatos celulares, inteligência artificial distribuída, algoritmos genéticos e vida artificial. Alguns sociólogos não apreciam completamente o uso de métodos computacionais e modelagem relacional como ferramentas para a pesquisa teórica. Para Macy e Willer (2002), a modelagem baseada em agentes difere fundamentalmente do uso prévio de simulação computadorizada na sociologia, pois considera interações em vez de simplesmente propor algoritmos e equações para representar processos comportamentais.

A MBA facilita a modelagem de processos cognitivos com capacidades de aprendizado mais realistas. Essas capacidades incluem: habilidades de comunicação social, habilidade em aprender sobre o ambiente a partir de várias fontes, como obtenção de informação e experiências passadas, habilidade de formar e manter padrões de interação social, habilidade de desenvolver percepções compartilhadas, habilidade de alterar crenças e preferências como resultado do aprendizado e a habilidade de exercer controle sobre a cronologia e tipos de ações adotadas no mundo como uma tentativa de satisfazer necessidades e objetivos individuais. A MBA possui as vantagens de não focar o equilíbrio, mas entender como o

equilíbrio se desenvolve com o tempo, facilitando a comunicação social flexível entre os agentes e o desenvolvimento de agentes com maior autonomia. Como desvantagens, a MBA requer especificações iniciais detalhadas para os dados do agente e métodos de determinação dos atributos estruturais, disposições comportamentais e arranjos institucionais (TESFATSION, 2005).

As MBAs, Sistemas Multi Agentes ou Sociedades Artificiais, se baseiam em quatro premissas:

- a) agentes são autônomos, não vinculados a uma entidade global centralizadora. O sistema é tratado por interações locais e se auto-organiza. Toma-se como exemplo pássaros que inicialmente voam em posições aleatórias, que reagem a diferenças locais de velocidade e distância e geram num momento seguinte uma formação global relativamente coesa e estruturada;
- b) agentes são interdependentes, o que envolve persuasão, sanção, imitação e aprendizado, de modo que agentes reagem de acordo com o estímulo recebido;
- c) agentes seguem regras simples, a complexidade global não reflete obrigatoriamente a complexidade cognitiva dos indivíduos;
- d) agentes são adaptativos e consideram o passado. Agentes adaptam-se pela imitação, aprendizado, movimento, não pelo cálculo da ação mais eficiente (HOLLAND, 2001) e têm suas decisões influenciadas pela história passada (OLIVER, 1980; SAWYER, 2004). Tais condições permitem a superação de restrições impostas pela racionalidade limitada, pois os agentes não procuram um comportamento ótimo, mas sim contingencial, dependendo do ambiente no qual se situam e de sua história passada. Permitem também contornar os vieses das pesquisas que desconsideram a historicidade do objeto de estudo.

#### **2.4 Autômatos celulares**

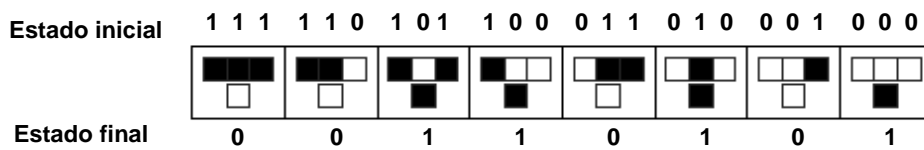
Autômatos celulares (ACs) são um tipo específico de MBA e foram inicialmente concebidos na década de 1940 por Stanislaw Ulam e John von Neumann. São máquinas de estado finito que se valem de um método de estudo abstrato para analisar a execução simultânea de regras locais com as quais surge um padrão emergente global (HEGSELMANN; FLACHE, 1998; WOLFRAM, 2002). Os autômatos celulares possuem três características notáveis: paralelismo maciço, interações locais e simplicidade dos componentes básicos (SIPPER, 2004). Devido à sua simplicidade e enorme potencial em modelar sistemas complexos, são largamente utilizados. Os ACs podem ser vistos como um modelo simples de um sistema espacialmente descentralizado constituído de componentes individuais, as células. A comunicação entre as células constituintes é limitada pela interação local.

Cada célula que constitui o AC possui um estado específico que varia de acordo com os estados da vizinhança local. Primeiramente uma rede regular, discreta, infinita, que representa o universo da estrutura espacial do autômato celular e, em seguida, um autômato finito, uma cópia que representará cada nodo da rede. Cada nodo se chama célula e se comunicará com um número finito de outras células, a vizinhança, geometricamente uniforme e que compõe o reticulado. Tal comunicação é local, uniforme, determinística e sincrônica, determinando a evolução global do sistema, ao longo de passos discretos de tempo.

A evolução é determinada pelo estado anterior da célula, sua vizinhança e a função de transição aplicada, ou seja, a regra (GANGULY et al., 2004; SIPPER, 2004). Tal regra é idêntica para toda a população nos ACs uniformes e variável nos ACs não uniformes. O estado refere-se ao valor de uma única célula, ao passo que a configuração refere-se aos estados presentes no reticulado num momento  $t$  (GANGULY et al., 2004; SIPPER, 2004). A Figura 3 ilustra um reticulado com  $N=12$  células, vizinhança com raio  $r=1$  e  $k=2$  estados no tempo  $t$ , onde a regra 53 (Figura 2) foi aplicada. A regra indica que a transformação de cada

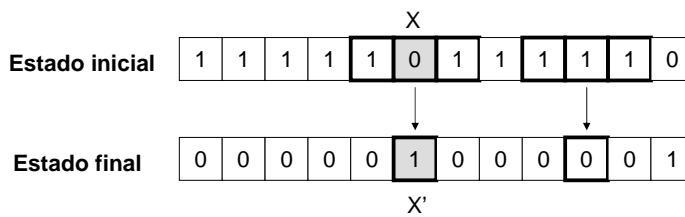
célula do reticulado seguirá um determinado padrão, considerando seus vizinhos da esquerda e direita. A transmissão da informação está sujeita a distorções (GRANOVETTER, 1973; ALBAUM, 1967) e possui um limite a partir do qual a sua transmissão não é viável (GRANOVETTER, 1973). Além desse limite, a informação perde sua validade para o gestor (ARGYRIS, 1976). Esta é a razão pela qual a vizinhança considerada foi limitada a um vizinho, para não distorcer a informação e para que a mesma não perca sua validade. Dentro desse limite, a informação é confiável e pode ser utilizada pelo gestor para tomar decisões corretas, o que sugere que o gestor deve estar em contato direto com os empregados para informá-los de maneira adequada.

Considere a Figura 3. Suponha que “0” signifique um indivíduo sentado e “1” signifique um indivíduo em pé. Note que a célula X, igual a “0”, a segunda da esquerda para a direita numa vizinhança 101 se torna  $X'=1$  no tempo  $t+1$  e todas outras células são atualizadas. Isso significa que o indivíduo que estava sentado, levanta-se.



**Figura 2 – Regra de transição de estado 53.**

Fonte: Os autores.



**Figura 3 – Evolução do reticulado pela aplicação da regra 53.**

Fonte: Os autores.

### 3 Procedimentos metodológicos

#### 3.1 Modelagem proposta

A partir dos resultados obtidos por Miller e Page (2004), desenvolveu-se um novo modelo baseado no conceito de autômatos celulares, pois se acredita que estes são mais apropriados para modelar o problema de aplaudir em pé, que é característico de serviço. Para tal, foi criada uma sociedade artificial composta de agentes autônomos que operam em paralelo e se comunicam entre si. Nesta sociedade as estruturas sociais fundamentais e comportamentos de grupo emergem a partir da interação de agentes individuais em ambientes artificiais sob regras limitadas relacionadas à informação e capacidade computacional de cada agente (EPSTEIN; AXTELL, 1996).

Para seguir a configuração original do PAP a audiência foi representada por um reticulado bidimensional de 20 fileiras com 20 assentos cada. Após a apresentação, cada indivíduo sentado na  $i^{\text{ésima}}$  fileira e na  $j^{\text{ésimo}}$  assento num tempo discreto  $t$  faz uma avaliação pessoal da qualidade da apresentação,  $q$ . Ele pode aplaudir sentado  $s_{ij}^t = 0$  ou em pé  $s_{ij}^t = 1$ . Então,

temos que  $S = \sum_{n=1}^{400} s_{ij}$ , ou seja, o total das pessoas que se levantam corresponde às somas

individuais de cada indivíduo que se levanta. Foi estabelecido que cada indivíduo possui um limiar  $T_{ij}$ . Se a qualidade da apresentação é maior que o limiar do indivíduo, i.e.,  $q > T_{ij}$ , ele

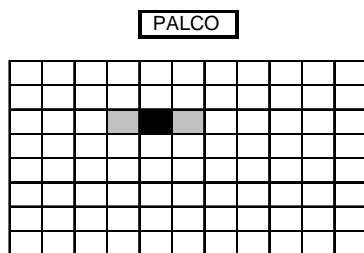


se levanta e aplaude em pé. Contudo, se  $q < T_{ij}$ , ele permanece sentado mas considera o que seus vizinhos estão fazendo. Se a maioria com a qual tem contato (indivíduos ao seu lado) aplaude em pé ele se levanta, senão permanece sentado.

Para se determinar um valor mais adequado para a eficiência de informação foi feita uma comparação com a eficiência de mercado para a difusão de informação e emergência de consenso. De acordo com Fama (1970) o mercado é eficiente se todos participantes têm acesso à informação e nenhum deles pode ter lucros extraordinários a partir da posse de informação privilegiada. Quando diferentes indivíduos têm a mesma informação, que é disponível a todos, então o preço se forma seguindo o consenso. Por meio da conduta pessoal de cada investidor um conjunto de informações de mercado é criado, refletindo nos preços. (VERRECCHIA, 1980). Seguindo esses conceitos, a eficiência da informação foi mensurada como o tempo gasto para que a informação se propagasse pela audiência e atingisse todos os indivíduos. Foi considerado o critério de parada do sistema como o momento no qual as ações dos indivíduos se tornaram estáveis e não se modificaram, ou seja, o estado fixo. Logo, tem-se que:

$$EI = \frac{\sum_{i=1}^{400} s_{ij}^t}{NI}, \text{ para todo indivíduo aplaudindo em pé } (s_{ij}^t = 1) \text{ no estado fixo } \left(\frac{S_{ij}^t}{S_{ij}^{t+1}} = 1\right).$$

Foi utilizado o raio de influência mostrado na Figura 4. O indivíduo (área preta) é influenciado pelos seus vizinhos sentados ao seu lado (áreas cinza).

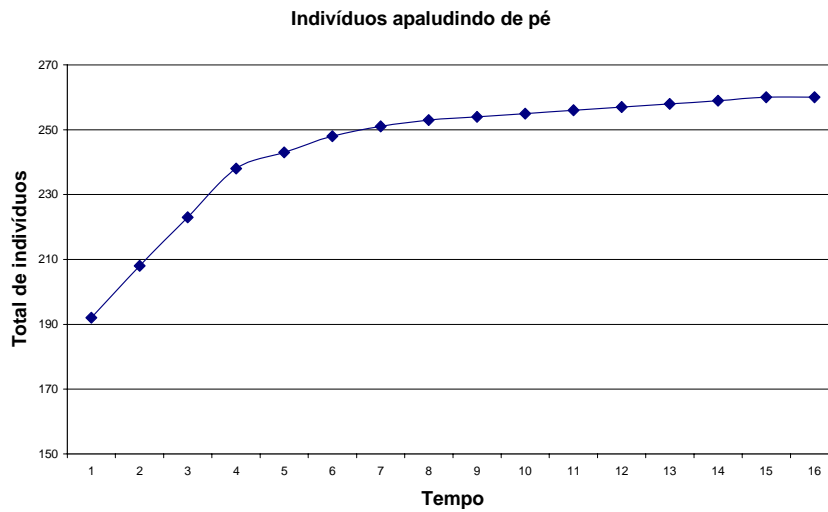


**Figura 4 – Raio de influência (áreas cinza) do agente (área preta)**

Fonte: Os autores.

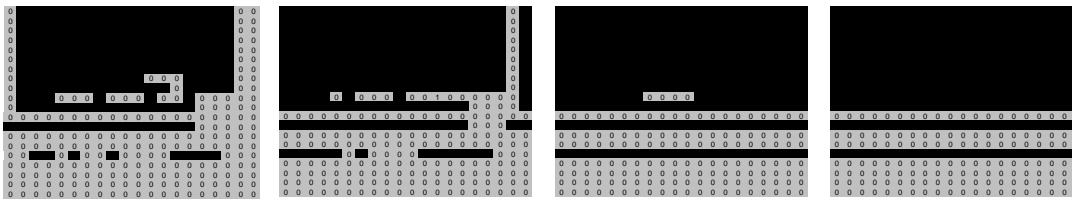
#### 4. Análise dos resultados

A partir de uma condição inicial aleatória, de maneira que os indivíduos sentados próximos do palco possuem menor limiar, pois compraram o ingresso com maior antecedência pelo seu maior interesse na apresentação, foi considerada uma qualidade da apresentação igual a sete com uma nota máxima de dez. Aplicou-se a regra 234 do autômato celular, da mesma maneira que fez Zimbres (2005) em seu modelo de redes de negócio. Obteve-se número de interações igual a 15 e eficiência da informação igual a 17.33, no momento em que o sistema atingiu o ponto fixo.



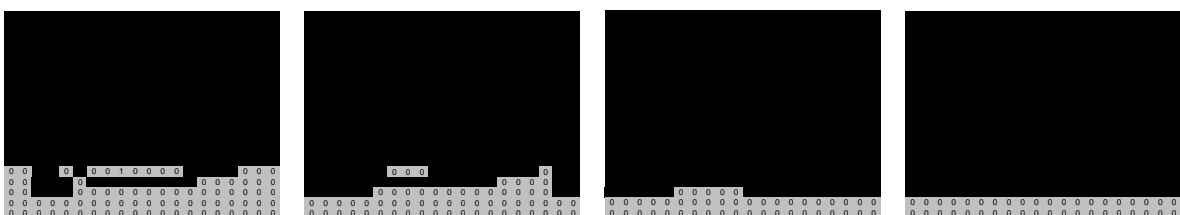
**Gráfico 1 – Evolução de indivíduos aplaudindo de pé com a aplicação da regra 234.**  
 Fonte: Os autores

A difusão de informações é ilustrada na Figura 5. Pode-se ver a propagação da informação, a partir dos indivíduos que têm menor limiar, sentados nas fileiras da frente, em direção aos outros, sendo que no final, 260 indivíduos aplaudem em pé.



**Figura 5 – Difusão de informação numa vizinhança de raio=1, com atualização sincrônica**  
 Fonte: Os autores  
 Legenda: Áreas pretas representam indivíduos aplaudindo em pé e áreas cinza-claro indivíduos sentados

Modificou-se a qualidade da apresentação para o valor oito e obteve-se o resultado ilustrado na Figura 6. Percebe-se um maior número de pessoas que aplaudem de pé inicialmente, pois a qualidade da apresentação superou as expectativas da maioria da platéia. O número de interações até o ponto fixo foi de 18, com eficiência informacional igual a 20 e 360 pessoas aplaudindo de pé.



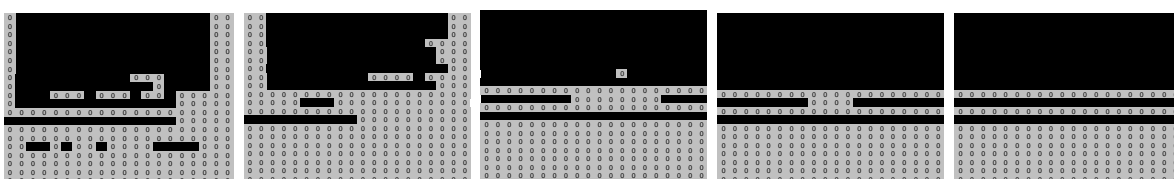
**Figura 6 – Difusão de informação com atualização sincrônica, qualidade da apresentação aumentada nos tempos 1, 5, 12 e 18.**  
 Fonte: Os autores.

É importante notar que, apesar de terem sido simuladas as interações entre os agentes, até este momento não foi considerada a conversa prévia à apresentação entre os mesmos. A conversa foi simulada considerando-se a seguinte equação:

$$s_{ij}^t = (\sqrt{s_{ij}^{t-1} * s_{i(j-1)}^{t-1}} + \sqrt{s_{ij}^{t-1} * s_{i(j+1)}^{t-1}}) / 2$$

A equação significa que a opinião do indivíduo  $i$  num momento  $t$  é atualizada considerando-se sua conversa com os vizinhos da esquerda ( $j+1$ ) e da direita ( $j-1$ ) no momento anterior ( $t-1$ ). Foram executadas 24 interações para permitir o fluxo de informação por transitividade a todos os indivíduos.

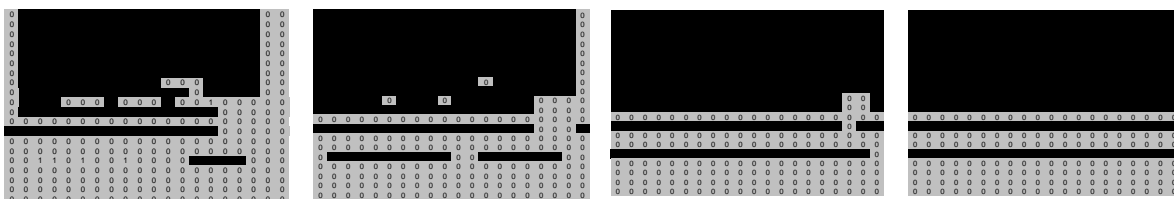
A Figura 7 ilustra o comportamento da platéia. Com a conversa prévia à apresentação, houve uma aproximação de limiares, com uma maior facilidade de consenso entre a platéia e os indivíduos se tornam mais predispostos a aceitar a informação do vizinho, isto é, a intenção de aplaudir em pé ou não. Obteve-se um número máximo de indivíduos aplaudindo em pé igual a 221. Foi obtido um número de interações igual a 18 e eficiência da informação igual a 12,30. Pode-se inferir que a conversa prévia à apresentação dissemina a informação entre a platéia, criando consenso e facilitando a convergência de ações, o que é suportado por Verrecchia (1980). Contudo, a conversa não acelerou o tempo de convergência, o que foi esperado dado que a média de limiar da platéia é 7,4, acima da qualidade da apresentação, ou seja, o limiar dos indivíduos aumentou em média diminuindo o número de pessoas que se levantaram. É importante notar que a platéia se divide em dois grupos facilmente identificáveis, o grupo próximo do palco (em cima) que aplaude de pé e o grupo do fundo do auditório que permanece sentado.



**Figura 7 – Difusão de informação com atualização sincrônica, antes da conversa e nos tempos 1, 3, 6 e 9.**

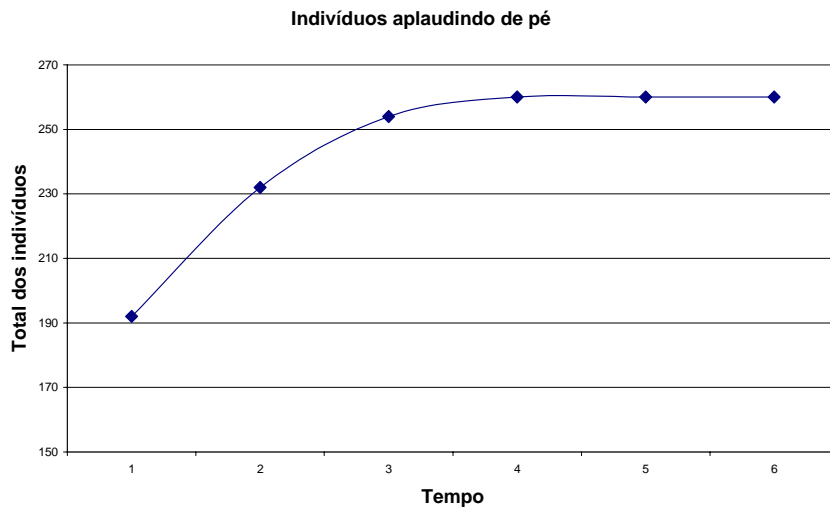
Fonte: Os autores.

Para se verificar a influência da racionalidade da platéia, modificou-se a regra do AC de 234 para a regra 254. Obteve-se número de interações igual a 3 com 260 pessoas aplaudindo de pé, o que significa uma eficiência informacional de 86,66 (Figura 8). Percebe-se que o grande aumento da eficiência informacional se deve mais à racionalidade do agente, i.e., regra, do que à qualidade da apresentação.



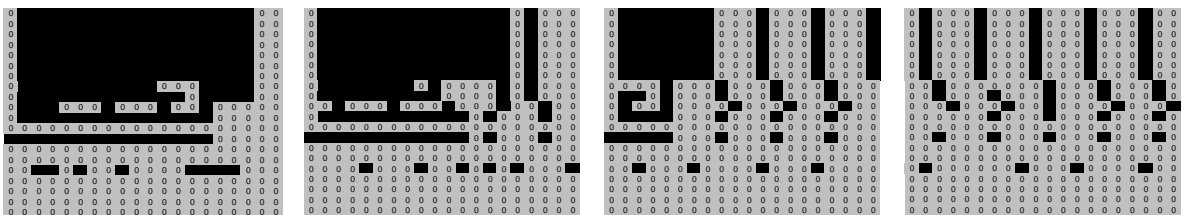
**Figura 8 – Difusão de informação com atualização sincrônica, regra 254, nos tempos 1, 2, 3 e 4.**

Fonte: Os autores.

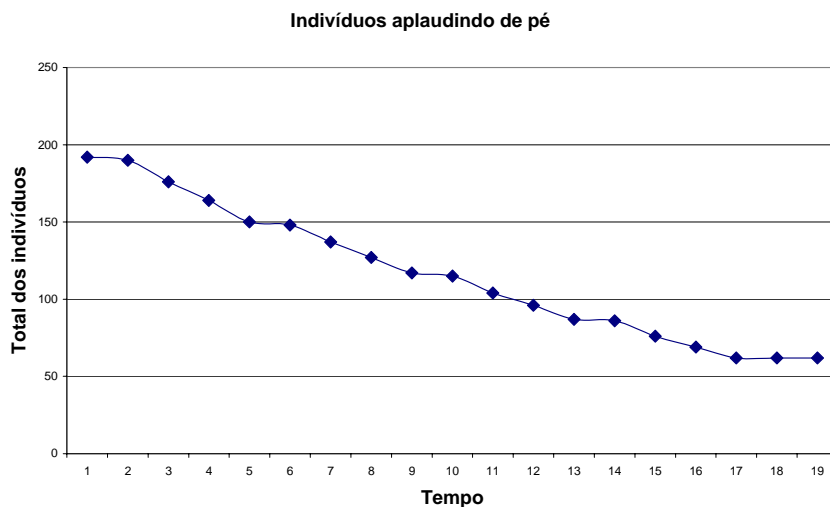


**Gráfico 2 - Evolução de indivíduos aplaudindo de pé com a aplicação da regra 254.**  
 Fonte: Os autores.

Para a aplicação da regra 152, obteve-se número de interações igual a 17 com 62 pessoas aplaudindo de pé, o que significa uma eficiência informacional de 3,64 (Figura 9). Mais uma vez, o fator determinante da eficiência informacional é a racionalidade, acima da qualidade do serviço.



**Figura 9 – Difusão de informação com atualização sincrônica, regra 152, nos tempos 1, 4, 11 e 17.**  
 Fonte: Os autores.



**Gráfico 3 - Evolução de indivíduos aplaudindo de pé com a aplicação da regra 152.**  
 Fonte: Os autores.

Pode-se inferir, portanto, no que diz respeito à velocidade de adoção de um determinado serviço, que a racionalidade da platéia prevalece sobre a qualidade da apresentação, o que tem especial relevância no processo de compra de serviço. Ou seja, deve-se não somente procurar desenvolver a qualidade do serviço, mas também selecionar um público-alvo cuja racionalidade seja compatível com a percepção do gestor, de modo que as percepções do cliente e do gestor possuam pouca discrepância entre si, o que favorece a quantidade de vendas e a velocidade de aceitação do serviço pelo cliente. A Tabela 3 ilustra um resumo dos resultados obtidos pelos autores.

**Tabela 3 – Resultados obtidos pelos autores**

Fonte: Os autores

| Atualização | Regra do autômato | Interações   | Pessoas aplaudindo de pé | Qualidade da apresentação | NI | EI    |
|-------------|-------------------|--------------|--------------------------|---------------------------|----|-------|
| Sincrônica  | 234               | Sem conversa | 260                      | 7                         | 15 | 17,33 |
|             | 234               | Com conversa | 221                      | 7                         | 18 | 12,30 |
|             | 234               | Sem conversa | 360                      | 8                         | 18 | 20    |
|             | 254               | Sem conversa | 260                      | 7                         | 3  | 86,66 |
|             | 152               | Sem conversa | 62                       | 7                         | 17 | 3,64  |

## 5. Considerações finais

Este estudo contribui para a teoria de serviço, pois apresenta uma maneira diferente de entender a difusão da informação na oferta de serviço. Mas sua contribuição maior poderá ser para a prática de gestão de serviço à medida que as empresas consigam estabelecer regras simples de interação entre clientes e potenciais clientes e trabalhá-las em seu favor.

As interações entre clientes, isto é, a conversa entre os mesmos facilita o esclarecimento das percepções e expectativas sobre a qualidade do serviço. Percebe-se também que, no caso estudado, um pequeno aumento na qualidade do serviço aumenta muito o número de clientes que compram o serviço. Ao mesmo tempo, é importante notar que a racionalidade tem especial influência na velocidade de adoção de um determinado serviço. Em estratégias de preço de penetração, onde a empresa oferece um produto de qualidade a um baixo preço inicial a fim de recuperar seus investimentos, não somente a qualidade é importante, mas também o preço, ou seja, a proporção custo/benefício. A percepção custo/benefício, assim como a percepção de qualidade, pode ser considerada uma racionalidade própria do mercado pois as características de cada serviço geram um efeito cognitivo nos indivíduos, que as compara com suas necessidades e aspirações, ocasionando uma resposta cognitiva, que foi modelada neste artigo através da regra do AC. Sabendo-se que a qualidade real do serviço e a racionalidade do cliente são elementos-chave da difusão da informação positiva, o gestor pode compreender melhor a dinâmica da compra do serviço e com isso orientar suas estratégias de Marketing mais eficientemente.

Este tipo de modelagem tem especial utilidade na gestão pública, tendo em vista a possível aplicação no gerenciamento de multidões, em shows, comícios, manifestações, greves, entre outros.

A maior limitação do estudo é a artificialidade da simulação, pois apesar de considerar a representação rigorosa das idéias que se desejou estudar, o estudo ainda é um modelo e como tal é uma simplificação da realidade, que, portanto, pode omitir alguns aspectos da realidade à medida que seu escopo foi determinado a partir dos propósitos dos autores e limitações computacionais existentes.

Novos estudos poderiam ser conduzidos a partir da análise real de situações de serviço, onde seriam estudadas as regras de difusão possíveis, sua racionalidade e os elementos restritivos destas regras de modo a permitir a modelagem.

### Referências

- ALBAUM, G. Information flow e decentralized decision making in marketing. **California Management Review**, v. 9, n. 4, p.59-70, 1967.
- ARGYRIS, C. Single-Loop e double-loop models in research on decision making. **Administrative Science Quarterly**, v. 21, n. 3, p. 363-375, 1976.
- ARTHUR, W.B. Inductive reasoning e bounded rationality: The El Farol Problem. **American Economic Review**, v. 84, p. 406-411, 1994.
- AXELROD, R.; TEFATSION, L. **On-line guide for newcomers to agent-based modeling in the social sciences**. Disponível em <<http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/abmread.htm>>. Acesso em 12 de dezembro de 2004.
- BANCEL-CHARENSOL, L. Impacts of information e communication technologies on service production system. **The Service Industries Journal**, v. 19, n. 4, 1999.
- BERRY, W.L., HILL, T.J., KLOMPMAKER, J.E. Customer-driven manufacturing. **International Journal of Operations & Production Management**, V. 15, N. 3, 1995.
- BERRY, L.L.; PARASURAMAN, A. **Marketing services: competing through quality**. New York: The Free Press, 1991.
- BITNER, M.J.; FARANDA, W.T.; HUBBERT, A.R.; ZEITHAML, V.A. Consumer contributions e roles in service delivery. **International Journal of Service Industry Management**, v. 83, n. 97, 1997.
- BLOEMER, J.; RUYTER, K. Customer loyalty in high e low involvement service settings: The moderating impact of positive emotions. **Journal of Marketing Management**, v. 15, p. 315-330, 1999.
- BONNICI, T.S.; WENSLEY, R. Darwinism, probability e complexity: Market-based organizational transformation e change explained through the theories of evolution. **International Journal of Management Reviews**. v. 4, n. 3, 2002.
- CEDERMAN, L.E. **Computational models of social forms: Advancing generative macro theory**. Paper prepared for presentation at the 8th. Annual Methodology Meeting of the American Sociology Association, University of Washington, Seattle, 2003.
- DURRHEIN, K.; FOSTER, D. Technologies of social control: crowd management in liberal democracy. **Economy e Society**, v. 28, n. 1, 1999.
- EPSTEIN, J.M.; AXTELL, R. **Growing artificial societies: Social science from the bottom up**. Cambridge: MIT Press, 1996.
- FAMA, E. Market Efficiency, Long-term Returns, e Behavioral Finance. **Journal of Financial Economics**, v. 49, p. 283-306, 1998.
- FILE, K.M.; JUDD, B.B.; PRINCE, R.A. Interactive marketing: the influence of participation in positive word-of-mouth e referrals. **The Journal of Services Marketing**, v. 6, n. 4, 1992.
- FOLEY, D.K. Complexity, self-organization, e political economy. In: **Unholy Trinity – Labor, capital, e land in the new economy**. London: Routledge, 2003.
- GANGULY, N.; SIKDAR, B.K.; DEUTCH, A.; CANRIGHT, G.; CHAUDHURI, P.P., 2004. **A survey on cellular automata**. Disponível em <<http://www.cs.unibo.it/bison/publications/CAsurvey.pdf>> Acesso em 15 de Janeiro de 2004.
- GOLDENBERG, J.; LIBAI, B.; MULLER, E. Talk of the network: A complex systems look at the underlying process of word-of-mouth. **Marketing Letters**, v. 12, n. 3, 2001.
- GORNHOLDT, S.; GROB, M., MITCHELL, M., PELLIZARI, T. **Non-Standard computation**. New York: Wiley-VCH, 1998.

- GRANOVETTER, M.S. The strength of weak ties. **American Journal of Sociology**, v. 78, 1973.
- GRANOVETTER, M.S. Threshold models of collective behavior. **American Journal of Sociology**, v. 83, 1978.
- HEGSELMANN, R.; FLACHE, A. Understanding complex social dynamics: A plea for cellular automata based modeling. **Journal of Artificial Societies e Social Simulation**, v. 1, n.3, 1998.
- HOLLAND, J. **Adaptation in natural e artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, e artificial intelligence**. USA: MIT Press, 2001.
- JUDD, R.C. The case for redefining service. **Journal of Marketing**. v.28, p.58-59, 1964.
- KELLEY, S.W.; DONNELLY, J.H., SKINNER, S.J. Customer participation in service production e delivery. **Journal of Retailing**, v. 66, n. 3 , 1990.
- KELLOGG, D.L.; YOUNGDAHL, W.E.; BOWEN, D.E. On the relationship between customer participation e satisfaction: two frameworks. **International Journal of Service Industry Management**, v. 8, n.3, 1997.
- LOVELOCK, C.; WRIGHT, L. **Serviços: Marketing e gestão**. São Paulo: Saraiva, 2001.
- MACY, M.W.; WILLER, R. From factors to actors: Computational sociology e agent-based modeling. **Annual Review of Sociology**, v. 28, 2002..
- MILLER, J.H.; PAGE, S.E. The standing ovation problem. **Complexity**, v. 9, p. 8-16, 2004..
- MITCHELL, M. Computation in cellular automata: A selected review. In GRAMB, T., NAGPAL, R. **Organizing a global coordinate system from local information on an Amorphous Computer**. MIT Artificial Intelligence Laboratory. A.I. Memo n. 1666, 1999..
- OLIVER, R.L. A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. **Journal of Marketing Research**, v. 17, Nov 1980.
- PARASURAMAN, A; BERRY, L; ZEITHAML, V.A. A conceptual model of service quality and its implications for future research. **Journal of Marketing**. v.49, p.44–50, Fall 1985.
- PARASURAMAN, A; BERRY , L.; ZEITHAML, V.A. Refinement and reassessment of SERVQUAL scale. **Journal of Retailing**. v. 67, n. 4, p.421-450, 1991.
- SAWYER, R.K. Durkheimn's dilemma: toward a sociology of emergence. **Sociological Theory**, v. 20, n. 2, July 2002.
- \_\_\_\_\_. Artificial societies: Multiagent systems and the micro-macro link in sociological theory. **Sociological Methods and Research**, v. 31, n. 3, Feb 2003.
- \_\_\_\_\_. Social explanation and computational simulation. **Philosophical explorations**, v. 7, n. 3, 2004.
- SIPPER, M. **Evolution of parallel cellular machines: The cellular programming approach**. Heidelberg: Springer, 1997. Disponível em: <<http://www.cs.bgu.ac.il/~sipper/papabs/epcm.pdf>>. Acesso em 12 de Janeiro de 2004.
- TESFATSION, L. Agent-based computational economics: A constructive approach to economic theory. Forthcoming in Judd, K.L. Tesfatsion, L. **Handbook of Computational Economics**. North-Holland, 2005.
- VERRECCHIA, R.E. Consensus beliefs. **Information Acquisition e Market Information Efficiency**, v. 70, n. 5, 1980.
- WOLFRAM, S. **A new kind of science**. Canada: Wolfram Media Inc., 2002.
- ZIMBRES, R.A. **A dinâmica da formação e da evolução de redes de negócio em Odontologia**, 2005. 140 p. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas). Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2005.