

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEEVALE

AUGUSTO KRANZ

SISTEMA MULTIAGENTES PARA GERENCIAMENTO E
COMPARTILHAMENTO DE TERMINAIS POS

Novo Hamburgo, junho de 2008.

AUGUSTO KRANZ

SISTEMA MULTIAGENTES PARA GERENCIAMENTO E
COMPARTILHAMENTO DE TERMINAIS POS

Centro Universitário Feevale
Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
Curso de Ciência da Computação
Trabalho de Conclusão de Curso

Professor Orientador: Marcelo Iserhardt Ritzel

Novo Hamburgo, junho de 2008.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desse trabalho de conclusão, em especial:

Aos meus pais, minhas irmãs, à minha amada Carolina, aos amigos e às pessoas que convivem comigo diariamente, minha gratidão, pelo apoio emocional - nos períodos mais difíceis do trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma solução para o gerenciamento e compartilhamento de aplicações de meios de pagamento com equipamentos POS (Point of Sale, traduzido para o português como ponto de venda) utilizando Sistemas Multiagentes (SMA). A solução proposta se justifica por ser adequada aos equipamentos que apresentam um ambiente de *hardware* e *software* extremamente heterogêneo, nos quais SMA podem propiciar um gerenciamento mais racional das aplicações envolvidas. Aplicações desenvolvidas para POS exigem um gerenciamento eficiente e que minimize a utilização de recursos, tais como memória e utilização dos dispositivos físicos de comunicação. À medida que surgem novos produtos que devem ser disponibilizados nos terminais POS, o gerenciamento de versões de aplicações se torna uma tarefa complexa e extremamente cara, pois muitas vezes os terminais se encontram em regiões geograficamente distantes e dispersas, muitas vezes de difícil acesso. Atualmente, é possível encontrar, além das tradicionais aplicações de cartões de crédito e débito, aplicações que realizam recarga de celular e recarga de benefícios. Porém, é fato que as diversas aplicações existentes poderiam ser compartilhadas: estar disponíveis no mesmo equipamento bastando selecionar o serviço no momento da compra. Além disso, construir aplicações para POS são atividades complexas e exigem alguns conhecimentos específicos. A comunicação é uma atividade que exige testes exaustivos para obter o menor tempo de conexão. O tempo de espera de quem solicita o serviço deve ser o menor possível e impacta nos custos com telecomunicação tanto dos proprietários dos terminais, quanto dos comerciantes que dispõem dos serviços e estas serão importante etapas deste projeto. Neste sentido, este trabalho visa minimizar os impactos nas alterações de *softwares* e reduzir os custos relativos à atualização de aplicações.

Palavras-chave: Sistemas Multiagentes. Aplicações. Inteligência Artificial Distribuída. Meios de Pagamento. Compartilhamento de Aplicações. Sistema Nacional de Pagamentos.

ABSTRACT

This paper presents a solution to the management and sharing of applications means of payment with equipment POS (Point of Sale), using Multiagents Systems (MAS). The proposed solution is justified because it is appropriate to equipment which have an environment of hardware and software extremely heterogeneous, in which MAS can provide a more rational management of the applications involved. Applications developed for POS require an efficient management and to minimize the use of resources such as memory and use of physical devices of communication. As there are new products to be displayed in POS terminals, the management of versions of applications becomes a difficult and very costly, because often the terminals are geographically distant and dispersed, often difficult to access. Currently, you can find, in addition to traditional applications for credit and debit cards, applications that carry out enrichment of cellular and reloading of benefits. However, it is a fact that the various existing applications could be shared: be available in the same equipment simply select the service at the time of purchase. Also, build applications for POS activities are complex and require some expertise. Communication is an activity that requires extensive testing to get the lowest time of connection. The time from those who request the service is the least possible impact on costs and telecommunications with both the owner of terminals, as traders who have the services and these are important steps in this project. In this sense, this work aims to minimize the impacts of changes in software and reduce the costs for the upgrade of applications

Keywords: Multiagents System Applications, Distributed Artificial Intelligence, Means of Payment, Sharing Applications, National Payment System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – POS Verifone Vx510 (Discado) e Vx610 (GPRS)	16
Figura 1.2 – POS SAGEM EFT930G (GPRS).....	17
Figura 1.3 – Distribuição de terminais POS por regiões e 10 maiores fabricantes	17
Figura 1.4 – Transação ocorrendo via modem discado	18
Figura 1.5 – Modelo de comunicação com POS GPRS.....	19
Figura 2.1 – <i>Hypercom MegaNAC</i> , concentrador de conexões de POS (SDLC).....	23
Figura 4.1 – Arquitetura Telium para os terminais Sagem	33
Figura 4.2 – Exemplo de aplicação baseada em navegador.....	35
Figura 5.1 – Arquitetura típica de um programa para POS.....	38
Figura 6.1 – Mapa da distribuição de uma rede de terminais POS.....	43
Figura 6.2 – Arquitetura multiagentes.	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Quadro comparativo entre terminais POS.	15
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADSL	<i>Assincronous Digital Subscriber Line</i>
bps	Bits por segundo
COPAS	<i>Card Oriented Payment System</i>
CCITT	<i>Telecommunication Standardization Sector of the International Telecommunications Union</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i>
EFT	<i>Eletronic Funds Transfer</i>
GNU	<i>Gnu Is Not Unix</i>
GPRS	<i>General Packet Radio System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i>
IAD	Inteligência Artificial Distribuída
IBM	<i>International Business Machine</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
NII	<i>Network International Identification</i>
PARC	<i>Palo Alto Research Center</i>
POS	<i>Point Of Sale</i>
RENPAÇ	Rede Nacional de Comutação por Pacotes
RVDS	<i>RealView Developer System</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SDLC	<i>Sincronous Data Link Control</i>
SMA	<i>Sistema Multiagentes</i>
SNA	<i>Systems Network Architecture</i>

USB *Universal Serial Bus*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 TERMINAIS POS	14
1.1 POS com modem discado	18
1.2 POS com modem GSM/GPRS	18
1.3 POS Ethernet	19
1.4 Outros modelos de POS	19
1.5 Diferenças de uso	20
2 COMUNICAÇÃO	21
2.1 Modem	21
2.1.1 Modulação	22
2.1.2 Modem para linha telefônica pública comutada	22
2.1.3 Modem GSM/GPRS	24
2.1.4 Classes de Multislot GPRS	24
2.2 Ethernet	25
2.3 Utilização de SMA em aplicações para POS	25
3 SISTEMAS MULTIAGENTES	27
4 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO	32
4.1 Linguagem C/C++	32
4.2 Lua	34
4.3 Soluções baseadas em navegador	34
5 SISTEMA ATUAL	37
5.1 COPAS	39
5.2 Outras soluções desenvolvidas por fabricantes de terminais	39
6 PROPOSTA	40
6.1 Agente de comunicação	42
6.2 Agente de Atualização	42
6.3 Agente de Configuração	43
6.4 Considerações Finais	43
CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

INTRODUÇÃO

Sistemas de meios de pagamento têm se tornado cada vez mais populares devido a maior diversidade de transações disponibilizadas através de terminais de ponto de venda, dentre os quais se destacam uso de cartões de crédito, débito, recarga de celular, recarga de cartões de transporte público, consulta a Serasa¹. Estes serviços têm se tornado uma necessidade cada vez mais evidente entre os consumidores, em contrapartida, estabelecimentos comerciais, que dispõem produtos ou serviços precisam disponibilizar vários terminais para atender a seus clientes.

Segundo projeto de lei do CONGRESSO NACIONAL (2007), um dos problemas mais sérios na indústria de cartões é a ausência de interoperabilidade dos terminais *point of sale* (na sigla em inglês: POS, traduzido para o português como ponto de venda), um exemplo de terminal POS pode ser visualizado em Hypercom (2008), sendo possível visualizar os diversos componentes. Neste contexto, POS se refere ao *hardware* que proporciona a realização de transações eletrônicas com ou sem o uso de cartões.

A primeira consequência negativa - além da fiação, inconveniência de ter de lidar com diversos aparelhos, entre outros - é o desperdício de recursos. Considerando que em 2004 havia 1,2 milhões de terminais que capturavam transações com cartões de crédito, a um custo médio de US\$ 300 (trezentos dólares) por terminal, significa um custo de US\$ 360.000.000 (trezentos e sessenta milhões de dólares) (CONGRESSO NACIONAL, 2007). Presume-se a partir do relatório publicado pela REDECARD (2008, p.5), que o número de terminais no Brasil seja muito superior, tendo sido elevado ao final de 2007, da própria companhia, mais de 90% em relação a 2004.

A segunda consequência, resultante da primeira, é um entrave a maior competitividade do setor. Primeiro devido ao alto custo inicial para instalar milhares de terminais e segundo

¹ www.serasa.com.br

porque o pequeno varejista irá optar apenas pelas maiores bandeiras². Se as aplicações para os terminais fossem compartilhadas, isso possibilitaria pagar apenas um aluguel e se credenciar em quantas bandeiras desejasse (CONGRESSO NACIONAL, 2007).

O Banco Central (2006), atento aos problemas mencionados anteriormente, publicou a Diretiva 1 do ano de 2006³, na qual afirma:

O Banco Central do Brasil recomenda que a indústria de cartões de pagamento utilize todo o potencial da cooperação em infra-estrutura para possibilitar o aumento da eficiência e, conseqüentemente, do bem-estar social, sem prejuízo da inovação, do desenvolvimento de novos produtos e serviços e de um ambiente competitivo.

Segundo a consultoria MARKETRESEARCH.COM (2007), as funcionalidades e complexidade dos sistemas de pagamentos em POS têm aumentado devido aos avanços da tecnologia em termos de velocidade de processamento e capacidade de memória. Além de pagamentos, estes terminais POS podem ser utilizados para inúmeras outras aplicações. A capacidade de oferecer várias soluções de pagamentos, entre outros produtos, propicia a retenção de clientes ao lojista e o ajuda na diferenciação dos concorrentes.

Aplicações para terminais POS estão inseridas em plataformas embarcadas com sistemas operacionais próprios e muito distintos entre si. A consultoria *The Nilson Report* (2008), cita, entre demais números, os dez maiores fabricantes de terminais POS e entre eles estão: Ingenico⁴, Verifone⁵, Hypercom⁶, Sagem⁷. Pode-se observar, a partir do histórico dos produtos, a introdução de terminais com incremento de poder computacional e capacidade de armazenamento, além de tecnologias de telecomunicação: (i) sem fio – CDMA, GSM/GPRS, *Bluetooth*, (ii) Ethernet, (iii) modulação em modem síncrono: V.22Bis *Fast Connect* e V.29 *FastPOS* (HYPERCOM, 1998).

Telecomunicação é um item muito importante na avaliação de eficiência de um aplicativo para POS. Comerciantes e outras organizações precisam trabalhar com várias transações no menor tempo possível, para satisfazer os clientes bem como aumentar as vendas (VERIFONE, 2008). Além disso, cada transação não deve ultrapassar oito segundos (HYPERCOM, 1998).

² O termo bandeira se refere a marca do cartão. Entre as mais conhecidas estão: MasterCard, Visa e American Express. Mais detalhes são fornecidos em: <http://www.cartoes-de-credito.org>

³ Uma diretiva é um documento crescentemente usado por bancos centrais no mundo para expressar sua opinião institucional acerca de temas específicos e, assim, nortear sua ação naquela área.

⁴ www.ingenico.com, fundada na França em 1980, entregou mais de dois milhões de POS em 2005 pelo mundo.

⁵ www.verifone.com, norte-americana.

⁶ www.hypercom.com, fundada na Austrália em 1978.

⁷ www.sagem-monetel.com, fundada em 1980, subsidiária da também francesa Sagem Sécurité.

SMA oferecem uma solução bastante atraente para gerenciar e compartilhar as aplicações para POS. Estes fazem parte de uma área de estudos relativamente nova e muito promissora dentro da Inteligência Artificial, a Inteligência Artificial Distribuída (IAD), que é embasada pelo *comportamento social*, enfatizando ações e interações entre agentes (ALVARES e SICHMAN, 1997).

Este trabalho tem por objetivo prototipar uma aplicação baseada em agentes que permita o compartilhamento de aplicações de meios de pagamento e aperfeiçoe processos de comunicação e o desenvolvimento.

Este objetivo deve ser atingido através do estudo de sistemas multiagentes, documentação e manuais dos sistemas operacionais para POS, outros sistemas de gerenciamento e de compartilhamento para aplicações de meios eletrônicos de pagamento já existentes. Neste processo está inclusa a modelagem de um ambiente SMA e a prototipação destes agentes, como mencionado anteriormente. Por fim, avaliar os resultados obtidos neste trabalho.

O presente trabalho será dividido em duas etapas, inicialmente, estudar a partir da documentação disponível para terminais POS, as características de *hardware* e *software* que possam ser desenvolvidas em agentes inteligentes. Este estudo visa dar informações sobre as características que os agentes assumirão. Estas características devem ter em base a modularização, autonomia, interação, percepção, entre outros, entre os agentes e as demais aplicações. E estudar Sistemas Multiagentes: pesquisar os principais conceitos e características, vantagens e desvantagens.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: o primeiro capítulo trata de terminais POS, características de *software* e *hardware*, em seguida, as tecnologias de comunicação comumente disponíveis para estes aparelhos. O Capítulo 3 trata de SMA, caracterizando e explicando seu funcionamento. Depois, o capítulo 4 aborda as ferramentas de desenvolvimentos disponíveis para o microprocessador comumente encontrado em POS, o *ARM*. Os capítulos 5 e 6 tratam da aplicação atual e da nova abordagem proposta utilizando SMA. Por fim a conclusão e a bibliografia utilizada neste trabalho.

1 TERMINAIS POS

Terminais POS são comumente utilizados como meios de captura nas transações de cartões de crédito e débito. Notoriamente, seu uso foi ampliado para outras aplicações, como por exemplo, soluções de correspondente bancário, recarga de celular, recarga de cartões de transporte público, entre outros. Sua utilização é de fácil aceitação devido ao tamanho compacto e por ser um equipamento robusto.

Os primeiros terminais POS surgiram na década de 80. Houve uma participação de bancos, varejistas e representantes dos consumidores. Os primeiros preocupados com a segurança ao permitir a transferência eletrônica de fundos (EFT, *Electronic Funds Transfer*). Os varejistas preocupados em atender seus clientes, pois este via os consumidores como seus clientes e não os bancos, portanto, preocupava o fato de alguma possível falha comprometer a imagem perante seus clientes. E os terceiros, preocupados em preservar os direitos dos consumidores. Ao mesmo tempo, grandes redes varejistas desejavam emitir seus próprios cartões de débito, para assim, ligar o cartão à marca (CANADÁ, 2008).

Houve uma grande evolução desde então, terminais menores, portáteis e mais robustos. Os terminais POS romperam o paradigma de operações crédito/débito e se tornaram um ponto de serviços. É possível consultar negativas de débitos (Serasa), adquirir créditos para telefones celulares pré-pagos, comprar ingressos, entre outros.

Entretanto, apesar dessa evolução, vários POS podem ser encontrados num mesmo ponto de venda. Há um grande desperdício de recursos, que custa milhões de reais a cada ano, dificulta a entrada de concorrentes das grandes bandeiras devido aos custos de adquirir e ao fato do pequeno ponto de venda decidir em alugar POS apenas das grandes bandeiras devido aos custos de aluguel (CONGRESSO NACIONAL, 2007). Portanto, o compartilhamento de aplicações nos POS é de fundamental importância.

Há uma devida pressão exercida por instituições monetárias (BANCO CENTRAL, 2006) e legislativas no Brasil (CONGRESSO NACIONAL, 2007) para que os terminais sejam compartilhados. Os custos relacionados ao aluguel desses aparelhos ao pequeno lojista são substanciais. Compartilhar os terminais POS significa uma economia em milhões de reais ao ano. Além disso, facilita a entrada de novos cartões e serviços.

O grande empecilho para o compartilhamento de soluções no POS eram os recursos escassos desses equipamentos. Porém, essa realidade mudou, os POS são muito mais modernos e contam com uma quantidade de memória e processamento no qual podem suportar mais de um *software* no mesmo aparelho. A tabela a seguir demonstra a quantidade de recursos disponíveis nos equipamentos:

Quadro 1.1 – Quadro comparativo entre terminais POS.

Fabricante	Modelo	Memória	Display	Comunicação	RS-232	USB
Verifone	Vx510	3MB	128x64	V32B 14.4Kbps, Ethernet opcional	2	Não
	Vx610	6MB	128x64	V32B 14.4kbps, GPRS ou 802.11b	1	Não
	Vx670	12MB	128x128	V34 33.6kbps, GPRS, 802.11b ou Bluetooth	2	Sim
Sagem	EFTSMART	16MB	128x64/128x128	V32B 14.4kbps	1 ou 2	Sim
	EFTSMART PLUS	16MB	128x64/128x128	V32B 14.4kbps e Ethernet	1 ou 2	Sim
	EFT930G	24MB	128x64	V32B 14.4kbps e GPRS	1	Sim
	EFT930B	24MB	128x64	V32B 14.4kbps e Bluetooth	1	Sim

Fonte: (VERIFONE, 2008) e (SAGEM, 2008).

Em VERIFONE (2008) e SAGEM (2008), é possível observar os componentes envolvidos em um terminal POS, tais como:

- a. *Display*: normalmente varia entre 128x64 *pixels* e 128x128 *pixels*. Isto permite exibir na tela de 8 até 16 linhas, além de gráficos (logo, animações, entre outros);
- b. Leitores de cartão magnético e *smart card*; ;
- c. Teclado: está dividido entre teclas de função e o teclado numérico. O número e a disposição das teclas é uma característica de cada fabricante. Nas Figuras 1.2 e 1.3 é possível perceber a diferença entre os teclados.;
- d. Portas periféricas: Portas RS-232 e USB para conexão de leitores de código de barras e cheques, entre outros. O número de portas de comunicação pode variar inclusive entre terminais do mesmo modelo. Alguns modelos podem possuir apenas portas RS-232 enquanto outros possuem apenas USB;

- e. Impressora térmica: esta impressora tem velocidade de 12 a 18 linhas por Segundo. Elas podem imprimir 384 *pixels* por linha, sendo o número de caracteres dependente do número de *pixels* que ocupa. Encontra-se fontes preparadas para 24, 32, 42 e 48 colunas. A fonte pode ser personalizada em alguns POS;
- f. Dispositivos de comunicação: modem discado e/ou GPRS, *ethernet*;
- g. Segurança: autenticação de arquivos, gerenciamento seguro de chaves de criptografia. POS são equipados com recursos de segurança em *hardware* e *software*. Chaves de criptografia podem ser armazenadas em áreas seguras, protegidas contra violações do POS.

A figura 1.2 apresenta dois modelos de POS da Verifone, sendo o primeiro com modem discado e o segundo GPRS. A figura 1.3 apresenta um modelo de POS Sagem GPRS. A partir destes modelos é possível perceber algumas das diferenças de *hardware* e dos componentes citados acima.



Figura 1.1 – POS Verifone Vx510 (Discado) e Vx610 (GPRS)

Fonte: www.verifone.com, acesso em 19/05/2008.



Figura 1.2 – POS SAGEM EFT930G (GPRS)

Fonte: www.sagem-monotel.com/documents/EFT930G_ENG.pdf, acesso em 19/05/2008.

A consultoria *The Nilson Report* (2008) emite relatórios periódicos sobre o mercado de meios eletrônicos de pagamento, neste é possível encontrar a imagem abaixo:



Figura 1.3 – Distribuição de terminais POS por regiões e 10 maiores fabricantes

Fonte: <http://nilsonreport.com/charts.htm>, acesso em 02 jun 2008.

Na figura 1.3 se observa a grande variedade de sistemas existentes. Nesta situação se enquadram as diferenças de hardware e *software* destes equipamentos. Apesar de serem tecnologias semelhantes, os sistemas operacionais embarcados são diferentes. Além disso, há diferenças entre POS de um mesmo fabricante, por exemplo, a VeriFone comercializa os terminais Vx510 e Vx610 (Figura 2.1): ambos possuem a aparência semelhante, mesmo processador, mesmo sistema operacional, entretanto, o POS Vx610 apresenta bateria, modem GPRS e uma porta de comunicação a menos.

1.1 POS com modem discado

Atualmente, os terminais POS com modem discado estão disponíveis em grande escala, estando disponíveis inclusive em outras configurações como GPRS e Ethernet. A aplicação deve manter a preocupação no tempo de conexão e em manter a mensagem a ser transmitida pequena para não impactar no desempenho geral da transação, pois os modems geralmente são configurados em velocidades baixas justamente para manter baixo o tempo de conexão.

Poucos são os terminais que não oferecem modem por linha discada. Alguns oferecem como opcional, como o POS Sagem EFT930G (SAGEM, 2008) que oferece o modem como opcional na base, a mesma que deve ser utilizada para carregar a bateria.

Muitas vezes o modem pode ser multiplexado com outro periférico. Por exemplo: no modelo Vx510 Ethernet da Verifone o modem é multiplexado com a interface Ethernet, sendo a aplicação a responsável por chavear para a opção desejada no instante da conexão.



Figura 1.4 – Transação ocorrendo via modem discado

A figura 1.4 demonstra uma transação e alguns dos componentes envolvidos. A conexão é estabelecida entre os modems e após a requisição é enviada ao destinatário, o ambiente de autorização, que irá verificar se aceita ou não a requisição.

1.2 POS com modem GSM/GPRS

Entre as demais tecnologias de comunicação utilizadas em aplicações de meios eletrônicos de pagamento, o GPRS é muito atrativo, pois apresenta um custo baixo por transação, mobilidade ao usuário e tempo de conexão relativamente baixo.

A adoção desta tecnologia depende de disponibilidade de sinal GSM. Este sinal pode não estar disponível em determinadas regiões ou a localização pode não ser acessível, como por exemplo, garagens subterrâneas ou ambientes demasiadamente fechados.

Este tipo de modem também pode ser ligado ao POS por uma porta RS-232, ou seja, pode ser um modem externo.

O POS equipado com modem GPRS é voltado para locais nos quais o cliente não precisa ir até o caixa para realizar o pagamento, tais como bares, restaurantes e posto de gasolina. A figura 1.4 ilustra a arquitetura de comunicação com um POS GPRS.



Figura 1.5 – Modelo de comunicação com POS GPRS

1.3 POS Ethernet

Estes apresentam o menor custo por transação e mais velocidade, pois podem utilizar conexões ADSL, entre outras, disponíveis para acesso a Internet. Com a introdução da banda larga, estes equipamentos se tornaram extremamente atrativos.

Com este terminal é possível realizar uma transação de crédito praticamente instantânea. O pagamento se torna muito mais rápido se comparado ao pagamento com dinheiro, as rotinas de atualização, comumente demoradas, podem ser mais rápidas e a custo zero. Sendo então propício para locais com grande volume de vendas, onde é primordial o atendimento rápido e eficiente.

1.4 Outros modelos de POS

Nos últimos anos têm surgido alguns modelos utilizando tecnologias sem-fio, tais como *Bluetooth* e *802.11g/b*. Estes modelos ainda não possuem um uso massificado. Porém, tal qual o Ethernet apresentam custo por transação e velocidade satisfatórias.

A utilização destes modelos é apta em locais onde é necessária a mobilidade do equipamento, tais como, restaurantes, bares, postos de gasolina. Somente com o aumento da utilização de modems ADSL com *WI-FI* (802.11b/g) irá proporcionar a adoção destes modelos.

1.5 Diferenças de uso

Cada modelo tem seu uso mais apropriado para determinados ambientes. Ambientes fechados e distantes dos centros urbanos podem não ser adequados para terminais GPRS por não estarem dentro da cobertura da rede GSM. Por outro lado, algumas regiões de selva somente são acessíveis por GPRS por não terem condições de possuir linhas telefônicas, o que também exclui modelos Ethernet.

Locais que possuem acesso a Internet, o modelo ideal é o POS Ethernet. O tempo de acesso é muito baixo e não possui custo para transacionar. Além disso, não é necessário ter mais linhas telefônicas caso sejam necessários mais de um POS, ou *chips* GSM no caso do GPRS. Logo, com o maior acesso a tecnologias baseadas em IP, deve haver uma migração dos terminais POS para estes meios de conexão (GIN, 2007, p.8).

Atualmente a maioria dos terminais é baseada em modems discados, devido aos custos que terminais GPRS e Ethernet apresentavam. A grande diferença no uso dos terminais discados é a velocidade com que é realizada a transação e os dados de configuração dos mesmos. Terminais discados precisam basicamente de um número de telefone para discar e um identificador de destino, NII (*Network International Identification*, traduzido para o português como identificação de rede internacional). Terminais GPRS e Ethernet são baseados em TCP/IP, porém no GPRS, além do IP e porta do aplicativo servidor, é necessário informar os dados para acesso na rede telefonia GSM e no Ethernet os dados para acesso dentro da rede local.

2 COMUNICAÇÃO

A comunicação é um item extremamente importante para aplicações de meios eletrônicos de pagamento. O usuário deseja ser atendido rapidamente, uma possível demora pode fazer com que este prefira realizar o pagamento com outro meio, como dinheiro ou cheque.

Terminais POS estão dispersos em locais geograficamente distantes do sistema servidor, muitas vezes a milhares de quilômetros. Estes terminais estão sujeitos a ambientes hostis, como ruídos na linha telefônica, sinal GSM fraco, falta de conhecimento do operador ao configurar o *software* embarcado no aparelho, entre outros.

Entre os dispositivos de comunicação mais comuns estão: modem para linha telefônica, modem GSM/GPRS e Ethernet. Existem outras tecnologias como *Bluetooth* e infra-vermelho, no entanto, não serão objeto de estudo deste trabalho.

2.1 Modem

Um modem é um dispositivo que converte um conjunto de sinais digitais em sinais analógicos próprios para o transporte de dados sobre circuitos de voz.

Para se comunicar com modems e dar instruções, deve-se utilizar comandos AT. Estes comandos são certas instruções que podem ser enviados ao modem, ele os interpretará retornando a informação requisitada; ou a informação de correto recebimento do comando; ou de erro na sintaxe do mesmo (“OK” ou “ERROR”).

Os comandos que podem ser utilizados nos modems variam de acordo com o fabricante e modelo, mas normalmente seguem o chamado padrão Hayes⁸. AT é o principal comando que deve ser enviado para o modem praticamente sempre antes de um outro

⁸ A *Hayes Microcomputer Products* definiu um número bem grande de comandos de controle do modem – agora conhecidos como o Conjunto de Comandos AT Hayes.

comando. Serve para chamar a atenção do modem, informando-o que o que vem a seguir é uma seqüência de comandos que ele deve interpretar. Alguns comandos se tornaram padrão entre todos os modems, como (POTTS, 1993, p.223 – 231):

- “ATD”: serve para discar para um determinado número que vier a seguir. Por exemplo, ATD35989800;
- “ATZ”: carrega a configuração previamente salva na memória do modem;
- “+++”: o modem pode estar em dois estados, ou modos. O modo de dados é o estado do modem em que este permite o envio de comandos para sua configuração. Já o modo de dados ocorre após o comando “ATD”. Uma vez em modo de dados, o modem só pode receber novos comandos após retornar ao modo de comando, possível com o comando “+++”.
- “ATO”: retorna o modem ao modo de dados.

2.1.1 Modulação

Cada modem oferece suporte a determinadas modulações, ou seja, formatos e frequências de onda as quais oferecem determinados conjuntos de velocidades. As modulações oferecidas em modems para linhas comutadas (telefônicas) para POS são normalmente de baixas velocidades, até 19200 bps. Entre estas modulações estão: B212, V.22, V.22F, V.22Bis, V.22BF, V.29F, V.32Bis.

2.1.2 Modem para linha telefônica pública comutada

Modulações de baixa velocidade normalmente são oferecidas em modems de terminais POS, devido à natureza da aplicação, que necessita transmitir e receber mensagens pequenas. Esta é uma diferença trivial entre modems para terminais POS e modems convencionais utilizados em computadores pessoais (HYPERCOM, 2008).

Dentre estas, as mais interessantes para as aplicações de meios eletrônicos de pagamento são *Fast Connect* V.22F, V.22BF, V.29F. Estas modulações oferecem baixa velocidade, tipicamente entre 1200bps (V.22F), 2400bps (V.22BF) e 9600bps (V.29F), porém o *handshake*⁹ é estabelecido em um tempo muito menor: 2 a 3 segundos, em comparação as demais modulações que podem ultrapassar 10 segundos no *handshake* (HYPERCOM, 2008).

⁹ Mais detalhes em <http://modemhelp.net/faqs/handshake.shtml>

2.1.2.1 Protocolos (X.28 e SDLC)

O protocolo X.28 é uma recomendação do ITU (*Internacional Telecommunication Union*, traduzido para o português como União Internacional de Telecomunicação). Este protocolo assíncrono é utilizado para computadores com baixos volumes de transmissão de dados (ITU, 2008).

Neste tipo de protocolo é comum a utilização de RENPAC (Rede Nacional de Comutação por Pacotes). Neste serviço o usuário paga a assinatura do serviço (fixo), o tempo e o volume de informações que envia (variável) (UFRGS, 2008).

O protocolo SDLC foi criado pela IBM na década de 1970 para uso no SNA (*Systems Network Architecture*, traduzido para o português como Sistemas de Arquitetura de Rede) e foi o primeiro protocolo da camada de enlace síncrona e orientada a *bits*. Suporta comutação de circuitos e comutação de pacotes, além de transmissões *half-duplex* e *full-duplex* (CISCO, 2008).

No SDLC existem dois tipos de nós na rede: primário e secundário. Nós primários controlam as operações das outras estações, chamadas secundárias. O primário sonda o secundário numa ordem pré-determinada, o secundário pode então enviar se tiver alguma informação de saída. O secundário também controla e configura o canal enquanto estiver operacional. Nós secundários são controlados por um nó principal, isso significa que os secundários só podem enviar informação quando o principal permitir (CISCO, 2008).

Para atender chamadas de modems de POS existem equipamentos específicos para este fim. Na figura 2.1 é ilustrado um destes equipamentos.



Figura 2.1 – Hypercom MegaNAC, concentrador de conexões de POS (SDLC).

Fonte: http://www.hypercom.com/library/Networking/meganac180/MegaNAC180_Datasheet.pdf, acesso em 08 jun 2008.

2.1.3 Modem GSM/GPRS

A plataforma GSM (*Global System for Mobile Communication*, traduzido para o português como Sistema Global para Comunicação Móvel) é uma tecnologia sem-fio, muito bem sucedida e uma estória sem precedente de conquista e cooperação global. É uma tecnologia celular digital aberta, usada para transporte móvel de dados e voz e suporta a velocidade de 9.6 kbit/s.

GPRS é o serviço de dados sem-fio mais ubíquo do mundo, disponível com quase toda rede GSM. GPRS é uma solução de conexão baseada nos protocolos da Internet que suporta uma vasta gama de aplicações empresariais e de consumidores. Com uma velocidade de aproximadamente 40kbits/s, apresenta a conveniência de estar hábil a conectar de qualquer lugar e também apresenta custos menores em relação ao uso de GSM para dados (GSMA, 2008).

A velocidade de transmissão/recepção depende da classe de *Multislot* do modem, que corresponde à quantidade de *time slots* de transmissão e recepção, no total de oito. O processo de conexão é chamado de *attach*¹⁰, formando assim um link lógico. Os recursos são alocados apenas quando requisitados, desta forma é efetuada a cobrança do serviço (SANDERS, et. al., 2003, p.17-38).

2.1.4 Classes de Multislot GPRS

Esta é uma característica do produto e determina a velocidade máxima alcançável de *uplink* e *downlink* em ambas as direções.

O primeiro número determina a quantidade de *time slots* para *download* e segundo a quantidade de *time slots* para *upload*, como por exemplo: 3+1, 3+2, podendo ter um total de 5 *time slots*.

Os *slots* ativos detemina o número total de *slots* que o dispositivo GPRS pode utilizar simultaneamente para *upload* e *download* (GSMA, 2008).

2.1.4.1 Classes de equipamentos

Há três classes diferentes de equipamentos GPRS (SANDERS, et. al. 2003):

¹⁰ Teoricamente o modem nunca precisa realizar o *deattach*, pois ele não está bloqueando nenhum recurso enquanto não requisitar comunicação. Este recurso é chamado de “always on”, mais conhecido como link lógico.

- Classe A: equipamento pode realizar chamadas voz e transferências de pacotes de dados ao mesmo tempo.
- Classe B: equipamento que pode ter voz e tráfego de pacotes de dados (mas não simultaneamente) e pode parar a transferência de pacotes para receber uma chamada.
- Classe C: equipamento pode manusear voz e dados, mas precisa desconectar explicitamente de um modo para habilitar o outro.

2.2 Ethernet

A tecnologia Ethernet nasceu em 1976 no centro de pesquisas da Xerox (*Palo Alto Research Center – PARC*). Ela evoluiu muito desde então. A Ethernet original foi projetada para uma taxa de transmissão de 10Mbps, contudo, os padrões mais atuais *Fast Ethernet* e *Giga Ethernet* operam a 100Mbps e 1Gbps respectivamente.

Um computador conectado a Internet via LAN (*Local Area Network*, traduzido para o português como Área de Rede Local) precisa utilizar a arquitetura de cinco camadas da Internet. As três camadas mais altas (rede, transporte e aplicação) são comuns a todas as LANs. A camada de enlace difere apenas ligeiramente entre as tecnologias e camada física é completamente diferente entre todas as tecnologias.

A interoperabilidade é assegurada por um protocolo na camada de rede: IP (*Internet Protocol*, traduzido para o português como Protocolo Internet). Todas as aplicações construídas nestes protocolos são compatíveis entre si, o que garantiu em grande parte a adoção em massa dessa tecnologia (FOROUZAN, 2006, p.308 – 324).

Em Verifone (2008), são apontadas as vantagens de custo e velocidade proporcionadas com esta tecnologia. Pois, ao contrário de modems para linha telefônica que tem tempo de conexão elevado e baixas taxas de transferência, terminais POS com interface *Ethernet* podem usufruir de conexões DSL (*Digital Subscriber Line*, traduzido para o português como Linha Digital do Assinante) e *Cable Modem*, que oferecem taxas de transferência elevadas (128Kbps até 3Mbps), com tempo de conexão desprezível.

2.3 Utilização de SMA em aplicações para POS

Utilizar um SMA juntamente com os demais softwares embarcados em um terminal POS se apresenta como uma boa solução para abstrair grande parte da heterogeneidade das

soluções. Grande parte do desenvolvimento de softwares para esses equipamentos é gasto no desenvolvimento das peculiaridades de cada aplicação.

Além disso, seria inevitável uma economia de recursos de memória e armazenamento. Bem como, a interoperabilidade entre outros produtos que precisem ser disponibilizados no mesmo terminal, pois o gerenciamento de comunicação e configuração estaria a cargo dos agentes. Este novo processo também pode dar uma visão de um sistema único ao usuário, visto que não será preciso configurar os mesmos itens em softwares diferentes.

Para concluir a importância e utilidade de um SMA para aplicações POS, uma melhoria ou correção, estaria disponível a todos os softwares presentes no terminal, gerando uma economia de recursos. Esta economia é devido a menos intervenções para atualização no terminal: a atualização pode ser com a presença de um técnico que precisa se deslocar ao ponto de venda, ou através de uma atualização remota (tele-carga).

3 SISTEMAS MULTIAGENTES

Muitos pesquisadores têm feito esforços para representar sistemas inteligentes. Agentes inteligentes tem sido alvo de uma grande quantidade de pesquisas no meio acadêmico. SMA e agentes inteligentes já foram alvo de estudo de pesquisadores como Demazeau e Müller (Org., 1989) e Genesereth e Nillson (1988). A inteligência, poderia ser representada em uma agente como um conjunto de estados. A partir das percepções do ambiente onde estão inseridos, os agentes podem basear suas ações baseados nestes estímulos.

Segundo Juchem e Bastos (2001), agentes operam em um ambiente onde pode ou não existir outros agentes. Em alguns casos um agente pode agir sozinho, entretanto em outras pode necessitar da colaboração de outros agentes. Isto pode ser evidenciado no mundo real, pois quando uma pessoa necessita de um conhecimento específico ou habilidade que não possua para realizar alguma tarefa, necessita do auxílio de outra pessoa apta a fazer.

Sendo um agente uma entidade que encapsula conhecimento sobre algum domínio, nada mais apropriado que agrupar agentes que possuam parte do conhecimento envolvido na estratégia de resolução de um problema e que, a partir disso, interajam com o objetivo de complementar suas habilidades.

SMA são divididos em duas classes principais (JUCHEM e BASTOS, 2001):

- Sistema de resolução distribuída de problemas, nos quais os agentes envolvidos são explicitamente projetados para, de maneira cooperativa, atingir um dado objetivo, considerando que todos eles são conhecidos à priori e supondo que todos são benevolentes, existindo dessa forma confiança mútua em relação as suas interações;
- Sistemas abertos, nos quais os agentes não são necessariamente projetados para atingirem um objetivo comum, podendo ingressar e sair do sistema de maneira dinâmica. Neste caso, a chegada dinâmica de agentes desconhecidos precisa

ser levada em consideração, bem como a possível existência de comportamento não benevolente no curso das interações.

SMA oferecem uma forma natural de ver e caracterizar sistemas inteligentes. Inteligência e interação são profundamente e inevitavelmente ligadas, e SMA refletem esta visão. Assim como humanos, sistemas inteligentes não focam no isolamento, ao contrário, compõem uma pequena parte de um ambiente, onde eles próprios e outros sistemas inteligentes operam. Portanto um agente é um objeto capaz de perceber, raciocinar e agir (WEISS, 1999).

O comportamento global de um SMA deriva das interações entre os agentes que fazem parte do sistema. A partir disso está envolvida a busca por uma funcionalidade neste sistema que permita que estes agentes possam coordenar seus conhecimentos, objetivos, habilidades e planos individuais de forma conjunta, em favor da execução de uma ação ou resolução de um problema onde se faça necessária a cooperação entre agentes. Estes casos compõem o comportamento social do sistema (JUCHEM e BASTOS, 2001).

Em um SMA, cada agente deve ser capaz de realizar uma tarefa independente dos demais e também colaborar para que os demais *softwares* atinjam os objetivos que desejam com o máximo de desempenho, flexibilidade e exatidão. Portanto, dentre as características de agentes, este trabalho considera as seguintes (RITZEL e PRETZ, 2007):

- Autonomia: operar sem intervenção direta de humanos, e tem controle sobre suas ações e seu próprio estado interno;
- Mobilidade: locomoção para outros ambientes;
- Continuidade temporal: funcionar continuamente;
- Adaptabilidade;
- Comportamento ou habilidade social: interagir com outros agentes ou humanos.
- Reatividade (percepção): perceber o ambiente onde está, detectando alterações, e responder em tempo hábil as mudanças nesse ambiente;

Para Weiss (2005), um SMA oferece várias vantagens em relação a um sistema com um único agente. O qual apresenta falta de desempenho, confiabilidade e facilidade de manutenção ao lidar com um grande número de tarefas. Além disso, um agente não pode obter (e prover para humanos) conhecimento especializado e em grande volume.

As vantagens que um SMA provê são (WEISS, 2005) (WEISS, 1999, p.35):

- modularidade, flexibilidade, modificabilidade e escalabilidade, devido à sua natureza distribuída e a possibilidade de adicionar novos agentes para resolver um problema maior sem afetar a operação dos demais agentes;
- Um SMA composto de vários processos distribuídos pode acessar mais fontes de conhecimento, explorando execução concorrente;
- Aplicações que necessitam de computação distribuída são mais bem suportadas por SMA do que um agente isolado ou aplicação monolítica;
- Velocidade e eficiência: agentes podem operar de forma assíncrona ou paralela, e isso pode resultar num aumento de velocidade de processamento;
- Robustez e confiabilidade: a falha de um ou mais agentes não necessariamente torna o sistema inteiro inutilizável, porque outros agentes que estejam disponíveis podem assumir as tarefas;
- Custos: pode ser muito mais custo-efetivo do que um sistema centralizado;
- Desenvolvimento e reusabilidade: agentes individuais podem ser desenvolvidos separadamente por especialistas, o sistema inteiro pode ser testado e mantido mais facilmente, e pode ser possível reconfigurar e reusar agentes nos diferentes cenários das aplicações.

Algumas características são importantes do ponto de vista mercadológico, além do acadêmico. Um novo *software* pode ter o tempo ao mercado reduzido ou os custos reduzidos devido à abordagem por SMA; evitar problemas durante o ciclo de vida do produto e facilitar as alterações quando forem necessárias.

Ainda segundo Weiss (2005), a inteligência, como definida pela neurociência, pode ser alcançada por um sistema multi-processado, ao contrário de um sistema serial. Tal sistema computacional multi-processado poderia ser desenvolvido em um ambiente vastamente distribuído onde agem muitos agentes. Portanto, SMA se apresenta como uma boa solução para programar inteligência em sistemas baseados em agentes inteligentes.

Normalmente um agente terá um repertório disponível de ações. Este conjunto de possíveis ações compreende a habilidade de mudar o ambiente. Nem todas as ações podem ser executadas em todas as situações. Ações devem ter pré-condições associadas a elas, que

definem as situações possíveis nas quais elas podem ser aplicadas. Portanto, o problema chave ao projetar um agente é na decisão de quais ações ele deve tomar para atingir os objetivos para o qual foi desenvolvido.

As arquiteturas dos agentes são de sistemas de *software* para tomada de decisão os quais são embarcados em um ambiente. A dificuldade do processo de tomada de decisão pode ser afetada por um diferente número de propriedades do ambiente.

A seguir, a classificação das propriedades dos ambientes:

- **Acessível vs inacessível:** um ambiente acessível é o qual o agente pode obter informação completa, certa e atualizada sobre o estado do ambiente. A maioria dos ambientes moderadamente complexos é inacessível (Internet, mundo físico, etc). O quanto mais acessível for um ambiente, mais fácil será de construir agentes para operar nele.
- **Determinístico vs Não-Determinístico:** um ambiente é dito determinístico quando qualquer ação terá garantia de um único efeito – não há incerteza sobre o resultado dessa ação. O mundo físico pode para todas as intenções e propósitos ser definido como não-determinístico. Ambientes não-determinísticos apresentam uma dificuldade maior em projetar agentes.
- **Episódico vs Não-Episódico:** em um ambiente episódico o desempenho de um agente é dependente do número de episódios discretos, sem ligação entre o desempenho de um agente em diferentes cenários. Um exemplo de um ambiente episódico seria um sistema de classificação de correspondência. Ambientes episódicos são mais simples do ponto de vista de desenvolvimento de agentes porque o agente pode decidir qual ação executar baseado apenas no episódio atual – não é necessário raciocinar entre este e futuros episódios.
- **Estático vs Dinâmico:** um ambiente estático é aquele onde se assume que permanecerá inalterado com exceção às ações de um agente. Um ambiente dinâmico é aquele onde há outros processos operando e no qual há mudanças além do controle do agente. O mundo físico é um ambiente extremamente dinâmico.

A interação dos agentes geralmente está associada com alguma forma de comunicação. Tipicamente, vemos comunicação com um processo de dois caminhos, onde

todos os agentes podem enviar e receber mensagens. A comunicação pode ser utilizada de muitas formas em SMA, como exemplo, para coordenar cooperação ou negociação entre agentes competindo pelos próprios interesses (BRACHMAN e DIETTRECH, 2007). Para Genessereth e Nilsson (Org., 1988), a interação entre os agentes compreende um processo, e pode ocorrer de diversas formas: áreas de memória compartilhadas, comunicação entre processos, troca de mensagens, entre outros.

Para desenvolver um SMA, além das vantagens já citadas, também há alguns desafios (VLASSIS, 2007):

- Como decompor um problema, dividir em subtarefas e sintetizar um resultado parcial;
- Como controlar o percentual de informação distribuída. Como habilitar os agentes a manter consistente o modelo compartilhado do universo no qual estão inseridos;
- Como desenvolver um controle descentralizado e construir mecanismos de coordenação eficientes entre os agentes;
- Como representar conhecimento. Como habilitar os agentes a raciocinar sobre suas ações, planos e conhecimentos dos outros agentes;
- Como habilitar os agentes a se comunicarem, qual linguagem e qual protocolo utilizar. Quando, onde e com quem um agente deveria se comunicar;
- Como habilitar os agentes a negociar e resolver conflitos;
- Como habilitar agentes a formar grupos ou coalizões. Como atribuir papéis a agentes;
- Como garantir coerência e estabilidade do sistema;

Enfim, o fato de *softwares* para POS serem embarcados e em um ambiente bastante heterogêneo, condiz para a boa solução que será desenvolvida com um SMA. Um SMA proporcionará mais flexibilidade e interoperabilidade nas diversas situações que precisam ser trabalhadas nos *softwares*. Muita desta interoperabilidade será alcançada com cooperação e compartilhamento de recursos através dos agentes.

4 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO

Muito do exposto abaixo é fruto do conhecimento empírico do autor, fruto de sua experiência profissional. Algumas informações podem não ser encontradas em material acadêmico ou ter referências de empresas que as utilizam.

Para o desenvolvimento de *softwares* de terminais POS, basicamente é necessária a utilização de um compilador para linguagem C. Com esta linguagem é possível obter o maior número de recursos do equipamento, tais como criptografia, impressora, modem, etc.

Outras ferramentas foram construídas, com a intenção de deixar o trabalho de desenvolvimento mais rápido e prático. De fato, obtiveram êxito. No entanto, a escolha da ferramenta deve ser considerada de acordo com a necessidade do tipo de *software* que se pretende desenvolver e os impactos derivados destas ferramentas, tais como, aumento de tráfego de dados e consumo de memória.

4.1 Linguagem C/C++

O compilador apropriado para o desenvolvimento de *softwares* para POS está ligado ao processador utilizado pelo equipamento. O compilador, obviamente, precisará gerar o conjunto de instruções adequadas ao processador.

Para este trabalho, serão estudados e/ou utilizados apenas dois compiladores: *ARM RealView Development Suite* (RVDS) (ARM, 2008) e o GNU ARM (2008). A escolha do compilador também depende de suporte do fabricante do terminal POS e o mesmo oferecer um conjunto de ferramentas de desenvolvimento próprio para o equipamento. Portanto, é preciso estar atento a alguma possível incompatibilidade ou a ausência de algum recurso que pode comprometer o desenvolvimento.

Na figura 4.1 é demonstrada a arquitetura do sistema operacional Telium para os terminais SAGEM (2008). Este sistema apresenta as camadas de *software* do sistema

operacional e os *frameworks* integrados ao SDK (*Software Development Kit*, traduzido para o português como kit de desenvolvimento de programas).

- *Telium System*: é o sistema operacional propriamente dito. Esta camada oferece as funções básicas, como funções para E/S (Entrada/Saída).
- *Telium Manager*: Esta camada apresenta alguns *drivers* para comunicação e gerenciamento do terminal: parametrização (*hardware e software*), multi-aplicação, etc.
- *Cripto Features e Security Schemes*: apresentam as funções de criptografia. Em aplicações eletrônicas de meios de pagamento, a digitação de senhas, carga de novo software precisa ser protegida, ou seja, é feita uma assinatura neste *software*.
- *Telium Link Layer*: Este é um *framework* destinado à comunicação. A intenção é permitir um desenvolvimento rápido e fácil.
- Demais componentes: entre os demais componentes há ferramentas de criação de fontes, gerenciamento remoto do terminal (tele-carga), carga local de aplicativo, etc.

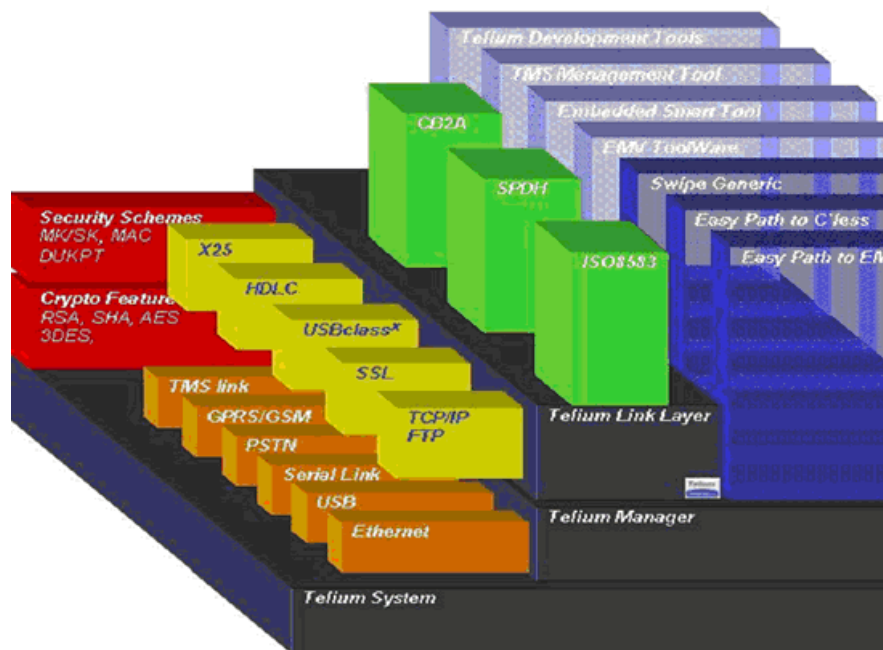


Figura 4.1 – Arquitetura Telium para os terminais Sagem

Fonte: www.sagem-monetel.com/eng/site.php?spage=02060100, acesso em: 19 jun 2008.

Verifone (2008) oferece o conjunto de ferramentas de desenvolvimento *Verix V*¹¹ o que inclui um conjunto de bibliotecas e *frameworks* para multi-aplicação, comunicação, atualização remota, o compilador RVDS, gerador de fontes, entre outras ferramentas.

4.2 Lua

A linguagem Lua foi criada para aplicações gráficas. Porém, pode ser utilizada para qualquer fim. Trata-se de uma linguagem interpretada, com código fonte para linguagem C/C++ disponível na Internet.

Lua é uma linguagem interpretada, embutível, poderosa, rápida e leve. Há uma boa documentação de como permitir integração com outras linguagens. É possível estender programas escritos em C, C++, Java, C#, *SmallTalk*, Fortran, Ada, e também linguagens interpretadas com *Perl* e *Ruby* (LUA, 2008).

Há várias ferramentas e aplicações que utilizam Lua¹². Muitas delas são jogos e ferramentas gráficas. Apesar de não ser uma linguagem puramente orientada a objetos, ela fornece meta-mecanismos para a criação de classes e herança. Estes meta-mecanismos trazem uma economia de conceitos e mantêm a linguagem pequena e ao mesmo permitem que a semântica seja estendida de maneiras não convencionais (LUA, 2008).

O código fonte da linguagem tem 17000 linhas escritas na linguagem C no pacote 5.1.3. No Linux, o interpretador contendo todas as bibliotecas padrões ocupa 144KB e a biblioteca Lua ocupa 196KB (LUA, 2008). Por ser pequena, esta linguagem pode ser adaptada para terminais POS. Com possíveis alterações, esta linguagem oferece muitas facilidades em manter e construir novas funcionalidades nestes ambientes.

Como linguagem interpretada, as alterações apenas implicam na codificação de *scripts*, que podem ser atualizados conforme a necessidade. Isso implica em redução de custo, flexibilidade em manter atualizados os terminais, rapidez e agilidade ao desenvolvimento.

4.3 Soluções baseadas em navegador

Existem soluções baseadas em micro navegador, cujo propósito é oferecer um *software* pequeno que demande pouca memória, processamento e equipamento. Estas soluções prometem uma interoperabilidade entre os diversos POS. No entanto, deve-se

¹¹ http://www.verifone.com/PDF/Verix_V_DTK.pdf

¹² www.lua.org/uses.html

lembrar que este micro navegador deve estar previamente desenvolvido para o POS onde se deseja executar a aplicação. Para isso, é necessário o desenvolvimento do navegador na linguagem C.

A solução através de navegador proporciona um desenvolvimento rápido e inibe dificuldades de atualização de *softwares* embarcados no terminal. Pois, ao contrário de várias aplicações, haverá o acesso a diferentes páginas escritas em WML (*Wireless Markup Language*, traduzido para o português como linguagem de marcação sem-fio), esta é uma linguagem de marcação derivada do HTML e baseada em XML. E com suporte ao *WMLScript*, que é uma linguagem reduzida do *JavaScript*. O WML usa *WMLScript* para executar código simples no navegador. Há apenas a referência do *script* dentro das páginas WML, ele precisa ser pré-compilado no servidor antes de executar no navegador. (W3SCHOOLS, 2008). Este micro navegador pode ser visualizado na figura 4.2 abaixo.



Figura 4.2 – Exemplo de aplicação baseada em navegador

Fonte: <http://200.255.193.137/webForms/wfrPoswebBrowser.aspx>, acesso em: 21 jun 2008.

Há alguns pontos que devem ser levados em consideração nesta solução. Além do fato de o navegador precisar ser construído para o POS, há o tráfego de dados que será necessário. A grande maioria dos terminais utilizados é baseada em modems de baixas velocidades para linhas telefônicas, onde há um custo elevado para cada conexão. Esta solução se adapta muito bem com terminais GPRS e Ethernet, contudo, estes dispositivos de comunicação são minoria.

E também, muitas das funcionalidades exigidas para um *software* de POS precisam ser adaptadas. WML foi concebido como um padrão de Internet para celulares. Esta é uma solução adaptada para um ambiente diferente, que exige outras funcionalidades além das previstas para celulares. Implica que uma nova funcionalidade ou exigência de alguma norma de segurança fará com que o navegador precise ser atualizado.

5 SISTEMA ATUAL

Os *softwares* embarcados nestes terminais eram basicamente aplicações para abranger produtos como cartões de crédito e débito. No entanto, têm surgido novos produtos e serviços como recarga de celular, recarga de benefícios (transporte público). Os terminais deixaram de atender apenas cartões de crédito e débito e se tornaram um ponto de serviços. Com isso, surge o desafio. Como ter flexibilidade para atender a novos produtos com os terminais geograficamente distantes? Como reduzir o tempo da introdução de um novo produto ao mercado? Como atualizar ou introduzir novos softwares com o mínimo de impacto aos usuários?

Uma aplicação monolítica falha em atender essa demanda. Por uma série de fatores:

- O tempo necessário para desenvolver e entregar uma solução é demasiado alto, visto que são necessárias longas certificações para garantir a qualidade da solução. Considerando que este tipo de aplicação envolve diretamente a transferência de fundos entre um comprador e um vendedor, há sérios riscos que devem ser verificados e minimizados;
- As aplicações se tornam grandes e complexas, pois o problema está centralizado. Uma falha específica pode tornar a falha da aplicação como um todo. É melhor descentralizar o problema, dividindo-o em partes pequenas;
- Equipamentos POS são bastante heterogêneos, porém essas diferenças poderiam ser inerentes às demais aplicações, sendo abstraídas pelo SMA;
- A atualização da aplicação pode ser bastante longa, dependendo do tamanho. Principalmente se for uma aplicação monolítica, onde será necessário atualizar toda ela. Ao contrário, deveria ser possível atualizar apenas pequenas partes (agentes);

- Uma aplicação monolítica consome muito mais recursos do que um sistema distribuído, pois ao inserir mais aplicações elas estarão duplicando as funcionalidades. Este é um item que deve ser observado, pois como não há muita memória, logo haverá um limite muito baixo de aplicações que podem estar compartilhadas no mesmo terminal;

Um *software* no qual se apresenta basicamente como uma solução centralizada terá inserido muito mais dificuldade e imobilidade em relação a sistemas distribuídos. Pois, têm mais possibilidades de se estenderem ao longo do ambiente onde estão embarcados, bem como, dividem o problema em partes menores, o que os torna mais flexíveis e fáceis de entender. Apesar de algumas dificuldades no desenvolvimento dos sistemas distribuídos, os ganhos que eles podem oferecer são significativos. A figura 5.1 ilustra um modelo típico de programa para terminais POS onde as aplicações não cooperam.

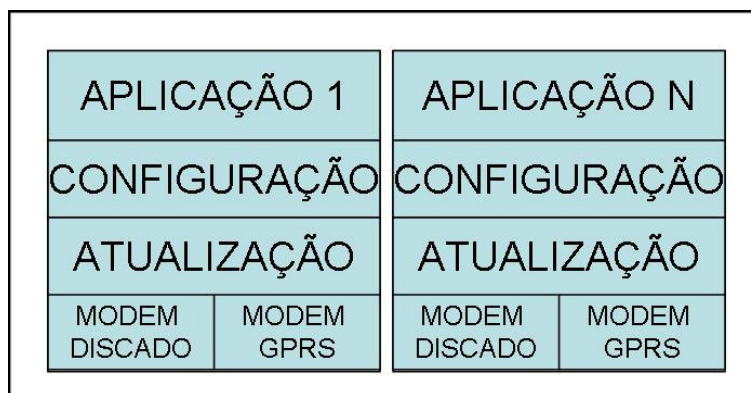


Figura 5.1 – Arquitetura típica de um programa para POS, onde estão representados os módulos que poderiam ser compartilhados.

Pode-se citar ainda, que uma solução baseada em SMA, irá contribuir para uma maior interoperabilidade entre os *softwares* projetados para POS. Cada fabricante de POS oferece seu próprio conjunto de ferramentas, bibliotecas e *frameworks* para o desenvolvimento de *softwares*, acesso ao hardware (modem, impressora, criptografia, etc), porém, isto não soluciona a incompatibilidade do projeto de uma aplicação entre vários POS de fabricantes diferentes.

5.1 COPAS

A aplicação COPAS (Card Oriented Payment System, traduzido para o português como sistema orientado a pagamento com cartão) foi desenvolvida pela Setis (2008). O projeto desta aplicação foi destinado a pequenas redes, tendo em vista o custo baixo.

É utilizada a tecnologia *POS-Plug* (desenvolvida pela Setis) para um desenvolvimento mais rápido e com compatibilidade entre alguns terminais. Esta aplicação contempla instalação (configuração de parâmetros), pagamento com cartão magnético e funções administrativas. Possui aderência aos padrões internacionais ISO8583:1987¹³ e SDLC (SETIS, 2008).

Segundo a Setis (2008), a COPAS é justificada para redes pequenas que precisam apenas das operações mais comuns. Pois, são necessários muitos conhecimentos técnicos, conhecimentos de vários padrões e experiência em telecomunicações. Sendo que uma aplicação de pagamento mal desenvolvida pode colocar em risco toda a credibilidade da rede.

5.2 Outras soluções desenvolvidas por fabricantes de terminais

Alguns fabricantes de terminais de POS oferecem soluções prontas para serem utilizadas nos terminais. Como exemplo, estão o *SoftPay* da Verifone (2008) e o *Pay@Table* da Ingenico (2008).

Estas soluções visam atender necessidades específicas, transações de cartão de crédito e débito, cartões presente, programas de milhagem, entre outros. Além disso, são constituídas de *softwares* destinados apenas ao *hardware* do fabricante. Não há a preocupação com compatibilidade com outros *softwares* que podem ser inseridos no mesmo terminal. Portanto, fica restrita a linha de terminais do fabricante, sem garantia que os recursos poderão ser estendidos, ou utilizados em outros terminais.

¹³ ISO8583 é um padrão internacional para troca de mensagens de transferência de fundos, mais detalhes podem ser encontrados em <http://www.amarshall.com/resix/ISO8583.html>.

6 PROPOSTA

Atualmente é possível observar claramente a existência de vários aparelhos no mesmo ponto de venda executando funcionalidades parecidas (cartões de crédito e débito, conexões utilizando modem discado, GPRS e Ethernet, entre outros) e desperdiçando recursos: o mesmo equipamento poderia estar com mais de uma aplicação (seria necessária a locação de menos terminais), o consumo de energia elétrica seria menor e seria necessário menos espaço para dispor os equipamentos.

Segundo instituições públicas brasileiras, um dos problemas mais sérios da indústria de meios eletrônicos de pagamento é a falta de interoperabilidade entre os participantes deste mercado (CONGRESSO NACIONAL, 2007). O Banco Central (2006), inclusive, recomenda que a indústria utilize o potencial de cooperação e compartilhe a infra-estrutura.

A primeira consequência negativa - além da fiação, inconveniência de ter de lidar com diversos aparelhos, entre outros - é o desperdício de recursos. Considerando que em 2004 havia 1,2 milhões de terminais que capturavam transações com cartões de crédito, a um custo médio de US\$ 300 (trezentos dólares) por terminal, significa um custo de US\$ 360.000.000 (trezentos e sessenta milhões de dólares) (CONGRESSO NACIONAL, 2007). Presume-se a partir do relatório publicado pela REDECARD (2008, p.5), que o número de terminais no Brasil seja muito superior, tendo sido elevado ao final de 2007, da própria companhia, mais de 90% em relação a 2004.

A segunda consequência, resultante da primeira, é um entrave a maior competitividade do setor. Primeiro devido ao alto custo inicial para instalar milhares de terminais e segundo porque o pequeno varejista irá optar apenas pelas maiores bandeiras¹⁴. Se as aplicações para os terminais fossem compartilhadas, isso possibilitaria pagar apenas um aluguel e se credenciar em quantas bandeiras desejasse (CONGRESSO NACIONAL, 2007).

¹⁴ O termo bandeira se refere a marca do cartão. Entre as mais conhecidas estão: MasterCard, Visa e American Express. Mais detalhes são fornecidos em: <http://www.cartoes-de-credito.org>

Segundo a consultoria MARKETRESEARCH.COM (2007), as funcionalidades e complexidade dos sistemas de pagamentos em POS têm aumentado devido aos avanços da tecnologia em termos de velocidade de processamento e capacidade de memória. Além de pagamentos, estes terminais POS podem ser utilizados para inúmeras outras aplicações. A capacidade de oferecer várias soluções de pagamentos, entre outros produtos, propicia a retenção de clientes ao lojista e o ajuda na diferenciação dos concorrentes.

A proposta deste trabalho visa apresentar uma solução ao compartilhamento e gerenciamento de aplicações para POS através de um SMA. De modo que seja transparente aos usuários, demande um menor esforço de desenvolvimento e que não seja necessário desenvolver funcionalidades duplicadas, por exemplo, dois *softwares* que utilizam modem programarem as mesmas funções. Esta solução deve ser desenvolvida na linguagem C, pois, esta oferece o maior conjunto de recursos e é compatível com o maior conjunto de produtos existentes.

Entre as características deste SMA, há a percepção. Terminais POS são ambientes heterogêneos, possuem características distintas. Um mesmo fabricante gera inúmeros modelos de equipamento. Portanto, é necessário que eles se adaptem e percebam as características do ambiente onde estiverem inseridos.

Os agentes podem reagir ao perceber uma interação humana, ação de outro agente, alteração do ambiente ou ainda a solicitação de outros *softwares*. Esta atuação pode ser de forma paralela. Por exemplo, em um POS com interface Ethernet um agente executa uma atualização remota de alguma parte do sistema enquanto um usuário realiza uma transação de débito ou crédito.

Os agentes devem possuir habilidades de comunicação para que possam cooperar e atender a requisições de outros sistemas. Dessa forma, o compartilhamento de aplicações pode ser de fato realizado sem que o usuário sinta algum impacto, retardo na execução do produto desejado e também lhe ofereça a percepção de um sistema integrado.

Estes agentes, os quais devem ser prototipados no decorrer deste trabalho, são aplicações embarcadas nos terminais POS e devem ser divididos em: comunicação, atualização e configuração.

6.1 Agente de comunicação

Este agente deve ter o objetivo de estabelecer a comunicação entre as diversas aplicações embarcadas no terminal e os sistemas remotos que irão tratar as transações. Esta comunicação pode ocorrer de acordo com o modelo do terminal. Entre as possibilidades de comunicação do agente estão: modem discado (X.28, SDLC), modem GPRS (interno ou externo), Ethernet.

A comunicação pode ser solicitada por mais de um *software* e pode ter mais de um destino. A intenção na construção deste agente é de abstrair a comunicação, deixando no *software* que irá solicitar a comunicação apenas o estímulo e a interação com os agentes. O conhecimento e a percepção das ações que devem ser tomadas, bem como o gerenciamento dos dispositivos devem ficar a cargo dos agentes.

O desenvolvimento do agente de comunicação deve buscar solucionar alguns pontos de interoperabilidade entre os *softwares*. Um mesmo dispositivo de comunicação não pode ser acessado ao mesmo tempo por mais de uma aplicação. Portanto, está clara a contribuição deste agente ao sistema proposto.

6.2 Agente de Atualização

O objetivo deste agente é realizar e perceber a necessidade de atualização dos demais agentes, aplicações e bibliotecas presentes no POS. Considerando a possibilidade de o terminal estar localizado em regiões distantes e também remotas, este agente é de grande importância. A atualização remota evita a necessidade de deslocamento de recursos humanos devido a alguma manutenção, remoção ou inserção de um novo *software*. A figura 6.1 demonstra a distribuição de uma rede de terminas POS. Nela é possível observar que alguns pontos são bastante concentrados, enquanto outros são bastante isolados.

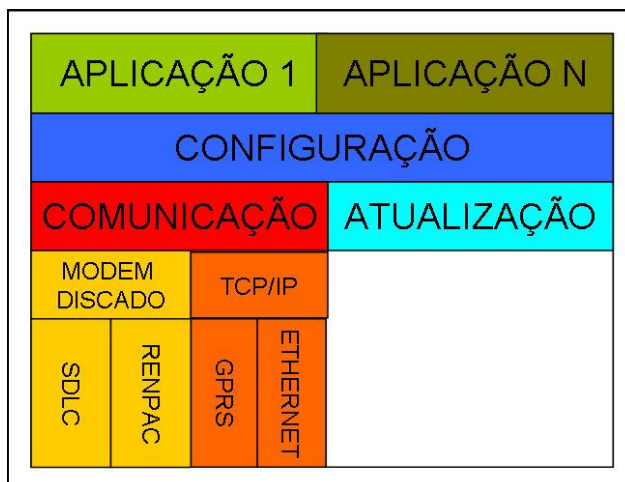


Figura 6.2 – Arquitetura multiagentes, as aplicações compartilham os agentes e estes cooperam com as aplicações, tornando o sistema interoperável.

As atividades de comunicação estariam centradas nos agentes, deixando a tarefa das aplicações apenas de realizar as funções propostas, sem necessidade de ter em cada software o desenvolvimento de acesso aos dispositivos de comunicação. Além disso, como isto reduz o tamanho dos *softwares*, podem-se inserir mais aplicações no mesmo POS.

Sendo assim, o gerenciamento e o compartilhamento de aplicações nos terminais POS estaria melhor interoperável, pois sem interação entre as diversas partes que compõem o sistema, o compartilhamento de recursos e bom funcionamento de vários softwares no POS estarão praticamente impossibilitados.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram apontados alguns fatos a respeito do mercado de meios de pagamentos eletrônicos do Brasil. A ausência de interoperabilidade e desperdício de recursos devido ao não compartilhamento da infra-estrutura da indústria. No entanto, tais fatos já vêm sendo observados pela sociedade. Pois, além da inconveniência, esta falta de integração resulta na dificuldade da entrada de novos participantes.

Os equipamentos POS são apresentados, seus principais componentes de *hardware*, com ênfase nos dispositivos de comunicação, pois será o acesso dos agentes ao ambiente externo. Pode-se visualizar o ambiente heterogêneo que é um POS.

Sistemas multiagentes são apresentados como uma proposta para solucionar o gerenciamento e o compartilhamento de aplicações. São apresentadas as características de agentes, do ambiente no qual SMA podem ser inseridos, as dificuldades que podem ser encontradas no desenvolvimento deste tipo de solução.

As ferramentas disponíveis para desenvolver *software* para POS são apresentadas a partir do conhecimento empírico do autor, fruto de sua experiência profissional. A linguagem C é a escolhida para este trabalho por não possuir limitações no acesso de dispositivos e funções do POS.

Em seguida, é feita uma análise do contexto atual dos *softwares* para POS. Os principais pontos onde uma aplicação monolítica falha em conceber uma boa solução. Os problemas que devem ser solucionados. Para tais questões é necessária uma nova abordagem, distribuída e que torne possível o rápido desenvolvimento de novos produtos, bem como correções e atualizações.

Os agentes são apresentados, demonstrando quais habilidades se deseja desenvolver neste trabalho. Os agentes devem ser reativos, interagindo com humanos e demais componentes de *software*. A execução destes agentes deve ser paralela aos demais *softwares*

para assim obter o melhor desempenho e prover ao usuário uma visão integrada do sistema. Os papéis dos agentes – comunicação, atualização e configuração – são apontados como uma análise inicial do sistema.

Portanto, este trabalho visa construir uma solução que permita a interoperabilidade e assim tornar possível o compartilhamento de aplicações no mesmo POS. Devido aos recursos limitados destes aparelhos, o SMA se mostra importante pois pode reduzir o consumo de memória e para aumentar a compatibilidade entre os diversos modelos que um mesmo fabricante pode desenvolver.

Para concluir, SMA se apresenta como uma boa solução, atendendo a proposta deste trabalho. Os benefícios que podem ser obtidos são imediatos, desde ao trabalho de projeto de aplicações que pode ser mais rápido, bem como uma facilidade maior em manter e adicionar funcionalidades aos POS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, Luis Otávio; SICHMAN, Jaime Simão. **Introdução aos Sistemas Multiagentes**. Jornadas de Atualização em Informática – XVI JAI, XVII Congresso da SBC, Brasília, 1997.

ARM. Disponível em: <http://www.arm.com/products/DevTools/RealViewSoftwareDevelopment.html>. Acesso em: 13 jun. 2008.

CANADÁ. Bank of Canadá (2002). **The Story of the Canadian Payments Association, 1980-2002**. Disponível em: http://www.bankofcanada.ca/en/dingle_book Acesso em: 14 mai. 2008.

BRASIL. Banco Central (2006). **Diretiva 1/2006: Divulga opinião do Banco Central a respeito da indústria de cartões de pagamento**. Brasília, DF: 2006. Disponível em: <http://www.bacen.gov.br/htmls/spb/Diretiva-1-2006.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2008.

_____. Congresso Nacional (2007). **Projeto de Lei do Senado, de 2007**. Brasília, DF: Senado. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/sf/atividade/materia/getHTML.asp?t=11910>. Acesso em: 12 mar. 2008.

CISCO. **Synchronous Data Link Control and Derivatives**. Disponível em: <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/SDLC-etc.html>. Acesso em: 08 jun, 2008.

DEMAZEAU, Y.; MÜLLER, J.-P. (ORG.). **Decentralized A.I.: Proceedings of the First European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World**. Cambridge, Inglaterra, 1989.

FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2006. 840p.

FOWLER, Martin. **UML essencial: um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005. 160p.

GENESERETH, Michael R.; NILSSON, Nils J. **Logical Foundations of Artificial Intelligence**. Morgan Kaufmann Publishers, Inc, 1988.

GIN, Andrew. **Building a Secure Short Duration Transaction Network**. University of Canterbury: 2007. 166p.

GNU ARM. Disponível em: <<http://www.gnuarm.org>>. Acesso em: 15 jun. 2008.

GSMA: GSM Association. Disponível em: < <http://www.gsmworld.com> >. Acesso em: 04 jun. 2008.

HYPERCOM, **Optimum T4200 Family Terminal Installation**. Disponível em: <http://www.hypercom.com/documents/manuals/T4200_Terminal_Install_RevA.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2008.

INGENICO. **Pay@Table™ Software Solutions**. Disponível em: <http://www.payatable.com/a-complete-solution/software_solutions/software_solutions.asp>. Acesso em: 20 jul 2008.

ITU: International Telecommunication Union. **DTE/DCE interface for a start-stop mode data terminal equipment accessing the Packet Assembly/Disassembly facility (PAD) in a public data network situated in the same country**. ITU-T: [s.l.], 1998. Disponível em: < http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-X.28-199712-I!!PDF-E&type=items >. Acesso em: 16 jun. 2008. 63p.

JUCHEM, Murilo; BASTOS, Ricardo Melo. **Engenharia de Sistemas Multiagentes: Uma Investigação Sobre o Estado da Arte**. Porto Alegre: PUCRS, 2001. Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/relatorios/tr014.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2008.

LUA. Disponível em: <<http://www.lua.org>> Acesso em: 21 jun. 2008.

MARKETRESEARCH.COM. **World Advanced Point of Sale Applications**. Disponível em: <<http://www.marketresearch.com/map/prod/1476289.html>>. Acesso em: 20 mar. 2008.

POTTS, Bill. **Guia Simples de Modems**. Rio de Janeiro: Berkeley Brasil Editora, 1993. 264p.

RITZEL, Marcelo I.; PRETZ, Eduardo. **Agentes de software para jogos educacionais**. IX International Symposium on Computers in Education. Portugal, 2007.

SAGEM. **Products & Solutions**. Disponível em: <<http://www.sagem-monetel.com/eng/site.php?spage=02000000>>. Acesso em: 23 mai. 2008.

SANDERS, Geoff, et al. **GPRS Networks**. Inglaterra: Wiley, 2003. 304p.

SETIS. COPAS. Disponível em: <<http://www.setis.com.br/setis2/produtos/copas/>>. Acesso em: 10 mai 2008.

THE NILSON REPORT. **Charts e Graphs**. Disponível em: <<http://www.nilsonreport.com/charts.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2008.

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **RENPAc**. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/Eduardo/renpac.html>>. Acesso em: 15 jun. 2008.

WEISS, Gerhard (ORG.). **Multiagent Systems, Artificial Societies and Simulated Organizations**. [S.l.]: Springer, 2005. 201p.

WEISS, Gerhard (ORG.). **Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence**. The MIT Press. Cambridge/ Londres: The MIT Press, 1999. 619p.

W3SCHOOLS. **WAP Introduction**. Disponível em: http://www.w3schools.com/WAP/wap_intro.asp>. Acesso em: 21 jun 2008.

VERIFONE. **Enhanced Communication: The Need Of Speed at the Point-of-Sale**. 2004. Disponível em: <<http://www.verifonedevnet.com/VeriFone/Attachment/20040927/EC%20white%20paper%20final.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2008.

_____. **Verix V Developer ToolKit**. Disponível em: <http://www.verifone.com/PDF/Verix_V_DTK.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2008.

_____. **SOFTPAY**. Disponível em: <<http://www.verifone.com/terminal-based-software/softpay.aspx>>. Acesso em: 18 jul 2008.

VLASSIS, Nikos. **A Concise Introduction to Multiagent Systems and Distributed Artificial Intelligence**. Grécia: Morgan e Claypool, 2007. 71p.

