

## **Integração de Sistemas de Informações Geográficas e Sistema Especialista visando auxiliar a tomada de decisão locacional do setor bancário**

Ana Maria dos Santos Carnasciali<sup>1</sup>

Luciene Stamato Delazari<sup>2</sup>

Universidade Federal do Paraná – UFPR  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - CPGCG

Dept<sup>o</sup>. de Geomática - Curitiba - PR, Brasil

<sup>1</sup>engegraph@engegraph.com.br

<sup>2</sup>luciene@ufpr.br

**Abstract.** This paper presents a system integration using GIS and Expert Systems. This integration intends to help in a location decision to bank industry. It was used data related to HSBC Bank Brasil S/A in the Curitiba, Paraná state. The system was developed in several steps. To implement GIS it was used ArcGIS and to developed the Expert System it was used a shell, named Expert SINTA. The user interface was developed using programming language Visual Basic. The results of system integration aids the users in tasks related to decide about the location of a new bank agency.

**Palavras-chave:** geomarketing, geographic information system, expert system, banking industry, system integration, geomarketing, sistemas de informações geográficas, sistema especialista, setor bancário, integração de sistemas.

## 1. Introdução

A busca pelo sucesso entre grandes corporações e até mesmo entre pequenas empresas é incontestável. De acordo com Kotler (1993, 1995) os varejistas em geral mencionam três fatores críticos para o sucesso: localização, localização, localização! A escolha da localização constitui um fator competitivo chave com relação à capacidade de atrair clientes. Logo, decidir sobre a melhor localização de um ponto comercial em qualquer setor é uma das tarefas mais importantes a ser realizada. No entanto, realizar uma decisão locacional é uma atividade complexa, pois envolve inúmeras variáveis, não só espaciais, como também subjetivas, simbólicas e muitas vezes opinativas. Conseqüentemente, decidir sobre uma localização requer decisões estratégicas que necessitam de estudos criteriosos, e não apenas parâmetros baseados no bom senso e experiência dos especialistas. Com o desenvolvimento tecnológico, diversos recursos estão disponíveis, como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e os sistemas especialistas (SE).

Este trabalho apresenta a integração de um SIG e um SE para auxiliar a tomada de decisão locacional voltada ao setor bancário, neste caso o HSBC Bank Brasil S/A – Banco Múltiplo, departamento de Administração de Imóveis (DAI), abrangendo o município de Curitiba (PR). Para a implementação do SIG foi realizado o georreferenciamento das agências, postos de atendimento bancário e eletrônico tanto do HSBC como da concorrência. Foram determinadas as variáveis espaciais e sua ordem de importância para as análises das regiões. Para a implementação do SE, na qual a base de conhecimento é descrita por fatos e regras, foram elaboradas 178 regras, totalizando 22 perguntas realizadas pelo sistema aos especialistas e também menus de ajuda. Foram determinadas as variáveis simbólicas e sua ordem de importância para as análises dos pontos. Foi realizada a prospecção dos imóveis na região de interesse, comparando-se os resultados apresentados pelo sistema proposto, denominado Sistema de Prospecção de Imóveis para o Setor Bancário (SPI) e pelos especialistas. Foram usados os *softwares* Visual Basic, ArcGIS, Expert SINTA e HelpScribble para desenvolvimento da interface de integração, do SIG, do SE e dos menus de ajuda, respectivamente. A integração entre os sistemas contribuiu no aprimoramento da tarefa de decidir sobre a localização mais adequada para a implantação de uma nova agência bancária.

## 2. Contexto

O HSBC possui uma rede de mais de 1.700 agências e postos de atendimento bancário e eletrônico em cerca de 550 municípios brasileiros. Em Curitiba (PR) totalizam, segundo dados referentes ao mês de março de 2006, 29 agências, 49 PAB's e 41 PAE's. Ao departamento de Administração de Imóveis (DAI) cabe a administração e viabilização de implantações e re-locações de agências e PAB's. Através de serviços terceirizados junto às imobiliárias, são levantados os possíveis imóveis. Posteriormente é analisada a melhor opção com base em valores de aluguel, estrutura física, entre outros, finalizando o processo com a concordância da Diretoria Executiva.

O DAI não faz uso de SIG e/ou SE. As decisões de localização de uma nova agência bancária são apoiadas em critérios muitas vezes opinativos, envolvendo uma série de medidas tomadas sem metodologia, tanto interna ao departamento como pelas imobiliárias. Desenvolver um SIG integrado a um SE é uma necessidade, uma vez que ajudará os envolvidos no processo a resolverem os problemas de forma mais rápida, visto que um maior número de informações passarão a estar reunidas e sintetizadas.

A escolha da melhor localização para abertura de uma nova agência está intimamente ligada ao geomarketing. Atualmente, é imprescindível que as empresas percebam as

mudanças nos hábitos, necessidades e desejos dos consumidores, uma vez que os mesmos são cada vez mais exigentes. É imprescindível, também, que as empresas compreendam as ações atuais e futuras da concorrência, procurando monitorá-las e, se possível, antecipá-las, pelo fato de que a competitividade entre as mesmas é cada vez mais acirrada. É neste cenário, portanto, que se insere o geomarketing, também denominado marketing geográfico. Segundo Davies (1976) “o marketing geográfico estuda as relações existentes entre as estratégias e políticas de marketing e o território ou espaço onde a instituição, seus clientes, fornecedores e pontos de distribuição se localizam”.

Waterman (1986, p.11) define sistema especialista (SE) como programas de computadores que manipulam conhecimento para resolver eficientemente problemas em uma área específica. Um SE é composto essencialmente por uma base de conhecimento, que consiste de uma extensa coleção de informações e conhecimentos sobre um domínio específico; e uma máquina de inferência, que manipula o conteúdo daquela base para produzir conclusões ou julgamentos (GENARO, 1986, p. 4). A base de conhecimento contém fatos e regras ou outra representação do conhecimento, sendo que estas informações são usadas para a tomada de decisões. A máquina de inferência decide como aplicar as regras e em que ordem, a fim de deduzir novos conhecimentos.

De acordo com Eldrandaly et al. (2003, p. 74) diversos SE buscam resolver problemas de seleção de um local, que dependem de julgamento e conhecimento humano, ou seja, requerem decisão humana para as suas soluções. Portanto, o desenvolvimento de SE para a seleção de um local auxilia o especialista nesta tomada de decisão, pois como afirmam Harmon e King (1988, p. 605) se o desenvolvimento da tarefa depender de conhecimentos subjetivos, mutáveis, simbólicos ou parcialmente opinativos, o problema poderá ser resolvido com o auxílio de um SE. Em contrapartida, eles são incapazes de gerar soluções que utilizem dados espaciais, uma vez que usam representação simbólica do conhecimento humano para solucionar o problema disponível, não servindo, portanto, para processar dados espaciais.

Genaro (1986) afirma que os SE não são bons para representar o conhecimento espacial, contudo, para suprir esta necessidade pode-se fazer uso de um SIG, pois este possui um conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e representar visualmente dados espaciais (BURROUGH, 1998), ou ainda, um sistema de apoio à decisão que envolve a integração de dados espacialmente referenciados, em um ambiente para resolução de problemas (COWEN, 1988).

Com base nessas definições, pode-se considerar que no SIG encontra-se um recurso tecnológico útil para as análises espaciais e de apoio ao processo de tomada de decisão, podendo-se destacar entre as diversas possibilidades de aplicações as que estão relacionadas ao planejamento de uma rede de agências bancárias, contribuindo de modo considerável para o aprimoramento dos estudos de geomarketing. Dados referentes às localizações das agências bancárias, tanto da própria rede como da concorrência e dados socioeconômicos, quando disponíveis nas instituições bancárias apenas em forma de relatórios e/ou mapas em papel, dificultam as análises, uma vez que estas requerem a combinação dos diversos dados. Logo, o SIG facilita as análises espaciais devido a sua capacidade de combinar diferentes dados.

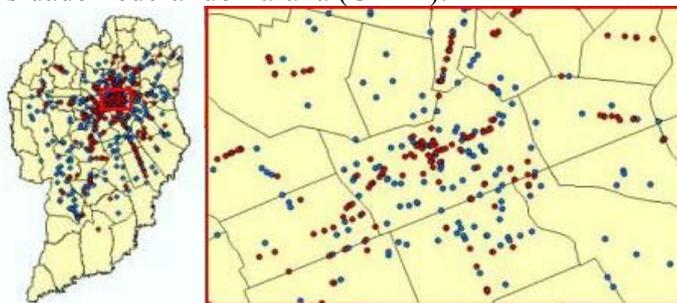
### **3. Desenvolvimento do Sistema de Informações Geográficas**

Para a implementação do SIG a primeira etapa foi a adequação da base cartográfica digital do município de Curitiba (PR), que foi adquirida junto ao Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) edição 2005. Os dados que compõem o banco de dados das agências bancárias, PAB's e PAE's foram definidos a partir das análises a serem efetuadas no SIG. Os endereços foram obtidos junto ao Banco Central do Brasil (BC) referentes a janeiro de 2006. O departamento CSU – Processos Judiciais do HSBC forneceu os endereços das

suas agências, PAB's e PAE's referentes a março de 2006, que foram comparados com a tabela fornecida pelo BC e atualizados. Os dados socioeconômicos foram adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes ao ano 2000.

A principal análise a ser efetuada se refere a tomar uma decisão locacional, isto é, escolher o melhor local para a implantação de uma nova agência bancária. Deve-se definir a melhor região e posteriormente o melhor ponto, que terá como suporte a estas tarefas o auxílio do Sistema de Informações Geográficas e o Sistema Especialista, respectivamente.

Foi efetuado o georreferenciamento das agências, PAB's e PAE's tanto do HSBC como da concorrência, totalizando aproximadamente 900 pontos, conforme **Figura 1**, para posterior visualização de forma combinada com os dados socioeconômicos, pólos geradores de tráfego, entre outros. Pelo fato do trecho do logradouro, sobre o qual foi feito o georreferenciamento poder coincidir com uma divisa de bairro, os pontos foram deslocados à direita ou à esquerda de acordo com a numeração par ou ímpar do imóvel, respectivamente. No desenvolvimento do SIG foi utilizado o *software* ArcGIS 9.0 da empresa ESRI, licenciado ao Departamento de Geomática da Universidade Federal do Paraná (UFPR).



**Figura 1** – Agências, PAB's e PAE's do HSBC e Bancos concorrentes.

Através de reuniões com os especialistas do DAI, foram determinadas as variáveis espaciais para as análises das regiões, tais como: população, renda, densidade demográfica. Como existem diferentes variáveis espaciais que contribuem para a escolha da localização mais adequada de uma nova agência bancária, os especialistas estabeleceram uma hierarquia, isto é, uma ordem de importância entre as mesmas de modo a identificar a contribuição relativa de cada uma.

O limite das regiões foi definido pelo setor censitário. As variáveis espaciais receberam pesos dos especialistas e posteriormente foram combinadas, chegando-se a uma nota para a região. Foi estabelecido um intervalo de cinco classes para as regiões, que possibilita identificar aquelas que receberam as melhores pontuações. A seleção da região foi realizada com os especialistas sobre a base cartográfica de Curitiba (PR), sendo observados os setores censitários, as agências HSBC e Bancos concorrentes, arruamentos, etc (**Figura 2**).



**Figura 2** – Setores censitários, agências HSBC e Bancos concorrentes, arruamentos.

Inicialmente optou-se pela região do bairro Capão da Imbuia, que atenderia a demanda do município de Pinhais, contando como atrativo, a Universidade Unibrasil. O DAI acionou a imobiliária que usualmente presta serviços ao Banco para que efetuasse o levantamento de

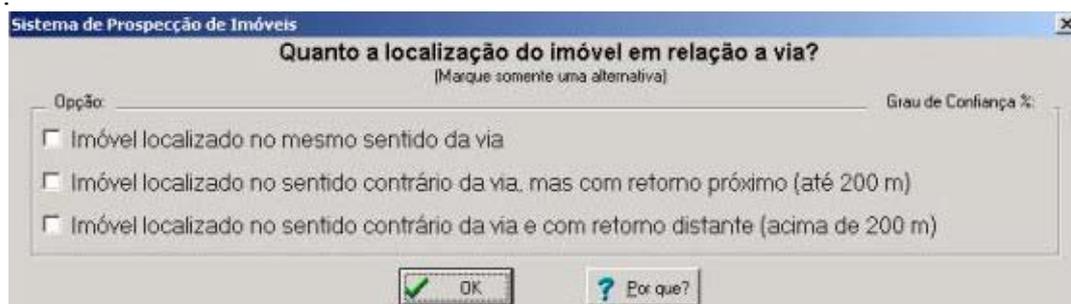
ofertas de imóveis na região. Devido a demora da mesma e principalmente pelo fato de não ter encontrado imóveis dentro da configuração desejada, partiu-se para a seleção de uma nova região. A região do bairro Sítio Cercado foi sugerida pelo autor por se tratar de um bairro que segundo dados do IBGE apresentou crescimento significativo. Tem uma população de 102.410 habitantes, densidade demográfica de 92,07 hab/km<sup>2</sup> e conta com escolas, hospitais entre outros tipos de serviços e apenas uma agência bancária, do Banco Itaú S/A.

#### 4. Desenvolvimento do Sistema Especialista

Paralelamente ao desenvolvimento do SIG, foi realizada a etapa de aquisição do conhecimento que consistiu em estudos de livros sobre marketing, economia regional e geomarketing, bem como de artigos relacionados à tomada de decisões envolvendo a melhor localização de um ponto. O objetivo desses estudos foi buscar uma familiarização com os termos principais inerentes à especialidade. Posteriormente, foram realizadas reuniões com os especialistas do DAI a fim de reunir informações sobre como é decidida a melhor localização para a abertura de uma nova agência bancária e sobre quais os procedimentos por eles adotados, buscando entender suas linhas de raciocínio.

A partir destas reuniões com os especialistas do DAI foram determinadas as variáveis simbólicas relevantes para as análises dos pontos, tais como: área do imóvel, nº de pavimentos, valor do aluguel. Como existem diferentes variáveis simbólicas que contribuem para a escolha da localização mais adequada de uma nova agência bancária, os especialistas estabeleceram uma hierarquia, isto é, uma ordem de importância entre as mesmas de modo a identificar a contribuição relativa de cada uma.

Para o desenvolvimento do SE optou-se pelo *Shell* Expert SINTA 1.1 do grupo SINTA (Sistemas Inteligentes Aplicados) da Universidade Federal do Ceará. Das diversas representações que existem para a criação de bases de conhecimento, as regras de produção são as utilizadas pelo Expert SINTA. Para o desenvolvimento do SE foram elaboradas 178 regras, totalizando 22 perguntas realizadas pelo sistema aos especialistas (**Figura 3**) e também menus de ajuda. No desenvolvimento dos menus de ajuda utilizou-se o *software* HelpScribble 7.6.1.



**Figura 3** – Tela de pergunta ao especialista

#### 5. Integração dos Sistemas

Para a integração entre os sistemas optou-se pela utilização da linguagem de programação Visual Basic 6.0. O sistema proposto neste trabalho, que consistiu da integração de um SIG e um SE, foi denominado Sistema de Prospecção de Imóveis para o Setor Bancário (SPI) (**Figura 4**). O usuário, no caso o especialista do HSBC, é questionado no SPI se existe uma região previamente definida. Em caso negativo é instruído para selecioná-la no SIG. Com a região definida parte-se para a definição do ponto, sendo que esta etapa exige que seja realizada a prospecção dos imóveis na região de interesse. Em concordância com os especialistas do HSBC e devido às dificuldades encontradas pela imobiliária, o autor efetuou

a prospecção de quatro imóveis no bairro Sítio Cercado de modo a atender a configuração necessária para implantação de agência Standard. Foi solicitado junto às imobiliárias visita aos mesmos para levantar informações indispensáveis à avaliação de viabilidade de uso.

A pedido do DAI as imobiliárias efetuam o preenchimento de uma ficha denominada Oferta de Imóveis (OI) e com base nas informações assinaladas, é feita uma pré-análise do imóvel e havendo interesse os especialistas das áreas de Legalização, Manutenção, Fire & Safety, Negociação, são acionados para emitirem seus pareceres. Com o objetivo de proceder as análises dos imóveis comparando-se o processo atualmente usado pelo departamento com o sistema proposto, o autor efetuou o preenchimento das fichas OI para os imóveis prospectados. Solicitou-se que os especialistas das áreas de Contratos, Legislação e Patrimônio, através da análise dos elementos constantes nas fichas OI, avaliassem e emitissem pareceres sobre os imóveis prospectados, descrevendo os fatores que influenciaram e/ou auxiliaram no julgamento da viabilidade de cada um e que ao término da avaliação fosse estabelecida uma hierarquia entre as quatro opções. Para tanto foi elaborada uma ficha denominada Avaliação Efetuada pelos Especialistas dos Imóveis Prospectados (AEIP). Posteriormente, procedeu-se a avaliação através da utilização do Sistema de Prospecção de Imóveis para o Setor Bancário (SPI) desenvolvido neste trabalho. Ao término da consulta de cada imóvel o SPI apresenta uma nota, que permite identificar aquele que obteve a maior pontuação, auxiliando o especialista na seleção do melhor ponto.



**Figura 4** – Sistema de Prospecção de Imóveis para o Setor Bancário

## 6. Resultados

A partir das fichas AEIP foram levantadas as variáveis simbólicas consideradas pelos especialistas. Posteriormente, foram tabuladas tanto as variáveis analisadas pelos mesmos quanto pelo sistema, sendo possível efetuar algumas considerações. Nenhum especialista considerou todas as variáveis que compõem o sistema proposto, sendo importante destacar que as mesmas foram indicadas durante o desenvolvimento pelos especialistas como indispensáveis para as análises. Como ilustração da importância de todas as variáveis nas análises, pode-se citar que a variável acesso rua/imóvel, pode indicar a necessidade de obras de adequação, o que certamente implicará em aumento de custos se comparado com outro imóvel que esteja dentro das conformidades esperadas.

Apenas três variáveis, área, acesso para portador de deficiência e valor de mercado foram consideradas por todos os especialistas, mesmo que algumas tenham sido apontadas para apenas um imóvel. Este fato pode configurar que os especialistas não consideram todas as variáveis simbólicas nas análises ou por não as terem como foco nas funções que desempenham ou até mesmo por esquecimento. Todas as variáveis foram ponderadas qualitativamente pelos três especialistas, fato evidenciado pelo uso de expressões subjetivas e adjetivos como: desejável, acima do desejável, muito acima do desejável, abaixo do desejável,

excelente, bom, entre outros. Foi efetuada uma tabulação da hierarquia dos imóveis com base nos resultados apresentados pelo sistema proposto e pelos especialistas, conforme **Quadro 1**.

**Quadro 1 – Hierarquia dos Imóveis Prospectados**

Hierarquia dos Imóveis Prospectados				
Imóvel	Sistema de Prospecção de Imóveis	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3
1	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
2	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>
3	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>
4	Desconsiderar o imóvel	Descartado	2 <sup>a</sup>	Inviabilizado

Analisando-se a ficha AEIP o **Quadro 1** é possível fazer as seguintes considerações:

- O especialista 1 considerou numa primeira avaliação os imóveis 1 e 3 “empatados”. Como critério de desempate considerou o menor investimento para adaptações, no caso o imóvel 3 (Térreo). Mesmo o especialista, inicialmente, tendo chegado a um empate, suas opções coincidiram com as apontadas pelo sistema. Tratando-se do especialista diretamente responsável pelas prospecções dos imóveis do HSBC, com 10 anos de experiência na função, serve como parâmetro positivo para avaliar o desempenho do sistema proposto;
- As opções do especialista 2 não coincidem com as apontadas pelo sistema e nem pelas apontadas pelos outros dois especialistas. Curiosamente foi o que mais variáveis considerou nas análises. Apontou que a metragem do imóvel 4 estava abaixo do necessário, mas não descreve que o mesmo deve ser desconsiderado. Tratando-se de um especialista que atua na área de Legislação, com 5 anos de experiência na função, percebe-se uma inclinação para essa área durante as análises, quando refere-se aos imóveis 1 e 3 “necessidade de iluminação artificial e ventilação mecânica em todos os cômodos (não adequado à Legislação), não há janelas”. Após a entrega das fichas os especialistas discutiram se esse fator poderia ser restritivo e chegou-se a conclusão que para Curitiba é possível implantar tanto a ventilação mecânica, quanto a iluminação artificial, portanto os imóveis apontados como 2<sup>a</sup> opção poderiam ter sido hierarquizados;
- O especialista 3 considerou o imóvel 3 como 1<sup>a</sup> opção coincidindo com o sistema. Com relação a 2<sup>a</sup> e a 3<sup>a</sup> opção o especialista argumenta para o imóvel 1 “imóvel com ponto desejável, porém com dois pavimentos” e para o imóvel 2 “imóvel com área acima do desejável... verificar a possibilidade de locação de metade do imóvel”. Percebe-se portanto que a 2<sup>a</sup> opção foi tomada com base em suposições, partindo-se da possibilidade de desmembramento do imóvel, considerando o 1<sup>o</sup> imóvel como 3<sup>a</sup> opção devido aos 2 pavimentos. Ao compararmos suas opções com as apresentadas pelo sistema elas são divergentes. Entretanto, é importante destacar que o sistema não trabalha com o condicionante “se”, seus resultados são baseados em dados concretos e não em conjecturas.

## 7. Conclusões

A Integração entre o SIG e o SE proposta neste trabalho teve como objetivo auxiliar a tomada de decisão locacional do setor bancário. Através do SIG foi possível reunir os dados necessários para as análises espaciais em uma mesma base digital, armazenar a ordem de importância das variáveis espaciais e visualizar de forma combinada os diferentes dados. O

SIG contribuiu ampliando as possibilidades de análises espaciais necessárias para a seleção da região. O SE contribuiu na definição da ordem de importância das variáveis simbólicas, que foram definidas e aceitas por todos os especialistas e no armazenamento da seqüência de raciocínio, evitando que nenhuma variável fosse desconsiderada ou até mesmo esquecida de ser avaliada para a seleção do ponto. Algumas variáveis simbólicas foram, por um mesmo especialista, ora consideradas na avaliação de um imóvel, ora não consideradas, sinalizando indícios da inexistência de uma seqüência de raciocínio. A tarefa de selecionar o melhor imóvel foi realizada pelos especialistas de maneira subjetiva. O Sistema de Prospecção de Imóvel para o Setor Bancário apresenta ao término da consulta de cada imóvel uma nota, que permite identificar aquele que obteve a maior pontuação.

Com este trabalho foi oferecida aos especialistas do HSBC uma comparação entre os métodos usualmente utilizados com o sistema integrado de SIG e SE para auxiliar uma tomada de decisão locacional. De acordo com os especialistas a utilização do sistema proposto virá beneficiar de forma substancial o profissional envolvido com o trabalho, pois dará o necessário embasamento técnico para orientar a tomada de decisão locacional, uma vez que devido ao grande número de informações que são necessárias para atender os requisitos de alimentação do sistema, haverá certamente a redução do risco de contratação de imóveis não adequados aos objetivos traçados pela empresa.

## **8. Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa. Ao HSBC Bank Brasil S/A – Departamento de Administração de Imóveis pela colaboração no desenvolvimento do trabalho.

## **Referências**

BURROUGH, P.A. **Principles of Geographical Information System for Land Resource Assissemment**. Claderon Press, Oxford , 1998. 194p..

COWEN, D.J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 54, p. 1551-1554, 1988.

DAVIES, R. L. **Marketing Geography: With Special Reference to Retailing, Retail and Planning Associates**. Corbridge, 1976.

ELDRANDALY, K. et al. A COM-based Spatial Decision Support System for Industrial Site Selection. **Journal of Geographic Information and Decision Analysis**. v. 7, n. 2, p. 72-92, 2003. Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 09 fev. 2006.

GENARO, Sergio. **Sistema especialista: o conhecimento artificial**. 1 ed.. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1986. 192 p..

HARMON, P.; KING, D. **Sistemas Especialistas**. Tradução Antonio Fernandes Carpinteiro. 1 ed.. Rio de Janeiro: Campus, 1988. 304 p..

KOTLER, P; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing**; Tradução Vera Whately; revisão técnica Roberto Meireles Pinheiro. 7. ed.. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 1995. 527 p..

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise planejamento, implementação e controle**; Tradução Ailton Bomfim Brandão; revisão técnica José Antônio Gullo. 3. ed.. São Paulo: Atlas, 1993. 848 p..

WATERMAN, D. A. **A Guide to Expert Systems**. 1 ed.. Canadá: Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 1986. 419 p..