

## SO USO DA MODELAGEM BASEADA EM AGENTES NA ANÁLISE DA INTERAÇÃO ENTRE CLIENTES DE SERVIÇO

Rubens de Almeida Zimbres – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
razimbres@terra.com.br

Eliane Pereira Zamith Brito - Universidade Presbiteriana Mackenzie  
elianebrito@mackenzie.com.br

### Resumo

A interação entre clientes durante o processo de compra de um serviço é um dos elementos determinantes da percepção de qualidade do serviço recebido. Analisar o processo de “contaminação” dos clientes pela opinião de outros clientes não é uma tarefa fácil. Neste sentido, este artigo introduz a idéia de usar a modelagem baseada em agentes para analisar o processo de difusão de expectativas e percepções entre clientes de serviço. O estudo foi construído a partir da abstração do comportamento de uma audiência. Os resultados sugerem que o modelo proposto é apropriado para a análise da difusão da informação entre clientes.

### 1. Introdução

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.

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 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 do 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 controlá-lo (BANCEL-CHARENSOL, 1999).

Além disso, a melhor compreensão de como a difusão da informação ocorre entre clientes no momento do serviço deve ser acompanhada por uma capacidade de adaptação dinâmica da empresa, que é uma outra característica necessária para o sucesso das empresas atuando em ambientes dinâmicos (TEECE, PISANO; SHUEN, 1997), mas que pode ser transportado para a situação de serviço.

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 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 frequentemente 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, a aplicação da modelagem a gestão de serviço 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 e a terceira e última apresenta os autômatos celulares.

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

Serviço pode ser definido como “um ato ou desempenho oferecido por uma parte a outra” (LOVELOCK, 2001, p.5). É o “resultado de interação entre os diferentes elementos de um sistema de produção” (BANCEL-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 (que poderá ser chamado aqui de 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.

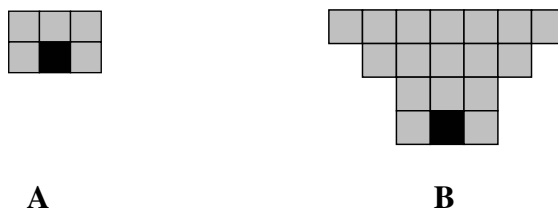
A cronologia de eventos e os estados iniciais possuem papel especial na modelagem computacional. Ainda assim, a maioria das modelagens ignora critérios temporais, sendo que decisões com sincronia ou assincronia podem levar a diferentes resultados. Os autores também identificam que o processo de interações 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 porcentagem de pessoas que agem de maneira oposta à maioria no estado fixo.
- c) Eficiência informacional (EI) - que mensura a porcentagem 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 assíncrona 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 síncrona, dado que as atualizações dos estados sentado e em pé são síncronas, ou seja, não há uma seqüência ou ordenamento de indivíduos no que diz respeito à sua ação, todas as ações tomadas simultaneamente. É esperado que a regra com maior EI e menor NI seja a síncrona, uma vez que todos os agentes estarão continuamente e simultaneamente atualizando seus estados com maiores fluxo e velocidade de informação, como na computação paralela.

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

Fonte: Adaptado de Miller e Page (2004).

	NI	SM	EI
<b>Assíncrona-aleatória</b>	10.3	34.9	72.0
<b>Síncrona</b>	20.2	25.0	57.0
<b>Assíncrona com incentivos</b>	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
<b>Assíncrona-aleatória</b>	8.0	22.9	60.0
<b>Síncrona</b>	18.8	13.6	51.0
<b>Assíncrona com incentivos</b>	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 Autômatos celulares**

Autômatos celulares (AC) 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.

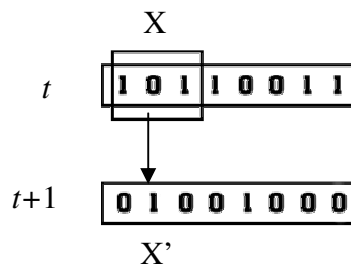
A evolução é determinada pelo estado anterior da célula, sua vizinhança e a função de transição aplicada, ou seja, a regra (GANGULY et al., 2004; SIPPER, 2004). Tal regra é idêntica para toda a população nos ACs uniformes e variável nos ACs não uniformes. O estado refere-se ao valor de uma única célula, 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  $N=8$  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. A célula mais à esquerda do reticulado, “1” atualiza seu estado considerando o vizinho à sua direita “0” e a última célula à direita do reticulado. O reticulado então forma um círculo, o que se chama contorno periódico.

**Vizinhança:** 000 001 010 011 100 101 110 111  
**Bit de saída:** 1 0 1 0 1 1 0 0

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

Fonte: Autores.



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

Fonte: Autores

### 3. A modelagem proposta para aplicação a gestão de serviço

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,

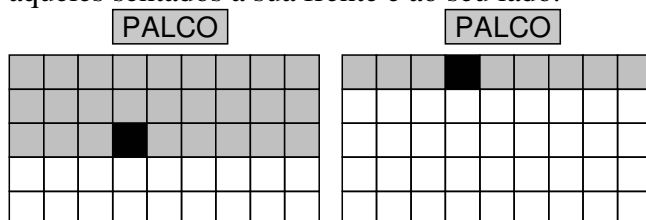
temos que  $S = \sum_{n=1}^{400} s_{ij}$ , ou seja, o total das pessoas que se levantam corresponde às somas

individuais de cada indivíduo que se levanta. Foi estabelecido que cada indivíduo possui um limiar  $T_{ij}$ , seguindo os métodos utilizados por Granovetter (1978). 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 à sua frente e a 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. O critério de parada do sistema foi o momento no qual as ações dos indivíduos se tornaram estáveis e não se modificaram, ou seja, o estado fixo. Logo, tem-se que:

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

Foi utilizado o raio de influência mostrado na Figura 4. O indivíduo é influenciado por todos aqueles sentados à sua frente e ao seu lado.



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

Fonte: Autores

A partir da condição inicial mostrada na Figura 5, foi considerada uma qualidade da apresentação igual a sete com uma nota máxima de dez. Para a vizinhança em cone, obteve-se número de interações igual a cinco e eficiência da informação igual a 80, no momento em que o sistema atingiu o ponto fixo. É o que mostra a Figura 6. É interessante notar a similaridade da curva obtida com a curva encontrada e processos de adoção de inovações.

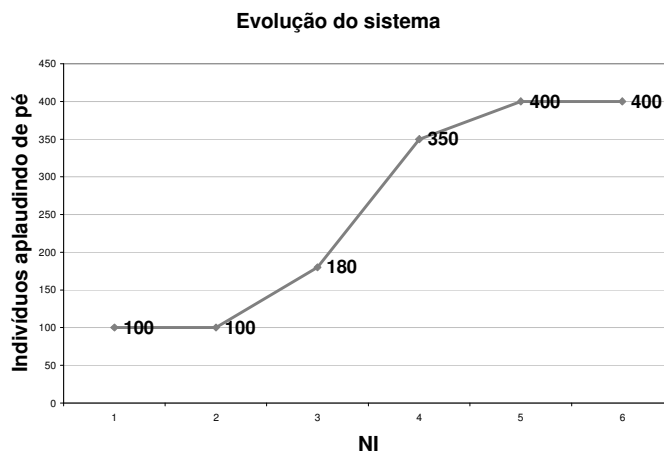
**PALCO**

9	8	7	7	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8,3	9,5
9	8	8	8	6	5	6	5	6	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8,3	9,5
9	6	6	7	6	6	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	7	7	8,3	9,5
9	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8,3	9,5
9	8	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8,3	9,5
9	8	6	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	6	6	6	7	7	8,3	6
9	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9,5
9	8	8	8	8	9	9	9	8	8,3	8,3	8,3	8,3	6	7	7	7	6	7	9,5
9	8	8	8	8	8	6	5	8	9,5	9,5	9,5	9,5	7	7	7	7	7	7	9,5
9	8	8	8	8	8	5	6	8	8,3	6	5	5	8,3	9,5	9,5	9,5	8,3	8,3	9,5
9	8	8	9	9	9	6	6	8	8,3	5	6	5	8,3	8,3	6	5	8,3	9,5	9,5
9	9	9	7	7	7	7	7	9	9,5	6	6	6	8,3	8,3	5	6	8,3	8,3	9,5
9	9	8	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	9,5	8,3	9,5	9,5	9,5	8,3
9	6	7	6	7	7	9	7	6	6	6	7	5	6	8,3	8,3	6	7	9,5	9,5
9	7	7	7	7	7	9	7	7	7	9,5	9,5	8,3	9,5	9,5	9,5	7	6	9,5	9,5
10	8	8	8	9	9	10	7	6	7	7	10	7	6	7	9,5	7	7	10	10
10	8	8	8	8	6	8	7	7	7	7	8,3	6	7	6	9,5	8,3	8,3	10	10
10	8	8	8	8	5	10	8	8	9,5	9,5	10	7	7	7	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	8	8	8,3	6	10	8,3	8,3	8,3	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

**Figura 5 – Estado inicial**

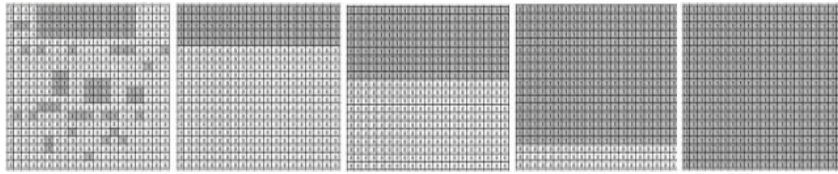
Fonte: Autores

A difusão de informações é ilustrada na Figura 7. Pode se ver uma onda de influência, a partir dos indivíduos que têm menor limiar, sentados nas fileiras da frente, em direção aos outros, sendo que no final, todos os 400 indivíduos aplaudem em pé.



**Figura 6 – Número de indivíduos aplaudindo em pé numa vizinhança em cone sem conversa entre a audiência e atualização sincrônica**

Fonte: Autores

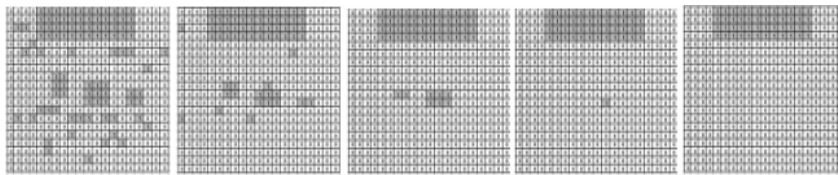


**Figura 7 – Difusão de informação numa vizinhança em cone sem conversa entre a platéia, com atualização sincrônica**

Fonte: Os autores

Legenda: Área cinza-escuro - indivíduos aplaudindo em pé e cinza-claro indivíduos sentados

Num experimento seguinte, para a vizinhança de cinco vizinhos foi obtido um número de interações sete e eficiência da informação 6.85, no ponto fixo. A menor amplitude de visão retardou a convergência do sistema e gerou uma eficiência da informação menor que aquela encontrada na vizinhança em cone, gerando um resultado inverso, com apenas 48 indivíduos aplaudindo em pé no estado fixo (Figura 8). Tão logo a apresentação acaba, alguns indivíduos começam a aplaudir em pé. Contudo, o raio de influência é pequeno e a informação dos indivíduos aplaudindo em pé não se espalha, sendo restrita a indivíduos das primeiras quatro fileiras. A informação é perdida naqueles indivíduos que aplaudem isoladamente, pois os seus vizinhos não se levantam.



**Figure 8 – Difusão de informação numa vizinhança de cinco vizinhos, sem conversa entre a platéia e atualização sincrônica(\*)**

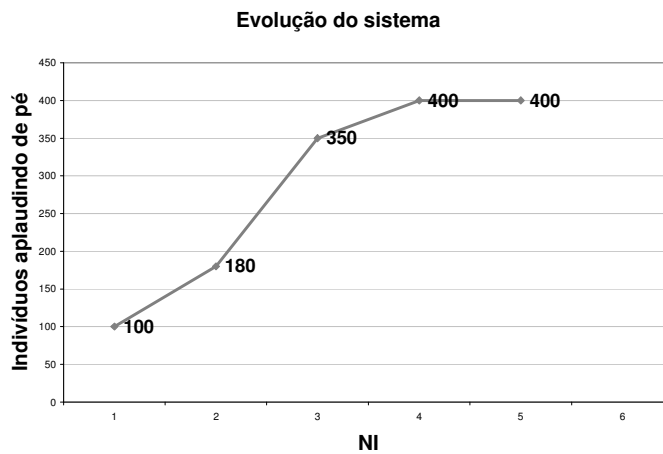
Fonte: Autores

(\*) A figura inclui apenas cinco das sete configurações obtidas

É importante notar que até este momento não foram consideradas interações entre a platéia, isto é, conversa entre os agentes. Para simular conversa entre a platéia, foi utilizado um autômato celular uniforme sem condição de contorno periódica, pois obviamente, depois que se sentam, os indivíduos da primeira cadeira e da última cadeira de uma mesma fileira não têm contato entre si. A conversa foi simulada considerando-se a seguinte equação:

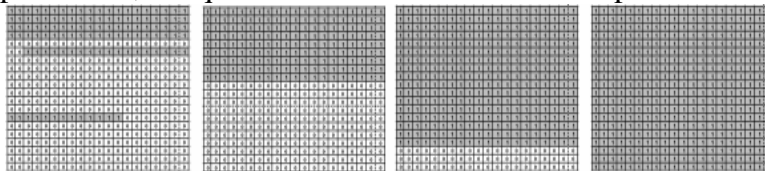
$$s_{ij}^t = (\sqrt{s_{ij}^{t-1} * s_{i(j-1)}^{t-1}} + \sqrt{s_{ij}^{t-1} * s_{i(j+1)}^{t-1}}) / 2$$

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 112 interações para permitir o fluxo de informação por transitividade, a todos os indivíduos. Foi obtido um número de interações igual a quatro e eficiência da informação igual a 100. Pode-se inferir que a conversa prévia à apresentação dissemina a informação entre a platéia, criando consenso e facilitando a convergência de ações pela maior eficiência da informação, o que é suportado por Verrecchia (1980). A Figura 9 ilustra o processo progressivo de as pessoas se levantarem. Note que entre os tempos discretos um e dois há uma linha ascendente, diferente daquela encontrada na Figura 6.



**Figura 9 – Número de indivíduos aplaudindo em pé numa vizinhança em cone com conversa entre a platéia, com atualização sincrônica**  
Fonte: Autores

A Figura 10 ilustra o comportamento da platéia com o aumento da velocidade de transmissão da informação devido à conversa. Com a conversa há 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. Esta é a razão pela qual o sistema alcançou o ponto fixo mais rapidamente, em quatro unidades discretas de tempo.



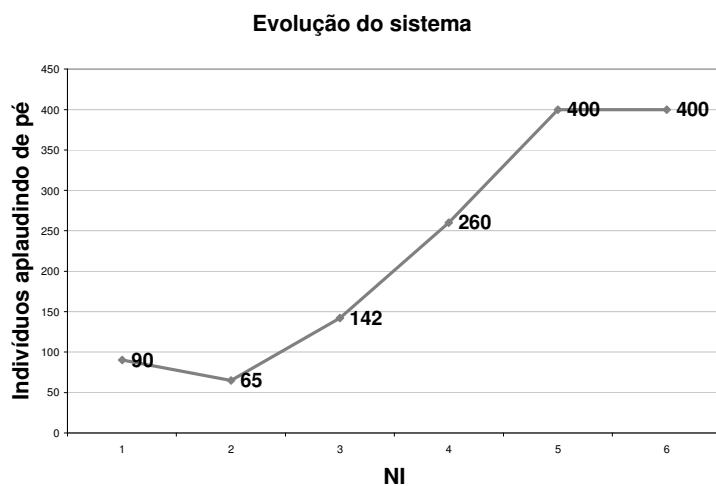
**Figura 10 – Difusão de informação numa vizinhança em cone, com conversa entre a platéia e atualização sincrônica**  
Fonte: Autores

**PALCO**

9	8	7	7	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8,3	9,5
9	8	8	8,3	6	5	6	5	6	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8,3	9,5
9	6	6	100	100	100	6	5	5	6	5	5	5	5	5	7	7	8,3	9,5	
9	8	7	100	100	100	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8,3	9,5	
9	8	7	100	100	100	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8,3	9,5	
9	8	6	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	6	6	6	7	7	8,3	6
9	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9,5	
9	8	8	8,3	8,3	9,5	9,5	9,5	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	6	7	7	7	6	7	9,5
9	8	8	8,3	8,3	8,3	6	5	8,3	9,5	9,5	9,5	9,5	7	7	7	7	7	7	9,5
9	8	8	8,3	8,3	8,3	5	6	8,3	8,3	6	5	5	8,3	9,5	9,5	9,5	8,3	8,3	9,5
9	8	8	9,5	9,5	9,5	6	6	8,3	8,3	5	6	5	8,3	8,3	6	5	8,3	9,5	9,5
9	9	9	7	100	100	100	100	9,5	9,5	6	6	6	8,3	8,3	5	6	8,3	8,3	9,5
9	9	8	7	100	100	100	100	7	7	7	7	7	100	100	100	100	9,5	9,5	8,3
9	6	7	6	100	100	100	100	6	6	6	7	100	100	100	100	100	7	9,5	9,5
9	7	7	7	7	7	9,5	7	7	7	9,5	9,5	100	100	100	100	100	6	9,5	9,5
10	8	8	8,3	9,5	9,5	10	7	6	7	7	10	100	100	100	100	100	7	10	10
10	8	8	8,3	8,3	6	8,3	7	7	7	7	8,3	6	7	6	9,5	8,3	8,3	10	10
10	8	8	8,3	8,3	5	10	8,3	8,3	9,5	9,5	10	7	7	7	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10	8,3	8,3	8,3	6	10	8,3	8,3	8,3	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

**Figura 11 – Configuração inicial da platéia contendo agitadores**  
Fonte: Autores

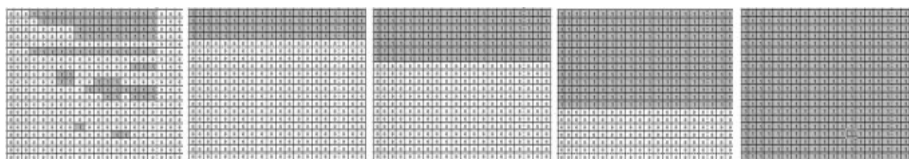
Ainda mantendo a conversa entre a platéia, adicionaram-se agitadores que desvalorizam a apresentação, ou seja, possuem um limiar impossível de ser satisfeito pela mesma. Os agitadores são identificados na Figura 11 pelas áreas pretas, com valores de limiar igual a 100. A inserção de agitadores levou o número de interações para cinco diminuindo a eficiência da informação para 80, pois os mesmos disseminam sua insatisfação para os seus vizinhos, elevando o limiar dos mesmos. Conforme ilustra a Figura 12, há uma resistência inicial entre os tempos 1 e 2 e uma reversão temporária da tendência de aplaudir em pé. A curva também se mostra invertida, sugerindo que a maior parte das pessoas decide aplaudir em pé depois de certo tempo a partir do fim da apresentação.



**Figura 12 - Quantidade de indivíduos que aplaudem em pé numa vizinhança em cone com conversa entre a platéia previamente à apresentação e presença de agitadores com atualização sincrônica**

Fonte: Autores

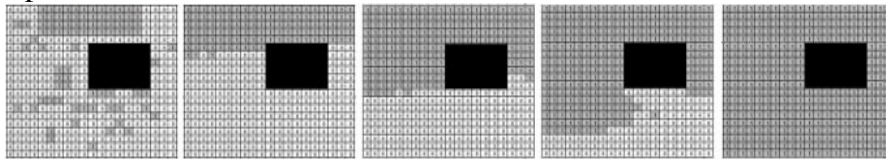
Conforme ilustra a Figura 13, num estado inicial após a apresentação algumas pessoas aplaudem em pé, contudo num momento seguinte há uma diminuição do número de pessoas em pé. Com o passar do tempo, a maioria das fileiras da frente começa a influenciar as fileiras subseqüentes, que sem olhar para trás, se sentem induzidas a aplaudir em pé, e assim sucessivamente, até que todos aplaudam em pé. Ou seja, as pessoas da última fileira percebem uma onda de informação cada vez maior na sua direção até que elas próprias sejam convencidas pela maioria a aplaudir a apresentação em pé.



**Figura 13 – Difusão da informação numa vizinhança em cone com conversa entre a platéia, presença de agitadores e atualização sincrônica.**

Fonte: Autores.

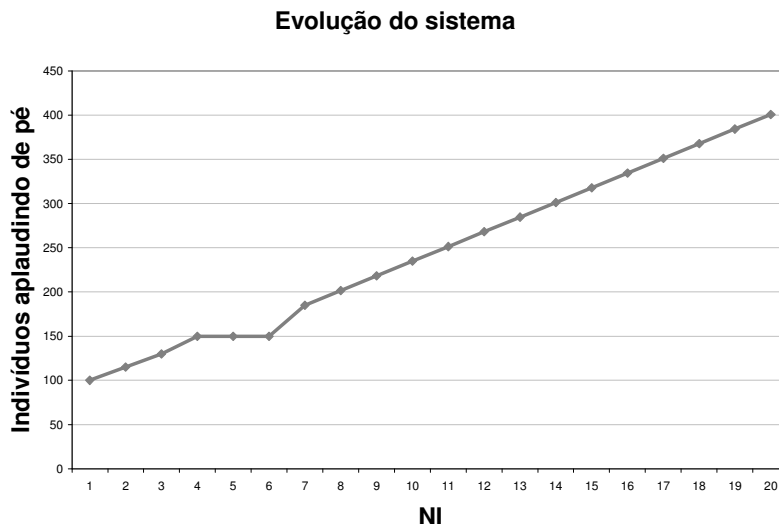
Como tentativa de se reproduzir a existência de um obstáculo no meio da audiência, inseriu-se um bloqueio à visão, consistindo de sete cadeiras e seis fileiras. Para esse tipo de simulação obteve-se o número de interações igual a cinco e eficiência da informação igual a 71,6. O obstáculo diminuiu a eficiência da disseminação da informação e é perceptível que a informação contorna o obstáculo, até atingir a porção mais distante do palco (Figura 14). Essa situação não ocorreria numa apresentação real nessa escala, mas poderia acontecer localmente caso pessoas de maior estatura se sentassem à frente de um indivíduo qualquer. Ou ainda, o obstáculo pode representar um impedimento que se coloca no fluxo de informação implantado pelo competidor.



**Figura 14 – Difusão de informação numa vizinhança em cone, sem conversa entre a platéia, com obstáculo (área preta) e atualização sincrônica**

Fonte: Autores

Para se simular a difusão assincrônica baseada em incentivo, removeu-se a conversa entre a platéia e em cada tempo discreto todas as fileiras mantiveram seu estado após a avaliação da qualidade, exceto a primeira no tempo 1, a primeira e a segunda no tempo 2, a terceira no tempo 3 e assim sucessivamente. Neste caso obteve-se um número de interações igual a 20 e eficiência de informação igual a 20, pois cada fileira foi atualizada em cada tempo discreto, dificultando o fluxo de informação e retardando o tempo de convergência. É o que ilustra a Figura 15.



**Figura 15 - Quantidade de indivíduos que aplaudem em pé numa vizinhança em cone sem conversa entre a platéia e atualização assincrônica.**

Fonte: Autores.

Quando a qualidade da apresentação foi alterada de sete para nove houve uma grande aceleração do tempo de convergência (NI). A Tabela 3 ilustra os resultados consolidados obtidos neste estudo.

**Tabela 3 – Resultados obtidos pelos autores**

Fonte: Autores

Atualização	Interações	Vizinhança	Qualidade da apresentação	NI	EI
Sincrônica	Sem conversa	5	7	7	6.85
	Sem conversa e obstáculos	Cone	7	5	71.6
	Conversa e agitadores	Cone	7	5	80
	Sem conversa	Cone	7	5	80
	Com conversa	Cone	7	4	100
	Sem conversa	Cone	9	2	200
Assincrônica-incentivos	Sem conversa	Cone	7	20	20

A eficiência da informação no estudo de Miller e Page (2004) foi maior com atualização assincrônica em ambas as vizinhanças, diferentemente deste estudo. Aqui a maior eficiência da informação foi obtida com um aumento na qualidade da apresentação e quando foi adicionada conversa entre a audiência numa vizinhança em cone, com atualização sincrônica. Considerando a mesma situação achada no artigo de Miller e Page (2004), sem conversa, os resultados aqui mostram que uma maior eficiência da informação acontece quando há atualização sincrônica numa vizinhança em cone, diferentemente de Miller e Page (2004).

Os resultados permitem inferir que na ausência de interações entre clientes e numa rede com poucos relacionamentos, a informação não se dissemina de maneira adequada, não sendo eficiente a propaganda boca a boca. Ainda que haja obstáculos à difusão de informações, tais como ação dos concorrentes ou obstáculos físicos, se os clientes possuem redes de relacionamentos a informação alcançará um maior número de clientes potenciais, podendo facilitar os esforços da empresa no sentido de esclarecer a qualidade de seus serviços. 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 um pequeno aumento na qualidade do serviço diminui sobremaneira o número de interações necessárias para que os clientes compreem o serviço, ainda que os mesmos não disponham de uma ampla rede de relacionamentos, portanto, a qualidade real do serviço é elemento-chave da difusão da informação positiva e o mesmo deverá valer para difusão de qualidade sofrível.

#### 4. 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.

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 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.
- BANCEL-CHARENSOL, L. Impacts of information e communication technologies on service production system. **The Service Industries Journal**, v. 19, n. 4, 1999.
- 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.
- 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.
- HOLLAND, J.; MILLER, J.H. Artificial adaptive agents in economic theory. **American Economic Review**, v. 81, n. 2 , 1991.
- 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., GORNHOLDT, S.; GROB, M., MITCHELL, M, PELLIZARI, T. **Non-Standard computation**. New York: Wiley-VCH, 1998.
- NAGPAL, R. **Organizing a global coordinate system from local information on an Amorphous Computer**. MIT Artificial Intelligence Laboratory. A.I. Memo n. 1666, 1999..
- 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. Artificial societies: Multiagent systems e the micro-macro link in sociological theory. **Sociological Methods e Research**, v. 31, n. 3 , 2003..
- 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.