

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MARCELO BOTELHO DA COSTA MORAES

**Sistemas de informação contábeis: modelagem e aplicação de
agentes inteligentes**

São Carlos
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MARCELO BOTELHO DA COSTA MORAES

Sistemas de informação contábeis: modelagem e aplicação de agentes inteligentes

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Seido Nagano

São Carlos
2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

M827s Moraes, Marcelo Botelho da Costa
Sistemas de informação contábeis : modelagem e
aplicação de agentes inteligentes / Marcelo Botelho da
Costa Moraes ; orientador Marcelo Seido Nagano. -- São
Carlos, 2007.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área
de Concentração em Engenharia de Produção) -- Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,
2007.

1. Agentes inteligentes. 2. Sistemas de informação.
3. Modelo REA. I. Título.

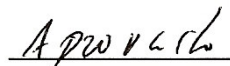
FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **MARCELO BOTELHO DA COSTA MORAES**

Dissertação defendida e julgada em 15/05/2007 perante a Comissão Julgadora:



Prof. Dr. **MARCELO SEIDO NAGANO** (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)



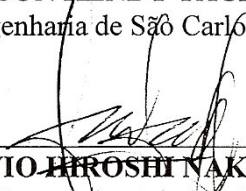
Aprovado



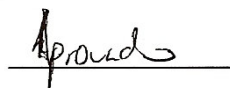
Prof. Dr. **WILSON KENDY TACHIBANA**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)




Aprovado



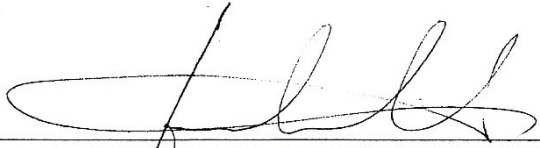
Prof. Dr. **SILVIO HIROSHI NAKAO**
(Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP)



Aprovado



Prof. Associado **FÁBIO MÜLLER GUERRINI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção



Prof. Associado **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

DEDICATÓRIA

A Vivian, por todo amor, carinho e apoio, sempre adorável e compreensiva ao longo da elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A minha família, meus pais Renato e Eliza, e meus irmãos Patrícia e Rodrigo, pelo apoio, incentivo e amor que sempre dedicaram a mim.

Ao Prof. Dr. Marcelo Seido Nagano, pela orientação nos momentos de dúvida e principalmente pela amizade e lições sobre a vida que sempre me ensinou.

Aos Funcionários do Departamento de Engenharia de Produção, especialmente na figura do secretário da Pós Graduação José Luiz Chiareto, por serem sempre solícitos no atendimento.

Ao Professor João Vitor Moccellini pelo apoio e amizade, além dos ensinamentos.

À Escola de Engenharia de São Carlos e ao Departamento de Engenharia de Produção pela excelente acolhida.

Aos Professores Carlos Godoy e Cazarini pelas excelentes indicações e questionamentos sobre este trabalho.

Aos Professores Silvio Nakao e Tachibana pela participação na etapa final de defesa.

Aos amigos de pesquisa e docência Felipe Tumenas, Luciano Pimentel, Willy de Goes, José Luiz Rampazzo, Maurílio Benite, Leandro Torres, Randal Farago, João Paulo e tantos outros que sempre foram amigos e confidentes.

Ao NMC (André, Daniel, Leonardo, Luis Fernando, Marcos, Raoni, Ricardo e Victor), que além de amigos são irmãos para toda a vida.

A todos que de alguma maneira fizeram parte da minha vida durante o desenvolvimento deste trabalho, o meu muito obrigado.

"Existem coisas que são tão claras que não as percebemos. Certa vez um homem ignorante saiu com uma tocha na mão procurando fogo. Se ele soubesse o que era o fogo teria cozinhado seu arroz bem mais cedo."

Confúcio

RESUMO

MORAES, M. B. C. **Sistemas de informação contábeis: modelagem e aplicação de agentes inteligentes**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

A contabilidade é ciência destinada ao tratamento da informação de eventos econômicos que ocorrem dentro das organizações. Diversas técnicas de registro e tratamento de dados foram desenvolvidas ao longo do tempo para gerar informações relevantes nas tomadas de decisões. Nesse sentido, a contabilidade tem sua origem no método das partidas dobradas (lançamentos de débito e crédito), conhecido por modelo DCA (*Debit-Credit Accounting*), que considera as variações monetárias do patrimônio. Com o advento da tecnologia da informação surgem, efetivamente, os sistemas de informação contábeis, que buscam dar maior autonomia aos processos desenvolvimento dos bancos de dados. Na década de 80 surge o modelo REA (*economic Resources, economic Events e economic Agents*), que se baseia no registro da informação contábil com base na associação entre os recursos-econômicos, eventos-econômicos e agentes-econômicos, possibilitando ganhos na capacidade de geração de informação ao usuário. O objetivo deste trabalho é demonstrar estes sistemas de informação contábeis e sua evolução, bem como, propor uma modelagem de dados orientada a objetos com a utilização agentes inteligentes, baseado em inteligência artificial, para o desenvolvimento e análise da informação. Além disso, o modelo proposto é analisado segundo as qualidades necessárias à informação contábil para os usuários da informação contábil.

Palavras-chave: Agentes inteligentes. Sistemas de informação. Modelo REA.

ABSTRACT

MORAES, M. B. C. **Accounting information systems: modeling and intelligent agents application**. 2007. 104 f. Dissertation (Mastering) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

Accounting is a science focused on economic event information treatment inside entities. Several register techniques and data treatment were developed over the years to generate relevant information for decision making. In this sense, accounting has its origin on the double entry method (debits and credits) known as the DCA model (Debit-Credit Accounting), which considers monetary variations. With development of information technologies, accounting information systems are born, giving bigger processes more autonomy and evolving data banks as well as the Entity-Relation model. In the 1980's, the REA model (economic Resources, economic Events and economic Agents) is created, which focuses on accounting information records based on the association of economic resources, economic events and economic agents, improving the capacity of generating information for the user. The objective of this work is to demonstrate these accounting information systems, their evolution and propose an object-oriented modeling with intelligent agents use, based on artificial intelligence, for information development and analysis. The proposed model is also analyzed according to accounting information quality necessary to accounting information users.

Keywords: Intelligent agents. Information systems. REA model

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Sistemas de informação contábeis (BIRKETT, 1968).....	22
Figura 2. Ciclos da informação no SIC.....	23
Figura 3. Exemplo dos primeiros sistemas – Matriz do Livro Razão (Adaptado – MATHEWS, 1967)	27
Figura 4. Exemplos de generalização (MCCARTHY, 1982)	32
Figura 5. O padrão REA (MCCARTHY, 2003).....	33
Figura 6. Especificação do esquema para banco de dados (MCCARTHY, 1982).....	34
Figura 7. Relação entre a quantidade de informação nos modelos	36
Figura 8. Diagrama funcional do agente inteligente generalizado (Adaptado – WACHSMUTH, 2000)	40
Figura 9. Escopo do Agente Inteligente (Adaptado – VASARHELYI; BONSON; HOITASH, 2005)	41
Figura 10. Sistemas multi agentes (WACHSMUTH, 2000).....	45
Figura 11. Modelo de rede neural.....	48
Figura 12. Modelo de um neurônio artificial	48
Figura 13. Processo de solução de problema usando um sistema RBC (KESH, 1995)	49
Figura 14. Estrutura de uma árvore de decisão (Adaptado – COLES; ROWLEY, 1995).....	50
Figura 15. Esquema de funcionamento de sistemas especialistas (Baseado em TURBAN, 1992)	52
Figura 16. Diagrama de caso de uso – modelo geral para REA.....	59
Figura 17. Diagrama de caso de uso – modelo geral para REA com aplicação de agentes inteligentes.....	60
Figura 18. Hierarquia de classes.....	63
Figura 19. Modelo REA orientado a objetos.....	64
Figura 20. Proposta do Modelo Geral - REA orientado a objetos com agentes inteligentes... ..	68
Figura 21. Hierarquia das qualidades em contabilidade (Adaptado HENDRIKSEN; VAN BREDA, 1999)	87

LISTA DE SIGLAS

BI	Business Intelligence
CIF	Custos Indiretos de Fabricação
DCA	Debit-Credit Accounting
E-R	Entidade-Relacionamento
ERP	Enterprise Resource Planning
FASB	Financial Accounting Standards Board
NBC	Normas Brasileiras de Contabilidade
OLAP	OnLine Analytic Processing
PEC	Ponto de Equilíbrio Contábil
RBC	Raciocínio Baseado em Casos
REA	economic Resources, economic Events, economic Agents
REAOO	REA Orientado a Objetos
RNA	Redes Neurais Artificiais
SFAC	Statement of Financial Accounting Concepts
SIC	Sistemas de Informação Contábeis
UML	Unified Modeling Language
USGAAP	United States Generally Accepted Accounting Principles
XBRL	Extensible Business Reporting Language
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problema de Pesquisa	14
1.2 Objetivo da Pesquisa	14
1.3 Justificativa	15
1.4 Delimitações do Estudo	17
1.5 Estrutura.....	18
2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	20
2.1 Sistemas de Informação Contábeis	21
3 AGENTES INTELIGENTES	38
3.1 Características dos Agentes Inteligentes	39
3.2 Tipos de Agente Inteligentes	43
3.3 Aplicações de Agentes Inteligentes	45
3.4 Inteligência Artificial	46
4 MODELAGEM DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO COM AGENTES INTELIGENTES	53
4.1 Modelagem Proposta.....	56
5 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	82
5.1 Usuários da Informação Contábil	84
5.2 Qualidades da Informação Contábil.....	86
5.3 Avaliação do Sistema de Informação Contábil Proposto	88
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
REFERÊNCIAS	94
ANEXO A – Notação UML Caso de Uso	102
ANEXO B – Diagrama de Classes	103
ANEXO C – Indicadores Financeiros.....	104

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de informação constituem uma das mais importantes áreas da contabilidade, especialmente na atualidade, em que a informática e sistemas integrados têm importância fundamental no auxílio à tomada de decisão e na gestão dos diversos tipos de organização.

A contabilidade constitui uma ciência que pode ser definida como um sistema de informação e avaliação que tem por objetivo prover a seus usuários demonstrações e análises de caráter econômico, financeiro, físico e de produtividade com relação à entidade objeto (IUDÍCIBUS; MARTINS; GELBCKE, 2000, p. 42). Assim, o próprio conceito de contabilidade a determina como um sistema de informação, e conseqüentemente sua denominação como “linguagem dos negócios” (DIAS FILHO, 2001, p. 6).

Dessa maneira, os conceitos de sistema de informação, sistemas contábeis e a própria contabilidade se fundem, demonstrando a contabilidade como uma ciência da informação, que utiliza uma linguagem própria para armazenar e transmitir determinada mensagem aos possíveis interessados (*stakeholders*).

Assim, observando a contabilidade como uma linguagem, o papel de cada um de seus três componentes deve ser destacado (HENDRIKSEN; VAN BREDA, 1999, p. 29):

- Pragmática – estudo do efeito da linguagem costuma ser o foco principal dos estudos em contabilidade, uma vez que se a informação contábil desempenha seu papel de informar, o resultado da função pragmática será observado na resposta do receptor da informação;
- Semântica – estudo do significado da linguagem tem por objetivo observar o significado específico que a informação transmitida gera a cada um dos receptores;
- Sintática – estudo da lógica ou gramática da linguagem detém-se quase que exclusivamente de aspectos mais técnicos da comunicação, para que esta possua a estrutura necessária à compreensão.

No caso específico do sistema de informação contábil o aspecto pragmático é observado na tomada de decisão pelo *stakeholder*, o aspecto semântico na quantidade e qualidade da informação a ser armazenada e transmitida, bem como o seu conteúdo, e o aspecto sintático é caracterizado pela estrutura formal utilizada para transmissão da informação.

Um exemplo simples da aplicação destes componentes pode ser a utilização do sistema de informação contábil, em que, a informação financeira e seus significados semânticos, que se deseja transmitir, são estruturados em demonstrações contábeis, como o Balanço Patrimonial e a Demonstração de Resultados do Exercício de modo sintático, possibilitando a gestão da empresa tomar decisões sobre formas de financiamento das operações de maneira pragmática.

A informação contábil também possui um caráter quantitativo e qualitativo que atende a usuários internos e externos a entidade. Segundo o *Financial Accounting Standards Board* (FASB) em seu *Statement of Financial Accounting Concepts* (SFAC) No. 1 de 1978, a informação proveniente das demonstrações contábeis é passível de limitações:

1. a informação pertencente a uma única entidade, inserida em um setor e uma economia;
2. a informação é uma mensuração aproximada, não necessariamente exata;
3. a informação reflete os efeitos financeiros de transações e eventos já ocorridos;
4. a informação constitui apenas uma fonte, dentre várias; e,
5. a informação é provida e usada a um determinado custo (FASB, 1978, p. 4).

Além disso, segundo SFAC No. 2 de 1980, a informação deve ser compreensível para aqueles que possuam um razoável conhecimento de negócios e atividades econômicas (FASB, 1980, p.16), mas não possui um direcionamento sobre quão profundo deve ser esse grau de conhecimento. Assim, a contabilidade deve prover informação a uma gama diferenciada de usuários, com interesses em informação específica a sua finalidade e com conhecimentos sobre essa linguagem em diferentes graus de detalhamento.

Essas características e necessidades intrínsecas à contabilidade devem ser espelhadas em seu sistema de informação. Daí a importância na modelagem de um sistema de informação contábil que seja capaz de atender todas as formas e visões que possam ser necessárias ao tomador de decisões.

Observar a contabilidade como uma linguagem auxilia na compreensão dessa dificuldade. Partindo da premissa de que essa linguagem busca a comunicação, então os sistemas de informação contábeis também podem ser vistos como sistemas de comunicação para as organizações. Procurando, dessa forma, transmitir fatos relevantes ao usuário do sistema, que na maioria dos casos necessita de um conhecimento prévio sobre a linguagem contábil, necessidade essa relacionada com a perda da transparência da informação causada por símbolos contábeis que não reflitam a realidade ou seu real significado (MACINTOSH; SHEARER, 2000, p. 611).

Nesse sentido, é relevante o estudo das formas de modelagem da informação dentro da contabilidade, entendendo como dados e informação são registrados. Cabe ressaltar que um dado é uma fonte bruta que não agrega valor, já a informação é a estruturação e relacionamento dos dados de forma a subsidiar a tomada de decisão.

Em um aspecto mais ortodoxo, a contabilidade trata da classificação de eventos (dados) que venham a alterar a situação patrimonial da entidade segundo o regime de competência, ou seja, de acordo com a ocorrência do fato gerador dessa variação do patrimônio de forma a auxiliar na gestão (provendo informação).

A forma mais clássica de registro desses eventos foi formalizada pelo frei Luca Pacioli em 1494. Em sua suma sobre matemática e proporcionalidades, Luca Pacioli apresenta como os comerciantes da época poderiam registrar as transações comerciais, destacando a dualidade de cada transação na relação “custo vs. benefício” dada pelo sistema de partidas dobradas (FISHER, 1997, p. 33), ou sistema DCA (*Debit-Credit Accounting*) de débito-crédito.

Outra forma de registro da informação foi desenvolvida mais recentemente pelo Prof. William E. McCarthy da Universidade de Michigan. O modelo de contabilidade REA (*economic Resources, economic Events, economic Agents*) é baseado na modelagem relacional de banco de dados. Essa abordagem é utilizada em ambientes de sistemas integrados, onde cada evento econômico é associado (Entidade-Relacionamento) a uma série de recursos econômicos e agentes econômicos (MCCARTHY, 2003, p. 428).

Ambos os modelos são capazes de prover informação contábil básica, destinadas à confecção das demonstrações contábeis usuais e obrigatórias, independentemente da maneira como a informação é armazenada, outro aspecto fundamental é a forma com a qual esta será apresentada ao usuário. Assim, as diferenças conceituais entre os modelos geram características distintas na aplicação de cada um.

1.1 Problema de Pesquisa

Levando-se em consideração os aspectos relatados anteriormente bem como a importância dos sistemas de informação contábil e a necessidade constante de aprimoramento, o presente trabalho descreve e analisa a seguinte questão: Como os sistemas de informação contábeis podem ser desenvolvidos de modo a alcançar um melhor desempenho dentro das necessidades dos usuários da contabilidade com base nas modernas tecnologias de informação?

1.2 Objetivo da Pesquisa

O objetivo desse trabalho recai sobre o estudo dos atuais sistemas de informação contábeis, como eles se originaram e de que forma se apresentam atualmente. Além disso, observar comparativamente suas vantagens e desvantagens sob o enfoque da informação transmitida ao usuário.

Assim, o objetivo é analisar os atuais sistemas de informação, propondo uma forma de modelagem do sistema e também a aplicação de agentes inteligentes para auxiliar o usuário em sua tomada de decisões.

O termo *agente* deriva do conceito de agência, significando empregar outro para agir em seu lugar (principal). Os agentes inteligentes são entidades de software que detectam o próprio ambiente e realizam operações para o usuário, com determinada autonomia e

utilizando o conhecimento e a representação de metas ou preferências para fazê-lo (TURBAN; RAINER JR.; POTTER, 2003, p.422).

Desse modo, utilizando as teorias mais recentes sobre as formas de registro em banco de dados dos eventos econômicos e propondo mudanças que permitam agregar vantagens entre os sistemas desenvolvidos é possível adequar uma modelagem que seja capaz de armazenar a informação de maneira eficiente.

A partir dessa análise, é possível utilizar agentes inteligentes na busca, desenvolvimento e análise da informação de acordo com as diversas possibilidades de formatação dentre os diferentes tipos de usuários e decisões, de acordo com seu objetivo, necessidade e grau de conhecimento.

1.3 Justificativa

Na atualidade, com a economia globalizada, os ambientes integrados e a informação disponível em diversos níveis, a velocidade com que a informação é formatada e analisada se torna um fator de extrema importância para determinar o desempenho organizacional e alcançar seus objetivos.

Dessa maneira, sistemas de informação bem modelados e que atendam as necessidades de seus usuários criam vantagens competitivas significativas, dando agilidade para a organização em solucionar problemas incipientes e descobrir novas possibilidades antecipadamente.

Sendo a contabilidade o cerne do sistema de informação, o estudo e aperfeiçoamento dos atuais sistemas é uma evolução necessária para a manutenção das entidades, com

impactos econômicos relevantes para toda a sociedade e benefícios diretos na melhoria do desempenho organizacional.

Nesse aspecto, não apenas a forma com que o banco de dados realiza seu armazenamento, mas também a forma de acesso e busca a esses dados, bem como sua formalização proporcionando informação são primordiais para uma eficiente utilização pelo usuário. Não apenas a formatação das demonstrações contábeis usuais, como também na elaboração de relatórios contábeis e gerenciais.

Assim, novas formas de modelagem da informação contábil são necessárias. Não apenas no registro dos eventos ocorridos, com formas mais simples e que possuam maior maleabilidade no tratamento da informação sem perda de conteúdo, mas também na ampliação das possibilidades de formatação e análise da informação de uma maneira com que a semântica (capacidade de informar) não seja prejudicada.

Nesse sentido, novas tecnologias foram desenvolvidas, tanto na utilização dos cubos de dados baseados em OLAP (*OnLine Analytic Processing*) para referenciamento de informação financeira e não financeira nos conhecidos sistemas de BI's (*Business Intelligence*) em relatórios internos e administrativos, até a utilização de meta-linguagem XML (*Extensible Markup Language*) em relatórios financeiros, colocando indicadores de referência em cada informação, sendo essa aplicação conhecida como XBRL (*Extensible Business Reporting Language*), ou seja, uma ferramenta capaz de preparar e publicar relatórios em uma variedade de formatos, trocando e analisando os relatórios financeiros e sua informação (VASARHELYI; BONSON; HOITASH, 2005, p. 76).

Apesar dos avanços proporcionados por essas novas ferramentas e tecnologias, ainda são muito difíceis os processos de formatação e análise de um volume muito grande de dados. Utilizando tanto o modelo DCA quanto o REA a definição de tabelas e relacionamentos do banco de dados, de acordo com a forma como a entidade é conduzida, se mostra uma tarefa

extremamente complexa e qualquer mudança na atividade da organização pode inviabilizar a continuidade do sistema da maneira como foi concebida.

As empresas estão em uma nova realidade organizacional, apesar disso, o desenvolvimento de pesquisas sobre sistemas de informação contábeis não tem acompanhado estas mudanças nos dados de eventos, em coleta, armazenamento, disseminação e uso (SUTTON, 2006, p.1).

As formas de apresentação e análise da informação ao usuário ampliam as dificuldades. Além de dependerem da forma como a informação foi registrada no banco de dados, segundo o modelo DCA ou REA, o número de formas e conteúdos dos relatórios alcança uma infinidade de possibilidades. Para isso são necessários sistemas capazes de auxiliar o usuário na formatação e análise dessa informação, observando os aspectos relevantes a esse usuário, quais decisões serão tomadas, qual seu nível de conhecimento a respeito da contabilidade para determinar o grau de profundidade e detalhamento da informação desejada.

Analisando o desenvolvimento de estudos sobre sistemas de informação, estes se dividem entre a observação do ambiente de decisão, as habilidades na solução de problemas e em estratégias de processamento de informação (O'DONNEL; DAVID, 2000, p. 184).

Por isso, o diagnóstico dos atuais sistemas de informação contábeis torna-se necessário, e aliado à proposta de utilização de modernas técnicas de inteligência artificial no tratamento da informação, com a aplicação de agentes inteligentes, para auxiliar na busca, formatação e análise dos relatórios torna-se tão pertinente.

1.4 Delimitações do Estudo

No desenvolvimento do presente trabalho algumas delimitações foram encontradas, impossibilitando aspectos, como:

- a. desenvolver e aplicar o modelo conceitual proposto em um sistema prático e/ou organização real, isto devido a complexidade exigida e o fator tempo existente;
- b. falta de desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa junto a *stakeholders* reais, de modo a corroborar as análises sobre o sistema proposto, tal limitação foi imposta pelo desconhecimento amplo sobre o modelo proposto, o que dificultaria demasiadamente uma metodologia para apresentação e conseqüente pesquisa, desta forma, a validação da proposta é feita por meio de uma análise das necessidades dos *stakeholders*.

1.5 Estrutura

O presente trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: o Capítulo 1 apresentou a introdução ao problema, os objetivos do trabalho, suas limitações e justificou sua relevância. No Capítulo 2 são apresentados os atuais sistemas de informação contábeis (DCA e REA), bem como suas características e comparações. No Capítulo 3 são discutidas as teorias sobre os agentes inteligentes, suas características e suas aplicações bem como técnicas de inteligência artificial para tal.

O Capítulo 4 apresenta a proposta de modelagem para o sistema de informação contábil, com a aplicação de agentes inteligentes. No Capítulo 5 são apresentadas teorias

sobre avaliação de sistemas de informação, onde modelo proposto é considerado. Por fim, no Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais e sua síntese, discutindo propostas para trabalhos futuros sobre o tema.

2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Os Sistemas de Informação são aplicações computacionais, que tem por objetivo o provimento de informação para determinados usuários em diferentes níveis. Os sistemas de informação vão desde o nível operacional, passando pelos níveis de conhecimento e gestão (níveis táticos) até o nível estratégico. Além disso, os sistemas de informação permeiam diferentes áreas da organização (LAUDON; LAUDON, 1998, p. 37), dentro destas áreas se destaca a contabilidade, objeto deste estudo.

Em todas estas áreas a informação serve ao propósito da tomada de decisão, sendo que os tomadores de decisão se utilizam de fontes externas e internas de informação, pessoais ou impessoais (FRISHAMMAR, 2003, p. 319). Os sistemas de informação se caracterizam como uma fonte interna e impessoal de informação, responsável pela maior parte da informação e principalmente da informação objetiva e estruturada.

Na proposta de aplicação apresentada neste trabalho, utilização dos sistemas de informação específicos para a área contábil amplamente conhecidos como sistemas de informação contábeis, possuem uma série de usuários em diversos níveis organizacionais.

2.1 Sistemas de Informação Contábeis

A origem dos Sistemas de Informação Contábeis (SIC), assim como sua própria definição, se confunde com a história da contabilidade. Aproximadamente em 3.500 AC, antes mesmo das pessoas saberem como escrever, ler ou contar, os registros de seus recursos eram feitos por meio de representações gráficas (MACINTOSH et al., 2000, p. 16).

Assim nasceram os sistemas de informação contábeis, evoluindo por séculos e milênios na maneira de armazenar a informação, partindo do registro dos inventários, conhecidos atualmente por ativos, para todas as mutações patrimoniais de acordo com os eventos econômicos que as ocasionam.

Os eventos econômicos podem ser definidos como de dois tipos:

1. Transação, na qual algo, com valor mensurável, é passado voluntariamente de uma parte para outra, ou simultaneamente entre ambas as partes; e,
2. Intra-ação, na qual existe um efeito mensurável sobre a entidade sem que exista a participação de outra (BIRKETT, 1968, p. 170).

As transações se referem normalmente ao processo de comercialização, enquanto as intra-ações estão relacionadas ao processo produtivo de agregação de valor. Em ambos os casos a mensuração é um aspecto relevante ao registro da informação, independentemente do modelo e forma a serem utilizados. A metodologia de mensuração estabelece critérios verificáveis para a contabilidade, atendendo suas necessidades de consistência e comparabilidade.

Apesar disso, existem dificuldades em se estabelecer técnicas para mensuração e os atuais sistemas podem espelhar métricas incorretas sem possuir a capacidade de alterá-las posteriormente (CHAMBERS, 1998, p. 37). A mensuração não pode ser confundida com

quantificação, enquanto o primeiro deriva de uma técnica estimativa de avaliação, usualmente em termos monetários, a quantificação está relacionada à contagem física, facilmente verificável.

Dessa forma, os sistemas de informação contábeis interagem com o ambiente, obtendo informação sobre os eventos econômicos, armazenando essa informação e posteriormente a formatando para utilização do usuário, que irá interagir com o ambiente (Figura 1).

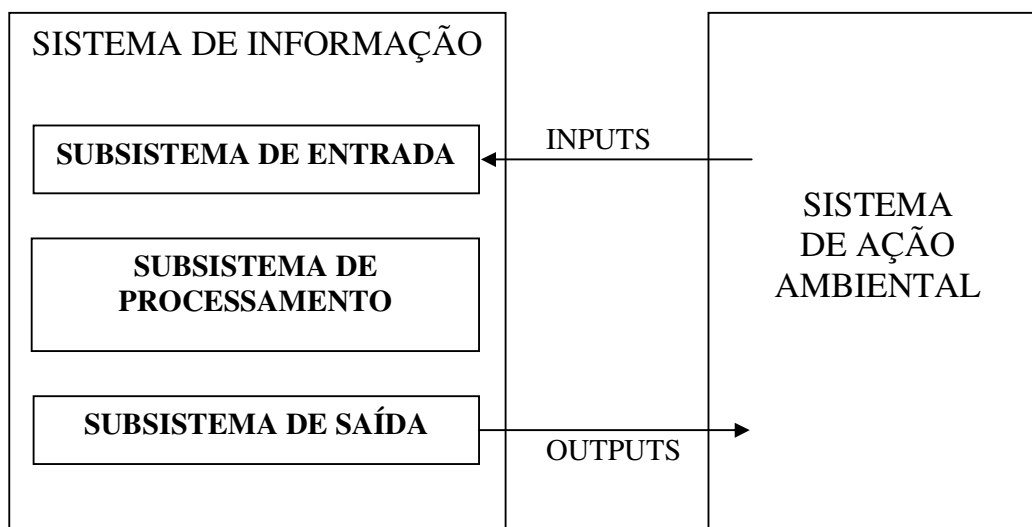


Figura 1. Sistemas de informação contábeis (BIRKETT, 1968)

Analisando o sistema de informação como um todo é possível distinguir 2 fases no processo. A primeira consiste na entrada, processamento e armazenamento dos eventos econômicos e a segunda corresponde ao processo de extração da informação para o usuário por meio de busca, processamento e apresentação.

No primeiro caso o processamento se refere à síntese e classificação dos eventos econômicos por meio de lançamentos de débito e crédito no modelo DCA ou do registro de evento ocorrido, agente responsável e recursos envolvidos no modelo REA. Já o segundo processamento está relacionado à formatação da informação em relatórios destinados aos diversos usuários de acordo com a finalidade proposta (Figura 2). Em ambos os casos a informação sofre uma determinada redução.

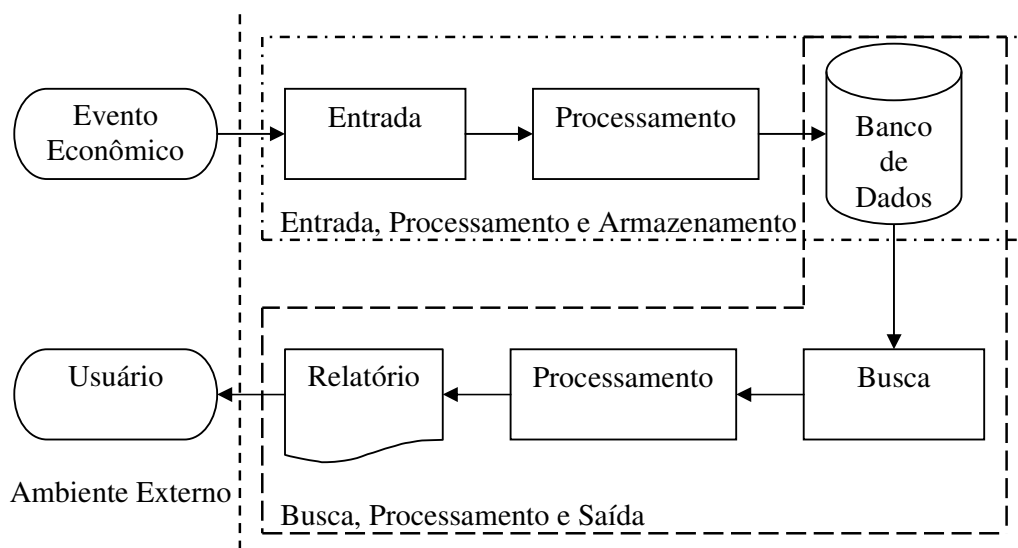


Figura 2. Ciclos da informação no SIC

Esse processo de sintetização, desde o evento econômico, é utilizado para facilitar a compreensão por parte do usuário. Assim, existe uma necessidade de sumarizar a informação, agrupando-a em um número pequeno de contas para aumentar a utilidade do relatório ou demonstração em sua compreensão (BABICH, 1975, p. 177). Além disso, é relevante observar que estes ciclos acontecem independentemente do tipo de banco de dados utilizado ou da tecnologia empregada.

Atualmente os sistemas de informação contábeis podem ser encontrados isoladamente ou inseridos em sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*). Tanto em sistemas dedicados, como nos sistemas integrados (ERP) a forma de atuação é usualmente baseada em bancos de dados relacional.

Os sistemas ERP propiciam uma melhor fonte de dados aos sistemas de informação contábeis por beneficiarem a semântica da informação gerada, pois dispõem de uma série de atributos referentes aos eventos econômicos de transação e intra-ação. Isso significa que em sistemas integrados como o ERP a capacidade de se transmitir maior informação ao usuário,

capacidade essa conhecida por semântica, é maior devido ao fato de agregar informação financeira e não financeira.

Para tal análise, a seguir são detalhados os modelos DCA e REA, bem como sua comparação.

2.1.1 O Modelo DCA

O método das partidas dobradas constitui a forma mais clássica de contabilização. Parte do pressuposto de que cada evento econômico deve ser registrado por meio de um duplo lançamento (débito e crédito), daí o nome partida dobrada. Isso acontece devido à dualidade de cada evento possuir uma origem de recurso e uma aplicação para tal, em mesma data e valor monetário.

Para uma melhor compreensão do modelo DCA (*Debit-Credit Accounting*) é necessário observar a forma como a contabilidade trata essas origens e aplicações de recursos. Cada evento, sendo este uma transação (comercialização) ou intra-ação (produção), ocorre a partir de uma origem, ou seja, um sacrifício financeiro por meio da redução dos ativos (seus bens e direitos) ou na geração de passivos (obrigações), com o intuito de uma aplicação desse recurso, podendo a aplicação ser uma nova aquisição de bens e direitos ou mesmo uma quitação de suas obrigações.

O registro desses eventos poderia ser facilmente realizado por meio de somas e subtrações, ocasionando eventualmente contas com saldo negativo. Mas, quando do surgimento do modelo DCA, anteriormente ao século XV, não se conheciam os números negativos, estes só começaram a ser aceitos pelos matemáticos a partir do século XVII (HENDRIKSEN; VAN BREDA, 1999, p. 45).

Assim, a maneira de trabalhar os lançamentos nas contas sem a possibilidade de saldos negativos se deu pela utilização dos lançamentos de débito e crédito em cada conta. Nesse caso, cada bem e direito (ativo), obrigação (passivo) ou o próprio patrimônio acumulado pela entidade (patrimônio líquido) possuía uma conta separada para o registro de cada evento mensurado em valor de moeda corrente.

Para as contas de ativo, que representam aplicações de recursos, o lançamento de aumento dos bens e direitos representa um débito e sua redução um crédito. Já nas contas de origem de recursos, caracterizadas pelo passivo e patrimônio líquido, a situação se inverte, a redução das obrigações e do capital próprio representa débito e o seu aumento em crédito.

Ao final de cada período as contas são fechadas e o valor apurado pela contraposição entre o total de débitos e créditos, indicando o saldo final e seu caráter devedor ou credor.

Dessa maneira, a contabilidade evoluiu do inventário físico para o registro monetário de seus inventários e dos eventos que constituíam suas alterações, para com isso mensurar e comparar a situação patrimonial em pontos distintos no tempo e verificar sua melhora ou piora por meio do resultado.

Para o registro histórico de cada movimentação ocasionada pelos eventos econômicos foram utilizados os livros de registros. Um dos mais importantes entre eles é o Livro Razão que registra a data, a conta a ser debitada, a conta a ser creditada e o valor monetário da movimentação.

Assim, a contabilidade iniciou a utilização dos registros manuais em livros, trabalho conhecido como escrituração contábil, tendo sua origem como sistema de informação. Periodicamente os livros eram finalizados, os saldos das contas apuradas eram transpostos aos relatórios que por sua vez eram, e ainda são, confeccionados de acordo com as normas legais vigentes do país e as solicitações administrativas de cada entidade.

Com o advento da informática e o início da disseminação dos computadores e sistemas de processamento de dados no começo da década de 60 os sistemas de informação das grandes corporações começaram a ser desenvolvidos dentro das linguagens computacionais disponíveis, para uso em grande escala.

Esse fato proporcionou à contabilidade um novo avanço em direção a um maior controle e automação do processamento dos dados de eventos econômicos em informação destinada aos usuários na tomada de decisões.

Dessa maneira era necessário informatizar todo o processo de contabilização. Não seria mais necessário um contador para saber que determinado evento econômico resultaria em um registro específico de débito e crédito, e principalmente, o cálculo dos saldos e a confecção dos relatórios poderiam ser automatizados, proporcionando ganho de tempo e principalmente eliminando as possibilidades de falhas humanas no processo.

Dessa forma surgiram os primeiros Sistemas de Informação Contábeis informatizados, uma vez que já existiam fisicamente em livros. Mas era necessário solucionar alguns problemas iniciais.

O armazenamento da informação não era problema, uma vez que existiam dispositivos de memória capazes de suportar as necessidades, mas, originalmente, a entrada da informação pela contabilidade gerava um gargalo, o acesso recorrente aos dados tornava o processo crítico e a programação das instruções para o tratamento da informação era muito complexa (MATHEWS, 1967, p.135). Atualmente, devido ao aumento na capacidade de processamento dos computadores e sistemas estes problemas foram superados.

Inicialmente foram utilizadas tabelas para contemplar as contas e seus lançamentos de débito e crédito, sendo as linhas para débito e as colunas para crédito (Figura 3), apesar de atualmente os sistemas trabalharem com modelagens de armazenamento de dados mais recentes.

	Caixa	Invent	DepAc	ContPg	CapSoc	Vendas	TotDeb
Caixa	0	0	0	0	5000	1444	6444
ContRc	0	0	0	0	0	621	621
Ivent	0	0	0	4064	0	0	4064
AtvFixo	1200	0	0	0	0	0	1200
CMV	0	1246	0	0	0	0	1246
Aluguel	200	0	0	0	0	0	200
Salários	190	0	0	0	0	0	190
Deprec	0	0	0	0	0	0	0
Outras	0	0	0	0	0	0	0
GsPreOp	60	0	0	0	0	0	60
TotCrd	1650	1246	0	4064	5000	2065	14025

Figura 3. Exemplo dos primeiros sistemas – Matriz do Livro Razão (Adaptado – MATHEWS, 1967)

Onde, além das contas totalmente descritas, seguem:

- Invent Inventários
- DepAc Depreciação Acumulada
- ContPg Contas a Pagar
- CapSoc Capital Social
- Vendas Receita de Vendas
- TotDeb Total de Débitos
- ContRc Contas a Receber
- AtvFixo Ativos Fixos
- CMV Custo da Mercadoria Vendida
- Aluguel Despesa de Aluguel

▪ Salários	Despesa de Salários
▪ Deprec	Despesa de Depreciação
▪ Outras	Outras Despesas
▪ GsPreOp	Despesas (Gastos) Pré Operacionais
▪ TotCrd	Total de Créditos

A matriz de Livro Razão proporciona um indicativo da situação de cada conta da entidade. Apesar disso, essa forma só possibilita uma visualização do saldo atual das contas, desprezando sua movimentação. Para que o registro de movimentações seja obtido, é necessário o arquivamento da informação periodicamente, ou mesmo a cada transação, possibilitando assim um histórico dos saldos e movimentos.

Com os avanços na capacidade computacional em hardware e software os problemas originais puderam ser contornados e atualmente os sistemas não trabalham mais desta forma.

A programação das instruções de processamento foi auxiliada por novas linguagens de programação, em que as rotinas para o lançamento dos débitos e créditos puderam ser facilmente implementadas.

O surgimento de novos sistemas de bancos de dados auxiliou no problema de acesso recorrente aos dados, facilitando o processamento da informação por diversos usuários e garantindo a consistência da informação armazenada. A integração entre os diversos sistemas foi proporcionada pelos sistemas ERP, eliminando o problema de gargalo da informação na contabilidade, uma vez que eventos de transação poderiam ser inseridos no sistema pelas áreas de vendas, compras, recursos humanos e outros, enquanto os eventos de intra-ação seriam alimentados essencialmente pela área de produção.

Atualmente os sistemas ERP trabalham com banco de dados relacionais, onde cada evento automaticamente gera um lançamento de débito e crédito, de acordo com a sua

configuração para tal. Isso facilitou muito o processo de escrituração contábil. Além disso, relatórios padronizados indicam os totais das contas de forma analítica ou sintética produzindo, assim, as principais demonstrações contábeis.

Mesmo assim, os sistemas de informação contábeis baseados no modelo DCA são pouco maleáveis, uma vez que qualquer modificação na estrutura da empresa que necessite de alterações em seu plano de contas irá exigir uma total reestruturação da configuração e parametrização do sistema, criando problemas de re-trabalho e principalmente da perda da uniformidade e consistência da informação contábil, prejudicando sua comparabilidade, que caracteriza a qualidade da informação, permitindo aos usuários identificar semelhanças e diferenças entre dois conjuntos de fenômenos econômicos (HENDRIKSEN; VAN BREDA, 1999, p. 101).

Isso impossibilita aos usuários comparar os resultados da organização antes e depois da alteração da forma de contabilização, pois tais resultados espelham diferentes metodologias de mensuração. Assim, mudanças na forma de contabilização acabam por eliminar bases históricas de comparação que auxiliam na verificação da eficiência e eficácia nos processos.

Na prática as mudanças na metodologia de mensuração são muito comuns, não apenas nos relatórios administrativos, mas também nas próprias demonstrações contábeis. Anualmente novas regras são inseridas ou alteradas na apuração de impostos e eventualmente na apresentação das demonstrações.

Diferentes demonstrações já foram utilizadas anteriormente, como no final do século XIX, quando no Reino Unido empresas proprietárias de estradas de ferro seguidas pelas companhias de gás e companhias de energia elétrica, foram obrigadas pelo ato de 1.868 a publicar o Balanço Patrimonial Geral, uma forma simplificada do conhecido Balanço Patrimonial, e a Conta Capital que demonstrava os pagamentos e recebimentos de capital,

exemplificando como a contabilidade espelha a necessidade do usuário em seu tempo (EDWARDS, 1985, p. 19).

Vários exemplos podem ser observados nas organizações diariamente, onde novas formas de mensuração do resultado são desenvolvidas, ou mesmo, a necessidade de novos tipos de informação surge.

Assim, o modelo DCA, apesar de proporcionar uma plataforma para entender o trabalho de praticamente todos os sistemas de informação contábeis, não é utilizado em sua forma original pela maioria dos sistemas computadorizados (FISHER, 1997, p. 34). Isso decorre da incompatibilidade entre as partidas dobradas e o processamento de dados em si (MATHEWS, 1967, p.133), e principalmente pelo fato desse modelo não ser baseado em uma estrutura de banco de dados, mas em uma forma de registro em livros, muito engenhosa por sinal, criada para auxiliar os contadores e que, com o advento da informática, não foi aperfeiçoada em sua forma, apenas evoluiu na automação do processo.

2.1.2 O Modelo REA

O modelo REA de contabilidade parte do princípio de que cada evento econômico dentro da entidade é realizado por agentes econômicos internos e externos a entidade e gera consigo modificações nos recursos econômicos. Daí sua denominação de REA, na qual o modelo relaciona os aspectos de Recursos econômicos, Eventos econômicos e Agentes econômicos (*economic Resources, economic Events e economic Agents*).

Desenvolvido por William McCarthy na década de 80, esse modelo tem origem na aplicação da Teoria de Eventos na contabilidade proposta por Sorter, segundo o qual a contabilidade deve ser orientada ao registro do evento ocorrido, e não apenas aos valores

envolvidos (SORTER, 1969, p. 17). Os eventos devem ser registrados segundo suas características econômicas, possibilitando uma gama muito maior de informação.

Assim, além da informação usual de datas e valores envolvidos no evento, também são agregados dados que possam detalhar o evento e possibilitar sua previsão futura. Dessa maneira, o usuário do sistema é capaz de montar seu modelo, pois somente este pode decidir qual informação é significativa ou não, dada sua perda de função quando observados apenas os valores monetários envolvidos (SORTER, 1969, p. 14).

O modelo REA é uma forma de se eliminar os problemas do modelo tradicional, que se limita à mensuração monetária, sem informação multidimensional, muitas vezes classificada de maneira inapropriada, armazenando informação demasiadamente agregadas e sem integração com as outras áreas da empresa (MCCARTHY, 1982, p. 554), características estas também observadas pelo Comitê de Pesquisa Contábil do FASB.

Assim, utilizando a Teoria de Eventos e introduzindo dados sobre recursos e agentes econômicos envolvidos em cada evento, o modelo REA armazena a informação econômica do relacionamento recurso-evento-agente para com isso proporcionar uma gama de informação mais detalhada.

Os recursos econômicos são o patrimônio da entidade, seu conjunto de bens, direitos e obrigações, indo desde sua origem pelo capital próprio ou de terceiros até a aplicação em ativos, como máquinas, imóveis, e estoque de materiais. Os agentes econômicos são as entidades responsáveis pelas alterações patrimoniais, ou seja, aqueles que efetuam as atividades, sendo eles fornecedores, compradores ou mesmo funcionários, onde, cada entidade pode ser generalizada (Figura 4).

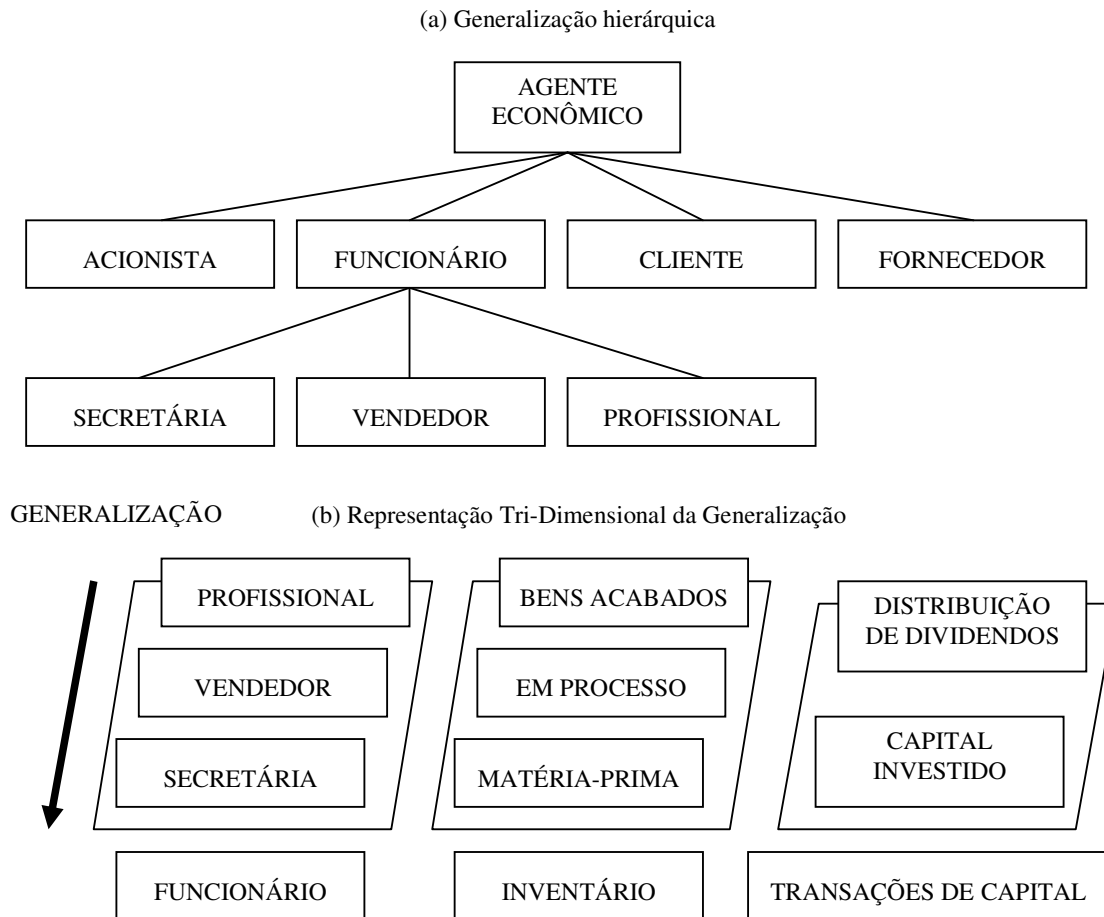


Figura 4. Exemplos de generalização (MCCARTHY, 1982)

Já os eventos econômicos são as transações, por meio da comercialização (compra e venda) dos recursos econômicos, ou intra-ações na agregação de valor aos recursos, ambas realizadas por agentes econômicos apenas internos (intra-ação) ou em conjunto com agentes externos (transação) a entidade. Como cada evento envolve uma origem e uma aplicação de recursos, estes sempre serão associados a um custo e geram um ou mais benefícios, essa é a idéia central da partida dobrada e nesse modelo é tratada como a dualidade do evento (Figura 5).

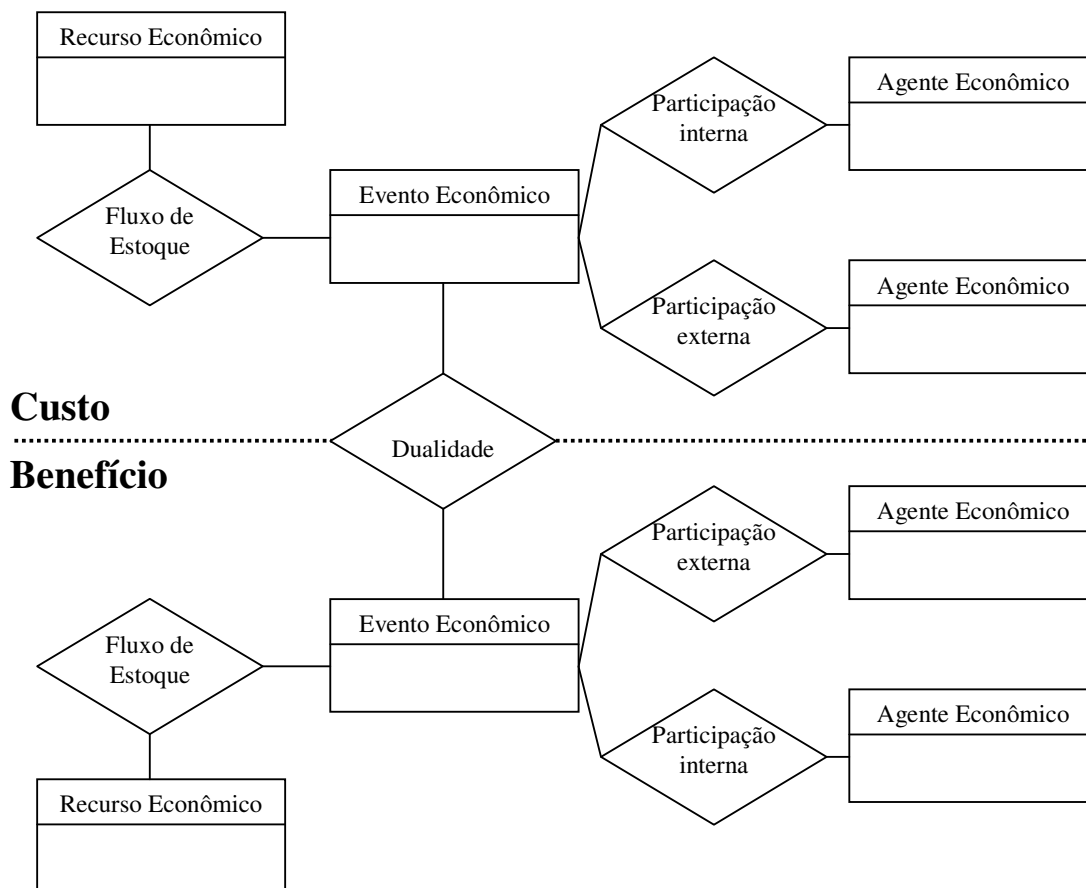


Figura 5. O padrão REA (MCCARTHY, 2003)

Baseado em bancos de dados que utilizam a metodologia de Entidade-Relacionamento, o modelo REA estabelece uma tabela para cada entidade de recurso econômico, evento econômico e agente econômico. Dessa maneira cada entidade é composta por atributos que serão observados durante a entrada da informação no banco de dados e associados por meio de relacionamentos que detalhem o procedimento.

Isso demonstra dois tipos de relacionamentos de cada entidade (evento, recurso e agente): o primeiro é a associação, que determina como as diferentes entidades interagem entre si, já o segundo é a generalização, em que cada entidade é uma generalização de diversos fatores diferentes, mas com as mesmas características (MCCARTHY, 1982, p. 558). Assim, enquanto uma entidade atua sobre outra através de seu relacionamento, como o agente econômico efetuando o evento econômico que por sua vez altera o recurso econômico, ou no

detalhamento de cada entidade pela generalização, como a entidade funcionário, que pode designar um diretor, um gerente ou mesmo uma secretária da organização (Figura 4).

Atualmente os sistemas ERP, por trabalharem as necessidades de recursos empresariais, utilizando não apenas a contabilidade, mas também variáveis operacionais, suportam o modelo REA, uma vez que cada ciclo do processo precisa ser modelado no sistema através de bancos de dados baseados em entidade-relacionamento (MCCARTHY, 2003, p.433).

Apesar disso, na prática os sistemas ERP não utilizam plenamente essa técnica, usualmente a contabilidade dentro dos sistemas tem por objetivo o registro dos débitos e créditos, o que não seria necessário com a aplicação única do modelo REA (Figura 6).

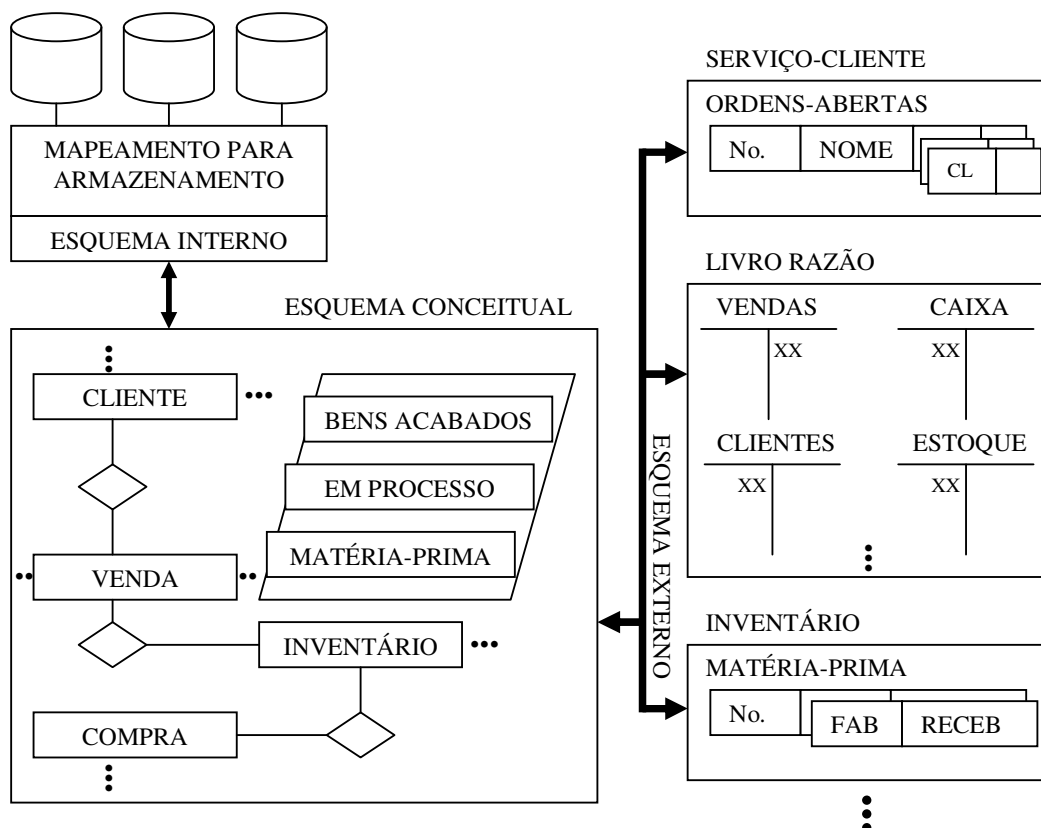


Figura 6. Especificação do esquema para banco de dados (MCCARTHY, 1982)

Onde o esquema interno refere-se à programação (linguagem) do banco de dados, sendo determinado pelo esquema conceitual no qual o modelo REA é aplicado. A saída do

sistema pode ser apresentada de diversas maneiras, por meio de relatórios formatados pelo esquema externo. Isso possibilita ao usuário uma ampla variedade de informação contábil, bem como formas de análise.

No banco de dados a formatação dos relacionamentos se dá no esquema conceitual, mas a forma com a qual a informação será apresentada ao usuário pode ser tratada de diversas maneiras (esquema externo), de acordo com sua finalidade e alterada sempre que necessário, como nos exemplos de relatórios de serviço ao cliente, inventário e até mesmo nos lançamentos do livro razão.

2.1.3 Comparação entre os modelos DCA e REA

Analisando comparativamente os modelos a diferenciação semântica entre ambos deve ser destacada. A semântica representa o significado da linguagem que a informação transmitida gera aos seus receptores, dessa maneira, a semântica provém da análise e forma dadas à informação.

O modelo REA é mais expressivo semanticamente por utilizar os fenômenos reais do mundo dos negócios (DUNN; GRABSKI, 2000, p. 79) ao invés de sua interpretação sob forma de partidas dobradas. Isto significa que o modelo REA por trabalhar conjuntamente a relação entre o evento ocorrido, como este evento afetou os recursos da entidade e qual agente realizou este evento, torna-se superior ao modelo DCA que aborda apenas o impacto monetário causado pelo evento.

Assim, ao analisar o evento como um todo e sua relação com os recursos e agentes econômicos o modelo REA possui um maior detalhamento da informação.

Essa relação semântica está diretamente ligada à quantidade de informação armazenada pelos modelos. Enquanto no modelo DCA os lançamentos de débito e crédito se

detém a contas específicas e são informados apenas valores e datas (teoria do valor), no modelo REA, por utilizar um ambiente compartilhado de dados, aspectos como informação sobre os recursos patrimoniais (bens e direitos) e seu detalhamento em cada uma das entidades do banco de dados são armazenados (teoria de eventos).

Com isso, novas aplicações da informação contábil em áreas como a Contabilidade Gerencial e a Contabilidade de Custos são facilitadas pela utilização do modelo REA. Já o modelo DCA não auxilia este tipo de aplicação, em função da sua origem na Teoria do Valor, teoria esta restritiva ao descasamento entre os fluxos de entrada e saída de recursos (SORTER, 1969, p. 13).

Dessa maneira, o modelo REA proporciona maior informação, garantindo melhor entendimento por parte do usuário, pois pode agregar informação financeira e não financeira (Figura 7), representando melhor a realidade e se tornando menos propenso a erros (DUNN; GRABSKI, 2000, p. 85).

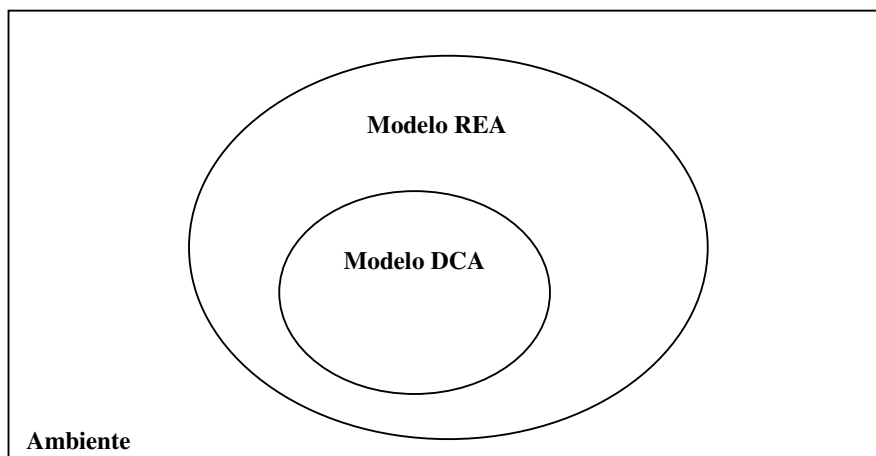


Figura 7. Relação entre a quantidade de informação nos modelos

A maior expressividade semântica do modelo REA pode ser observada na utilização do modelo para representação da informação de diversas formas, inclusive sob a forma de débitos e créditos, igualmente ao modelo DCA. Dentre as formas de apresentação ao usuário

o sistema pode gerar todas as demonstrações contábeis, bem como seus lançamentos no livro razão (conforme exemplo na figura 6).

Além disso, observando comparativamente os modelos é possível traçar um paralelo de vantagens e desvantagens entre eles, analisando aspectos estruturais e em suas aplicações práticas (Quadro 1).

Modelo	Vantagens	Desvantagens
DCA	<ul style="list-style-type: none"> - facilidade na interpretação contábil - verificação dos lançamentos - simplicidade operacional - difusão do modelo teórico 	<ul style="list-style-type: none"> - baseado na Teoria do Valor - dificuldade de processamento computacional - não utiliza variáveis operacionais - rigidez estrutural - excesso de sintetização dos dados
REA	<ul style="list-style-type: none"> - facilidade de modelagem computacional - baseado na Teoria de Eventos - maior semântica (mais informação) - maleabilidade estrutural - possibilidade de diferentes tratamentos dos dados - capacidade de tratar a informação como o modelo DCA 	<ul style="list-style-type: none"> - dificuldade de modelagem conceitual - dificuldade na visualização das operações - necessidade de maiores recursos computacionais

Quadro 1 – Comparação entre os modelos DCA e REA

Ambos os modelos procuram identificar a relação “custo vs. benefício” nas operações das entidades, o modelo DCA pela relação débito-crédito e o modelo REA pela dualidade, buscando evidenciar o resultado de ganho, quando os benefícios superam os custos, ou prejuízo em caso contrário.

Organizações que utilizam sistemas baseados no modelo REA demonstram aumento em sua eficiência na gestão de recursos (DAVID, 1995, p. 108).

3 AGENTES INTELIGENTES

Os agentes inteligentes caracterizam um campo da Inteligência Artificial. Estes sistemas são baseados na computação, dando grande ênfase à percepção, raciocínio e ação, sendo o raciocínio particularmente essencial para a funcionalidade de uma inteligência superior (WACHSMUTH, 2000, p.1).

Nesse ponto, surge um problema de definição sobre o termo agente. Como já foi abordado, agente é aquele que realiza a atividade para outro, denominado como principal. O agente possui autonomia no desempenho de suas funções. Normalmente o conceito de agente não está associado diretamente a sistemas computacionais, sua noção é aplicada a seres humanos (principais) que delegam atividades para outros seres humanos (agentes).

Devido à variedade e abrangência de aplicações torna-se difícil uma definição universalmente aceita. Por isso a noção de agência possui duas abordagens: a “noção fraca” e a “noção forte” de agência.

A noção fraca de agência constitui na visão de que um agente corresponde a um elemento de *hardware* ou *software* baseado em sistema computacional que apresenta características de 1) autonomia, operando sem intervenção humana; 2) habilidade social, interagindo com outros agentes (humanos ou não); 3) reatividade, percebendo seu ambiente e

respondendo; e 4) pró-atividade, podendo também tomar iniciativa própria (WOOLDRIDGE; JENNINGS, 1995, p. 4).

Já a noção forte de agência constitui que um agente é um sistema computacional, possuidor de características anteriormente descritas, além de também ser desenvolvido e implementado utilizando conceitos que são usualmente aplicados a humanos (WOOLDRIDGE; JENNINGS, 1995, p. 5), como o raciocínio, a crença, intenção e outros.

Essa diferenciação deriva da verificação da inteligência. Tecnicamente programas computacionais que realizam atividades autônomas para alcançar alguns objetivos podem ser considerados como agentes e este tipo de programas são comuns em aplicativos de alto nível, mas apenas se houver elementos de inteligência, como o raciocínio, a generalização e o aprendizado é que o sistema pode ser considerado um agente inteligente (VASARHELYI; BONSON; HOITASH, 2005, p. 49).

3.1 Características dos Agentes Inteligentes

Observando os agentes inteligentes algumas características podem ser verificadas. No modelo geral (Figura 8), o agente inteligente percebe a entrada (*input*) do ambiente e atua para alterar o ambiente externo, mas antes utiliza uma representação interna para observar os possíveis efeitos de métodos alternativos. Estas possibilidades são observadas através de uma base interna de métodos, e sua exploração é guiada por um banco interno de conhecimento geral sobre o ambiente (WACHSMUTH, 2000, p.4).

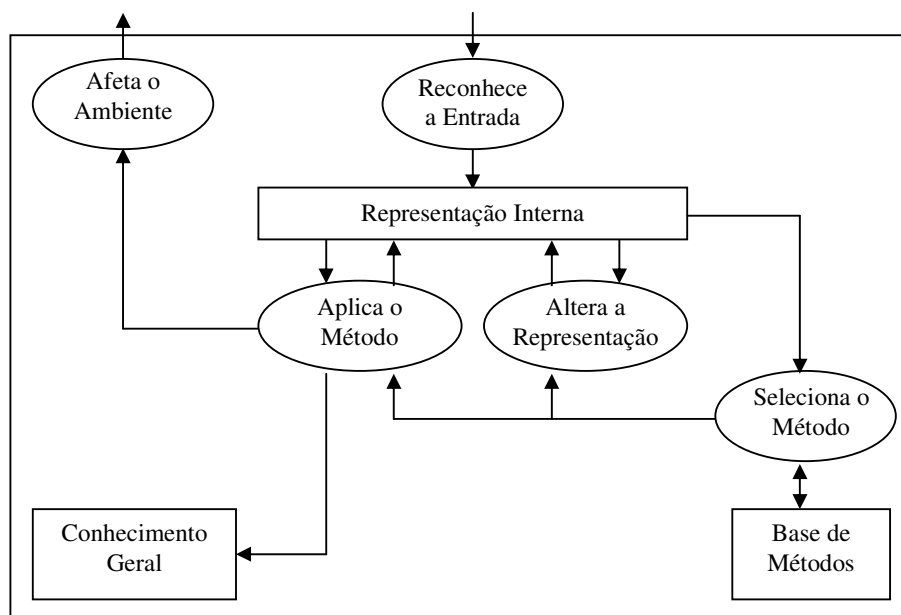


Figura 8. Diagrama funcional do agente inteligente generalizado (Adaptado – WACHSMUTH, 2000)

Usualmente as aplicações dos agentes inteligentes estão vinculadas a Internet, mas é importante salientar que uma de suas principais características é o processamento mais abstrato comparativamente a outros sistemas, manipulando dados de alto nível e se comunicando em linguagens de alto nível como outros softwares (HEINZE, 2004, p. 16), o que não restringe seu campo de atuação.

Observando as características dadas pelas noções fraca e forte, dois aspectos são de extrema importância na determinação de um agente inteligente.

- **Agência/Autonomia:** a agência determina o grau de autonomia investido ao agente, podendo ser avaliado desde um aplicativo assíncrono, passando para a representação do usuário, até a interatividade com outros agentes na manipulação de dados, aplicações e serviços;
- **Inteligência/Capacidade de Raciocínio:** inteligência é o grau de aprendizagem e raciocínio relacionados à habilidade do agente de incorporar os objetivos determinados pelo usuário e o cumprimento das tarefas a ele

delegadas. Variando desde instruções sobre preferências, normalmente na forma de regras, evoluindo ao raciocínio por meio de modelos de inferência até o planejamento e aprendizado (VASARHELYI; BONSON; HOITASH, 2005, p. 50).

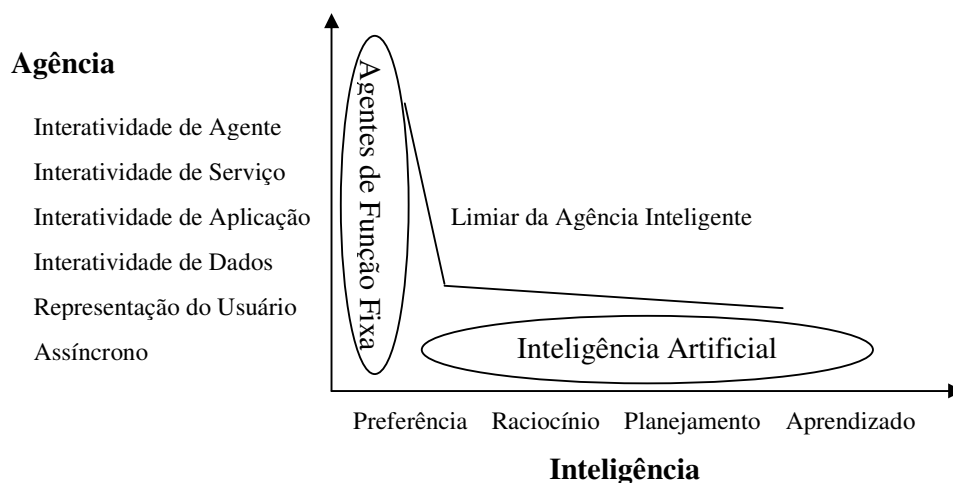


Figura 9. Escopo do Agente Inteligente (Adaptado – VASARHELYI; BONSON; HOITASH, 2005)

Assim, o relacionamento entre a autonomia do agente e sua capacidade de raciocínio (inteligência) determina um agente inteligente (Figura 9).

Segundo Vasarhelyi, Bonson e Hoitash (2005, p.51) outras características podem ser associadas aos agentes inteligentes, de acordo com a sua função:

- Mobilidade: em aplicações na Internet ou em outros tipos de redes, a questão da mobilidade é fundamental. Alguns agentes podem ser estáticos, outros móveis, a mobilidade é definida pelo grau em que os agentes podem percorrer por meio da rede e dos sistemas;
- Habilidade de comunicação: capacidade do agente se comunicar com fontes, para ter acesso à informação de terceiros. A comunicação pode variar de uma simples requisição, com uma série de possíveis respostas, até uma complexa comunicação com respostas variáveis;

- Habilidade social: demonstra a capacidade do agente em se comunicar com outros agentes colaborativamente, em que os agentes podem trabalhar conjuntamente em função de um benefício mútuo;
- Confiança: considera o senso de confiança em que o usuário tem a respeito do agente em sua capacidade de realizar suas funções, também tratados como conceitos de veracidade e benevolência;
- Reatividade/Pró-atividade: consiste no potencial do agente de perceber seu ambiente e responder a ele (reatividade), ou caso considere necessário, tomar a iniciativa (pró-atividade), deixando de apenas responder ao usuário para auxiliá-lo em sugestões e em suas tarefas mesmo sem ser solicitado.

Além da nomenclatura já empregada, Kauffman, March e Wood (2000, p. 221) propõem seis características que definem a sofisticação de um agente inteligente. São elas: 1) Inteligência; 2) Validação; 3) Concorrência; 4) Recorrência; 5) Monitoramento; e 6) Interatividade. Sendo que estes conceitos já foram definidos anteriormente de outra forma, associando à inteligência com a capacidade de raciocínio; a validação com a pró-atividade do agente; a concorrência demonstrando a capacidade do agente de realizar diversas tarefas ao mesmo tempo; a recorrência na sua habilidade de reativar comunicações interrompidas; o monitoramento na verificação de alterações no ambiente; e na interatividade onde o agente é capaz de aprender. Agentes que utilizam esses princípios em seu desenvolvimento possuem uma maior vida útil de aplicação.

Com isso, os agentes podem ser divididos em três categorias (RUSSEL; NORVIG, 1995):

- Agentes de simples reflexo: que, com base na percepção do ambiente, verificam quais ações devem utilizar, sendo as ações baseadas em regras de condição;

- Agentes baseados em objetivos: também utilizam como base a percepção do ambiente, mas analisam a situação atual, estabelecem a situação ideal (objetivo) e selecionam a ação com base em seu objetivo;
- Agentes baseados em utilidade: neste caso, a partir da percepção do ambiente o agente identifica qual a situação desejada de acordo com sua utilidade e a partir disto, define a ação a ser tomada.

3.2 Tipos de Agente Inteligentes

Existem diversos tipos de agente, cada classificação decorre em função do tipo de aplicação desejada, de acordo com a funcionalidade exigida para o alcance dos objetivos propostos aos agentes. Dependendo do objetivo do agente novos tipos podem ser desenvolvidos.

Vasarhelyi, Bonson e Hoitash (2005, p.61) dividem os agentes inteligentes em sete tipos diferentes:

- Agentes de Aprendizado: são agentes que observam as ações dos usuários, buscando padrões repetitivos e os automatizando desde que aprovados pelos usuários. Estes agentes trabalham como aplicações secundárias e visam facilitar as atividades do usuário;
- Agentes de Observação: estes tipos de agentes realizam buscas de acordo com um perfil determinado pelo usuário em um processo repetitivo e constante. Quando a informação dentro do perfil solicitado é encontrada o principal (usuário) é informado;

- Agentes de Compra: estes agentes são destinados a fazer buscas e comparações de preços para encontrar a melhor opção de compra ao principal. Normalmente os agentes inteligentes são associados a aplicações em Internet e Comércio Eletrônico (*e-commerce*), o que torna este tipo de agente um dos mais difundidos e utilizados;
- Agentes de Busca: são agentes capazes de realizar pesquisas baseadas nas interpretações dos critérios de busca definidos pelo usuário, também nesse caso a Internet é uma das aplicações mais importantes;
- Agentes de Ajuda: estes tipos de agentes possuem como finalidade o auxílio ao principal, verificando suas dificuldades e propondo soluções ou mesmo os relembrando de informações que foram armazenadas e são consideradas relevantes;
- Agentes Internos de Negócios: são agentes utilizados para facilitar o processo de negociação e mesmo os processos do negócio. Com a nova economia e a Internet as estratégias de preço ganharam caráter dinâmico, como os processos de negociação de preços e a precificação de acordo com a demanda observada, com a automatização desses processos os custos de negociação podem ser eliminados;
- Sistemas Multi Agentes: são sistemas (Figura 10) que incluem diferentes agentes trabalhando conjuntamente, cada qual com sua especialidade, devendo enfatizar a cooperação de agentes independentes relacionada ao objetivo comum (WACHSMUTH, 2000, p.12).

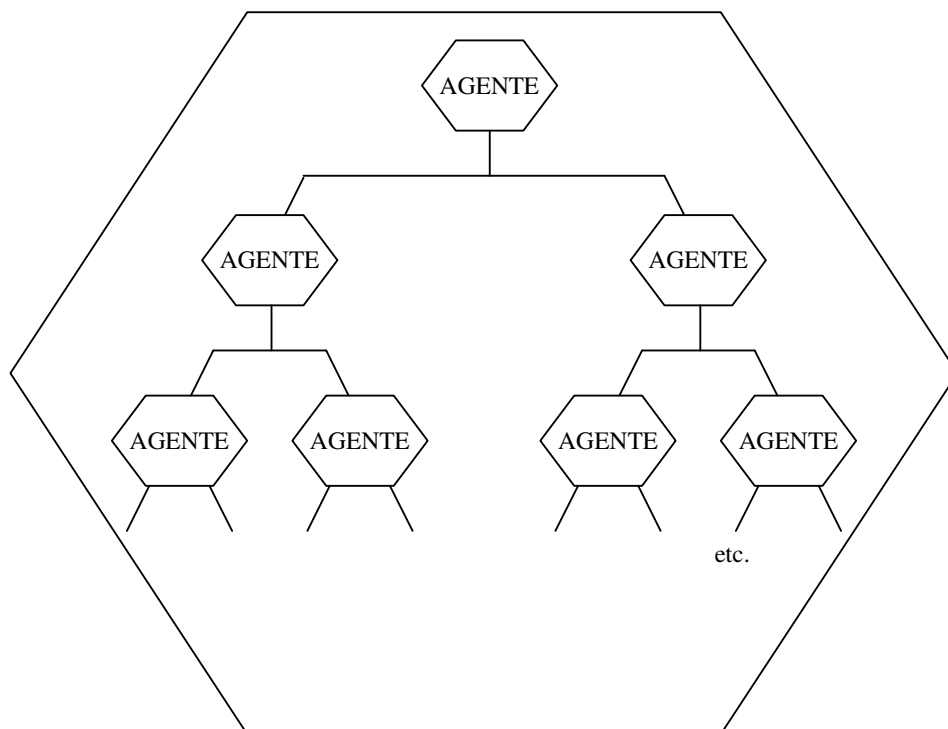


Figura 10. Sistemas multi agentes (WACHSMUTH, 2000)

3.3 Aplicações de Agentes Inteligentes

Os agentes inteligentes possuem aplicações em diversas áreas, englobando todos os tipos de agente e utilizando quaisquer técnicas de inteligência artificial para tal. Normalmente as aplicações de agentes inteligentes estão associadas ao ambiente da Internet, devido às facilidades por ela proporcionada, mas isso não restringe sua aplicação em outras áreas e principalmente em outros ambientes.

A infinidade de aplicativos desenvolvidos sob a teoria dos agentes inteligentes e multi agentes crescem a cada dia, proporcionando possibilidades de aplicação em diversas áreas. Aplicações em processamento distribuído, interfaces de colaboração, simulação de ambientes

(WOOLDRIDGE; JENNINGS, 1995, p. 41), reconhecimento de intenção para simulações militares (HEINZE, 2004, p. 23), planejamento de capacidade da produção nos ERP's (KIM, 1999, p. 15), negociação para alocação de custos (YAN; YEN; BUI, 2001, p. 187), ou mesmo em outras áreas podem ser facilmente verificados na literatura.

Aplicações em contabilidade são raras, mesmo assim as possibilidades existentes da aplicação dessa tecnologia nas atividades contábeis foram preconizadas por Baker e Witmer (1997, p. 32) quando destacam a possibilidade dos agentes inteligentes propiciarem um novo estágio de revolução na contabilidade gerencial. Nesse sentido, aplicações em relatórios financeiros, em auditoria, no monitoramento de fraudes são demonstrados como aplicações relevantes, mas que ainda não prevalecem na Internet (VASARHELYI; BONSON; HOITASH, 2005, p. 72).

3.4 Inteligência Artificial

A inteligência artificial é um campo que busca o desenvolvimento de sistemas que sejam capazes de tomar decisões com base no raciocínio. Assim, esses sistemas computadorizados devem aprender de acordo com uma base de informação e serem capazes de extrapolar esta informação, generalizando a aplicação desse conhecimento a novas possibilidades.

Existem duas formas de aprendizado, 1) a dedutiva na qual o sistema é desenvolvido baseado em regras que tornam possível o raciocínio por meio da generalização do conhecimento, normalmente o processo de formalização do conhecimento é realizado por especialistas; e 2) a indutiva na qual são aplicadas técnicas de extração do conhecimento

(conhecidos por indutores) sobre uma base de dados passados, sendo obtidos modelos sob a forma de regras, algoritmos ou funções matemáticas capazes de gerar o conhecimento.

Os modelos indutivos podem ter seu aprendizado supervisionado, no qual o erro do modelo é controlado, pois são conhecidas todas as características dos dados históricos utilizados em seu aprendizado, ou não supervisionado, onde apenas se tem a informação histórica, sem sua classificação. Diferentes modelos indutivos apresentam diferentes vieses (*bias*) em seu resultado (ZHANG; TSAI, 2003, p. 90). Esta área de modelos indutivos da inteligência artificial também é conhecida por Aprendizagem de Máquina.

Dentre os diversos modelos existentes dentro da inteligência artificial, além dos híbridos que utilizam conjuntamente dois ou mais modelos, são detalhados os modelos dedutivos de Sistemas Especialistas (*Expert Systems*) e indutivos de Redes Neurais Artificiais (*Artificial Neural Networks*), Raciocínio Baseado em Casos (*Case Based Reasoning* ou *Instance Based Reasoning*) e Indução de Árvores de Decisão (*Decision Trees Induction*).

3.4.1 Redes Neurais Artificiais

As redes neurais artificiais (RNA's) são sistemas computacionais baseados em simulações matemáticas que se assemelham à lógica do raciocínio humano. O modelo foi baseado na neuroanatomia, simulando artificialmente o sistema de comunicação entre as células cerebrais (os neurônios), ou unidade computacionais, que se interligam por uma rede, na qual cada unidade recebe uma série de entradas e as combina numa única saída, que dá entrada em uma nova unidade até a saída final da rede, ou a resposta ao problema (Figura 11), podendo existir mais de uma saída simultaneamente.

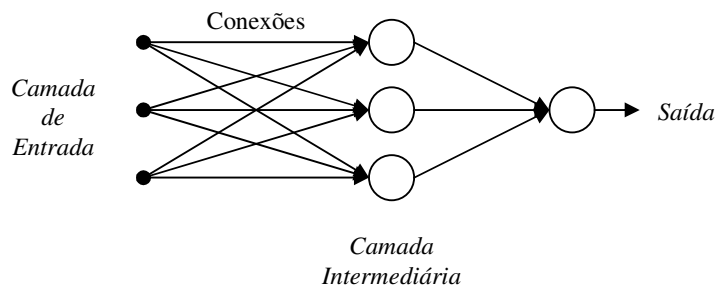


Figura 11. Modelo de rede neural

Valores numéricos são associados às conexões (pesos) entre os neurônios, parametrizando a função de entrada/saída e permitindo aos pesos serem ajustados por um algoritmo de aprendizado (JORDAN; BISHOP, 1996, p. 73). Este ajuste nos pesos das conexões determina o aprendizado, existindo inúmeros algoritmos para tal, sendo cada neurônio uma unidade de processamento que utiliza uma função de transferência para determinar a informação a ser transmitida para os próximos neurônios (Figura 12).

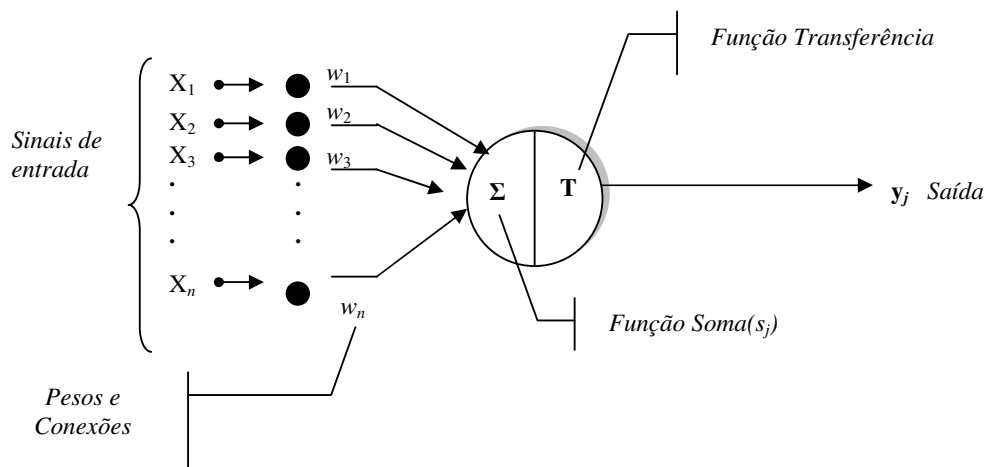


Figura 12. Modelo de um neurônio artificial

O problema de aprendizado na rede neural consiste simplesmente em determinar o melhor conjunto de pesos nas conexões que permitam a rede realizar o processamento desejado (RUMELHART; WIDROW; LEHR, 1994, p. 89).

3.4.2 Raciocínio Baseado em Casos

A técnica de raciocínio baseado em casos (RBC) é uma metodologia na qual o problema é solucionado baseado na busca, retorno e adaptação de *casos*, ou da descrição do episódio de problemas e suas soluções associadas (ALLEN, 1994, p. 40).

O modelo RBC pode ser considerado como um processo de cinco etapas (ALLEN, 1994, p. 40):

- Apresentação: a descrição do problema corrente é utilizada como entrada do sistema;
- Retorno: o sistema retorna o caso mais compatível armazenado em sua base de casos (banco de dados de casos);
- Adaptação: o sistema usa a descrição e os casos mais compatíveis para gerar uma solução ao problema corrente;
- Validação: a solução proposta é validada pelo usuário ou ambiente;
- Atualização: caso seja apropriado, a solução validada é incorporada à base de casos para utilização futura.

Estas etapas do processo são interdependentes e se relacionam ciclicamente no processo (Figura 13).

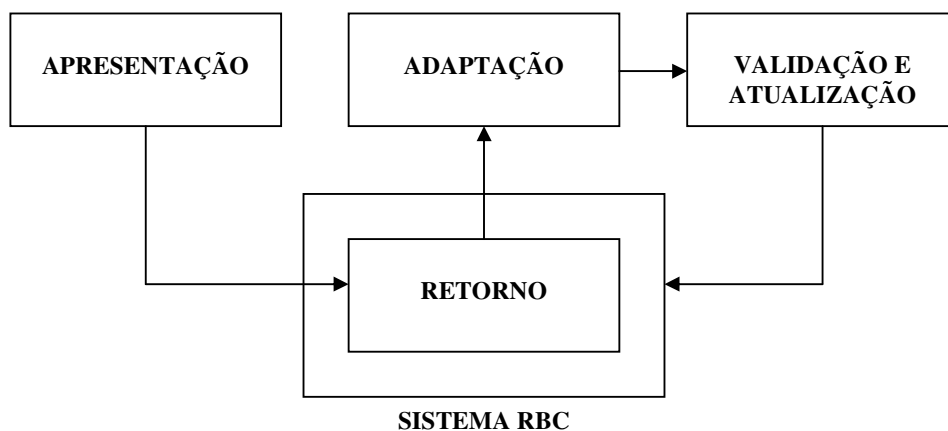


Figura 13. Processo de solução de problema usando um sistema RBC (KESH, 1995)

3.4.3 Indução de Árvores de Decisão

As árvores de decisão são formadas por estruturas de dois tipos (QUINLAN, 1996, p. 71):

- Nó de decisão: também chamados de nós de teste, esta parte da árvore realiza um teste sobre algum dos atributos dos exemplos utilizados no modelo, sendo cada resultado associado a duas ou mais sub-árvores; e
- Nós folha: indicam as classes previamente rotuladas do modelo e a probabilidade associada de sua classificação.

A estrutura dos nós é montada em uma cadeia que dá a forma de uma árvore (Figura 14). O modelo pode ser bastante diferenciado, de acordo com o número de nós e classes existentes, demonstrando os diferentes atributos, classes e até os benefícios associados a cada classe.

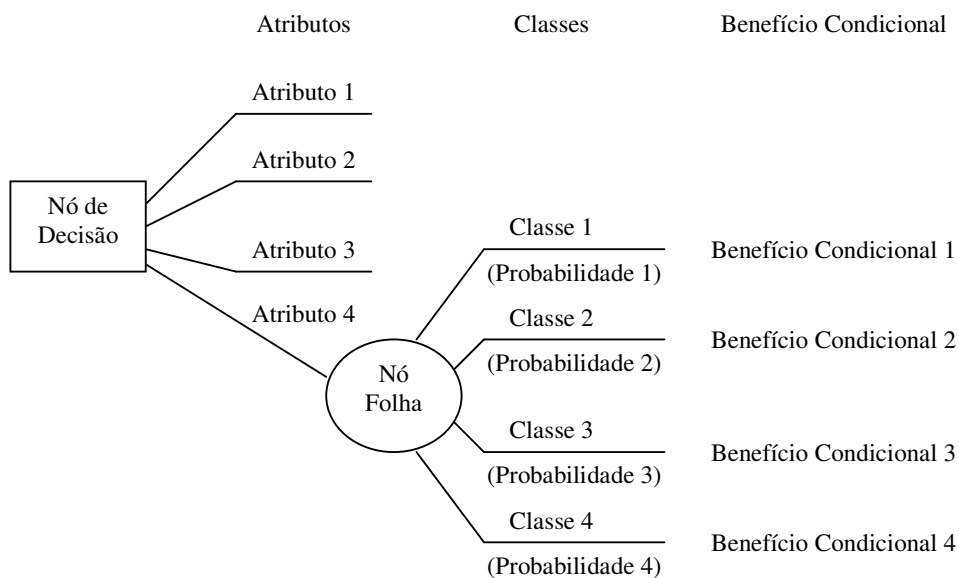


Figura 14. Estrutura de uma árvore de decisão (Adaptado – COLES; ROWLEY, 1995)

Também, nesse modelo de inteligência artificial, existem diversos algoritmos de extração das árvores a partir dos casos de exemplo, que trabalham basicamente por separação entre as classes, de modo a gerar nós de decisão específicos a cada classe, minimizando o erro (MONARD; BARANAUSKAS, 2005, p. 121). Além disso, existem processos de poda que buscam simplificar a estrutura da árvore sem prejudicar sua capacidade de tomada de decisão.

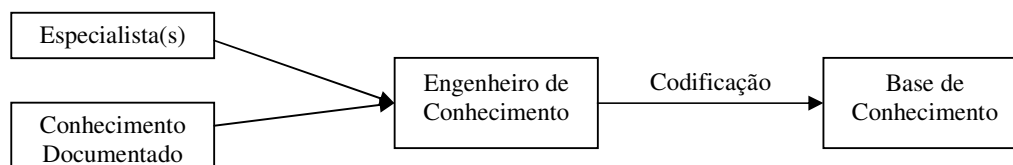
3.4.4 Sistemas Especialistas

Os sistemas especialistas são programas computacionais que realizam tarefas destinadas a especialistas humanos, apesar disso, eles não substituem o ser humano como tomador da decisão (BARBERA, 1987, p. 17), pois não possuem características de autonomia.

Além disso, os sistemas especialistas diferem dos programas computacionais convencionais em sua função e estrutura. Na função, por realizar atividades normalmente designadas a humanos e em sua estrutura pela maneira com a qual realiza estas funções – ferramentas e metodologias da inteligência artificial (BROWN; PHILLIPS, 1995, p. 12).

Utilizando regras do tipo “Se ..., Então ...” estes sistemas são desenvolvidos com o auxílio de especialistas que encontram sozinhos formas de condensar sua experiência em regras simples (FOLTIN; SMITH, 1994, p. 50). Esse sistema de regras (Figura 15) segue uma lógica sobre como o ser humano toma a sua decisão, chamada de heurística. Caso a tarefa seja estruturada, não necessite de cálculos avançados e utilize heurística, o sistema especialista será ideal para o auxílio na tomada de decisão (SHIM; RICE, 1988, p. 8).

(a) Aquisição do Conhecimento (TURBAN, 1992)



(b) Utilização do Sistema Especialista

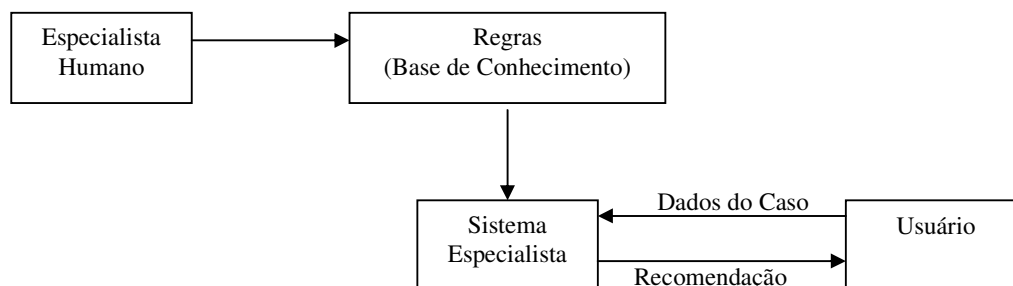


Figura 15. Esquema de funcionamento de sistemas especialistas (Baseado em TURBAN, 1992)

Pelo fato deste estudo recair sobre a proposta de aplicação de agentes inteligentes, os sistemas especialistas foram selecionados como ferramenta de inteligência artificial, pois, como a aplicação em sistemas de informação contábeis é bem estruturada, existindo especialistas e conhecimento documentado sobre as operações da contabilidade para a obtenção de regras.

4 MODELAGEM DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO COM AGENTES INTELIGENTES

O modelo proposto é baseado na aplicação da tecnologia de agentes inteligentes aos sistemas de informação contábeis, buscando dessa forma aperfeiçoar a maneira como os sistemas disponibilizam a informação aos usuários, proporcionando variações de formatação e detalhamento da informação.

Nesse processo a performance do sistema de informação contábil é fortemente influenciada por aspectos como a capacitação do pessoal de tecnologia da informação, o tamanho da organização, o suporte da administração, envolvimento dos usuários e formalização do sistema desenvolvido (CHOE, 1996, p. 227). Dentre esses fatores, o envolvimento dos usuários e a formalização do sistema merecem destaque, pois, o contador deve ser também um ator central no comando do sistema, e os sistemas não deveriam ser “caixas pretas” (FISHER, 1997, p. 34), o que normalmente não acontece, prejudicando estas duas características.

A função da contabilidade é a comunicação, seus relatórios são utilizados para tomadas de decisões financeiras e na revisão das conseqüências dessas decisões (BABICH, 1975, p. 172). Mesmo assim, diferentes culturas resultam em diferentes modelos contábeis. Um exemplo disso é o fato da contabilidade ocidental ser deficiente em atender as

necessidades dos usuários de países em desenvolvimento, como demonstrado por Baydoun e Willett (1995, p. 68), e os sistemas de informação contábeis deveriam facilitar o tratamento diferenciado nestes casos.

Além disso, existe uma relação direta entre a escolha de sistemas de informação e o *disclosure* (abertura de informação) nas organizações (STOCKEN; VERRECCHIA, 2004, p.1199).

Ao analisar os sistemas de informação contábeis e a forma com que são estruturados fica evidenciada a superioridade do modelo REA em relação ao modelo DCA, em função da sua ampla capacidade de armazenar informação financeira e não financeira, a respeito dos eventos econômicos que afetam a situação patrimonial da entidade, fato que não é possível no modelo DCA.

Apesar de sua maior complexidade, em função da modelagem Entidade-Relacionamento (E-R) utilizada, o modelo REA pode ser visto como uma aplicação da contabilidade nos sistemas ERP (VERDAASDONK, 2003, p. 44).

Mesmo sendo o modelo REA o mais aceito para estruturar os fenômenos contábeis, este é eficiente no armazenamento dos dados, mas não no tratamento da informação (VERDAASDONK, 2003, p. 45). Dessa maneira, se torna necessário o desenvolvimento de uma proposta destinada ao tratamento dos dados, gerando informação relevante, confiável e comparável, características estas que determinam a utilidade da informação contábil (FASB, 1980, p.7).

O desenvolvimento desta proposta de tratamento dos dados pode ser feito através da linguagem de banco de dados orientado a objetos. A utilização de modelagem orientada a objetos foi introduzida no desenvolvimento de sistemas de informação contábeis por Knaus (2001), mas sua proposta utiliza como base o modelo DCA, sendo cada conta contábil como classe distinta (KNAUS, 2001, p. 78).

A modelagem de banco de dados orientados a objeto surgiu das limitações dos bancos de dados relacionais, seu objetivo básico é o gerenciamento de grandes volumes de informação, possuindo maior facilidade no tratamento de dados e atendendo aos requisitos atuais de sistemas com outros tipos de bancos de dados, como o hipertexto, tão amplamente utilizado (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 1999, p.249).

Dentro desta característica a linguagem UML (*Unified Modeling Language*) pode ser aplicada, principalmente por ser uma ferramenta apropriada para modelagem de agentes inteligentes (HEINZE, 2004, p. 41) e baseada em bancos de dados orientados a objetos. Esta abordagem se difere dos sistemas de informação contábeis tradicionais por separar os dados das operações de modelagem da informação ao mesmo tempo em que utiliza uma abordagem orientada a objetos.

Apesar de suas vantagens, as aplicações orientadas a objetos não seriam capazes de substituir o modelo REA no armazenamento dos dados, isto porque o modelo REA é mais voltado para a estruturação do fenômeno contábil (dados) do que em sua aplicação (VERDAASDONK, 2003, p. 55) na geração de informação e a linguagem orientada a objetos não possui estas qualidades.

Mesmo assim, a análise da informação é cada dia mais exigida, principalmente após as complexas necessidades impostas pela Lei Sarbanes-Oxley (nos Estados Unidos), sugerindo a necessidade de uma técnica de modelagem que capture os aspectos tanto quantitativos quanto qualitativos dos processos contábeis (YAO, CHAN e PROKOFIEVA, 2005, p. 15).

Para o desenvolvimento do agente inteligente, além da linguagem UML, é necessário definir o tipo de inteligência artificial a ser utilizado. Pelo fato de ser uma aplicação que busca a formatação da informação em relatórios no auxílio à tomada de decisão além de possíveis análises estruturadas, a técnica de sistemas especialistas é pertinente, pois se baseia em regras

para a associação entre os eventos econômicos registrados no banco de dados proposto baseado no modelo REA.

Outro ponto que suporta esta seleção é o fato da utilização de algoritmos com base em regras para os sistemas de informação contábeis apresentarem uma série de vantagens que suportam ainda mais a opção por sistemas especialistas, como:

- representação natural;
- facilidade de codificação, design e modificação do sistema;
- capacidade de verificação;
- vantagens na utilização de modelos matemáticos;
- facilidade do desenvolvimento de interfaces com o usuário; e
- padronização e economia de escala (BAILEY JR. et al. 1992, p. 58).

4.1 Modelagem Proposta

Visando um melhor desempenho da modelagem proposta, a forma de desenvolvimento por UML é utilizada para facilitar a visualização e a integração entre os diferentes objetivos.

No sistema tradicional os relatórios são desenvolvidos no próprio banco de dados, enquanto no modelo proposto (utilizando uma abordagem REA orientada a objetos) os relatórios e suas análises são desenvolvidos através de agentes inteligentes, baseados em sistemas especialistas. A grande diferença se dá na separação da aplicação de contabilidade do banco de dados, o que não ocorre normalmente.

Assim, para tal desenvolvimento, a utilização da linguagem UML para a modelagem do sistema é de grande auxílio, é importante ressaltar que a modelagem proposta é uma simplificação da realidade, apresentando um caso geral de um sistema de informação para qualquer atividade que se deseje assumir.

Desse modo, enquanto a modelagem E-R no modelo REA assume 3 entidades (Recursos, Eventos e Agentes), para o desenvolvimento da modelagem Orientada a Objetos estes recursos, eventos e agentes são as classes a serem implementadas.

Assim, a proposta é de um modelo REA Orientado a Objetos (REAOO) com a utilização de agentes inteligentes.

O objetivo deste trabalho não foca a apresentação de conceitos UML ou sobre a modelagem de bancos de dados orientados a objeto, mesmo assim, alguns aspectos iniciais são necessários para a compreensão da modelagem proposta.

A linguagem UML surgiu da necessidade de facilitar o processo de desenvolvimento de sistemas, a partir dos requisitos desejados, por isso não apresenta qual programação deve ser feita via *software* para que o sistema apresente as características requisitadas, mas indica as formas pelas quais se deseja que o sistema opere em diferentes níveis e a partir destas definições o sistema pode ser desenvolvido.

A UML atualmente está em sua versão 2.0, sendo composta por 13 diagramas (MEDEIROS, 2004, p. 10):

- Diagrama de Atividades: onde são apresentadas todas as atividades que devem ser contidas no sistema;
- Diagrama de Caso de Uso: este diagrama representa todo o macroprocesso que reúne diversas atividades, sendo a representação das variadas ações que visam à consecução desta macroatividade (MEDEIROS, 2004, p. 37);

- Diagrama de Classes: neste diagrama são apresentadas classes que compõem o sistema, este conceito de classe será abordado posteriormente, no desenvolvimento deste diagrama;
- Diagrama de Objetos: este diagrama auxilia o diagrama de classes, sendo demonstrada para cada classe seus objetos ao longo do tempo;
- Diagramas de interação: Diagrama de Seqüência (onde são indicadas as seqüências de atividades), Diagrama de Comunicação (indica os pontos de interação entre usuário e sistema), Diagrama de Interação – Visão Geral (congrega vários diagramas, podendo ser os diagramas de seqüência, comunicação e *timing*), Diagrama de *Timing* (demonstra a interação entre objetos em determinado ponto do tempo);
- Diagrama de Estado: indica os possíveis estados das classes, em um determinado tempo;
- Diagrama de Pacotes: demonstra como as classes, objetos e atividades (normalmente casos de uso) podem ser inseridos e suas dependências;
- Diagrama de Componentes: onde são indicados os componentes necessários ao sistema, mesmo arquivos;
- Diagrama de Implantação: indica a forma de relação entre os componentes do sistema, sejam estes recursos de infra-estrutura, de rede ou artefatos do sistema;
- *Composite Structure Diagram*: demonstra a colaboração entre instâncias de classes, objetos ou interfaces.

Para o desenvolvimento da modelagem proposta neste trabalho nem todos os diagramas indicados serão utilizados, na verdade, no desenvolvimento do sistema a partir da

UML não são necessários todos estes diagramas, cada um apresenta uma funcionalidade diferente, que de acordo com a complexidade do sistema pode ser necessária. Mesmo em desenvolvimentos muito específicos nem todos os diagramas são aplicados.

4.1.1 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso é o principal diagrama UML, pois nele é demonstrado como deverá ser o funcionamento geral do sistema. O diagrama apresenta os atores envolvidos no macroprocesso. Assim, o diagrama de caso de uso para uma atividade geral baseada no modelo REA os agentes (internos e externos) são os atores e os eventos (transação e intra-ação) são as atividades do processo que afetam os recursos em sua alocação (Figura 16), conforme notação UML (ANEXO A – Notação UML Caso de Uso).

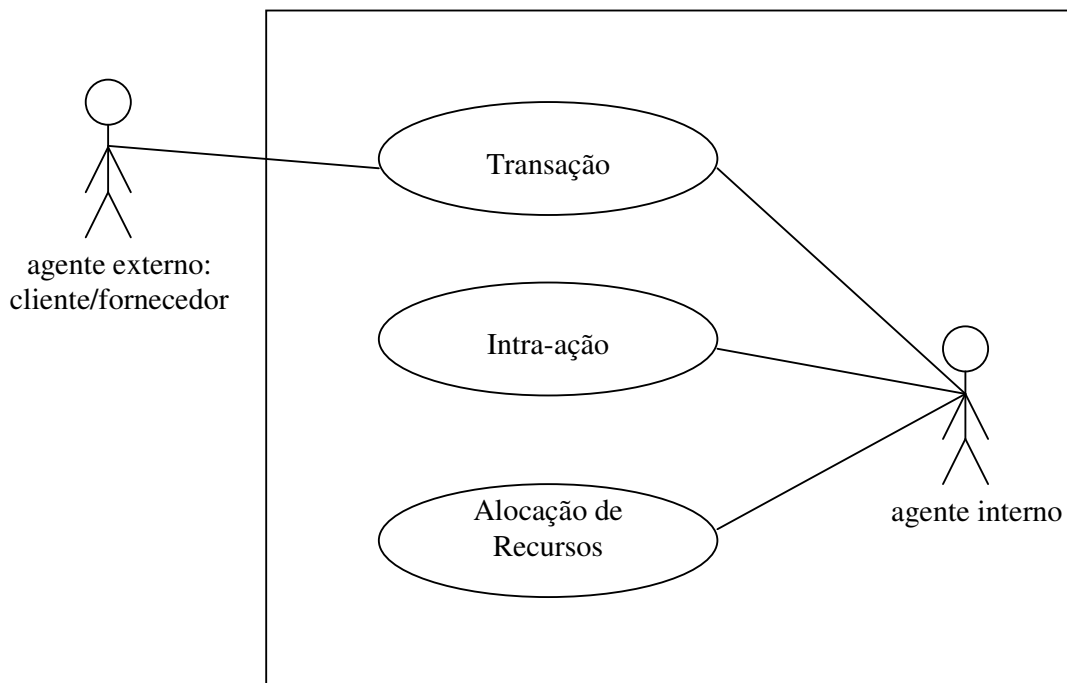


Figura 16. Diagrama de caso de uso – modelo geral para REA

Este diagrama possui plena funcionalidade para qualquer caso de transação ou intração, ou seja, ele atende perfeitamente os requisitos necessários para o modelo REA, apesar de ser orientado a objetos. Para o desenvolvimento do sistema este caso de uso geral pode ser desmembrado em diversos outros casos de uso, mais detalhados.

Mesmo assim, um aspecto muito importante não está sendo considerado no modelo, o usuário a informação. Interno ou externo este usuário deve ser capaz de receber informações para a tomada de decisão.

Desse modo, a proposta é a utilização de Agentes Inteligentes para o desenvolvimento da informação para os diferentes tipos de usuário. Assim, o esquema externo (conforme modelo REA figura 6) pode ser desenvolvido por meio de Agentes Inteligentes, onde este agente será um novo ator neste diagrama (Figura 17).

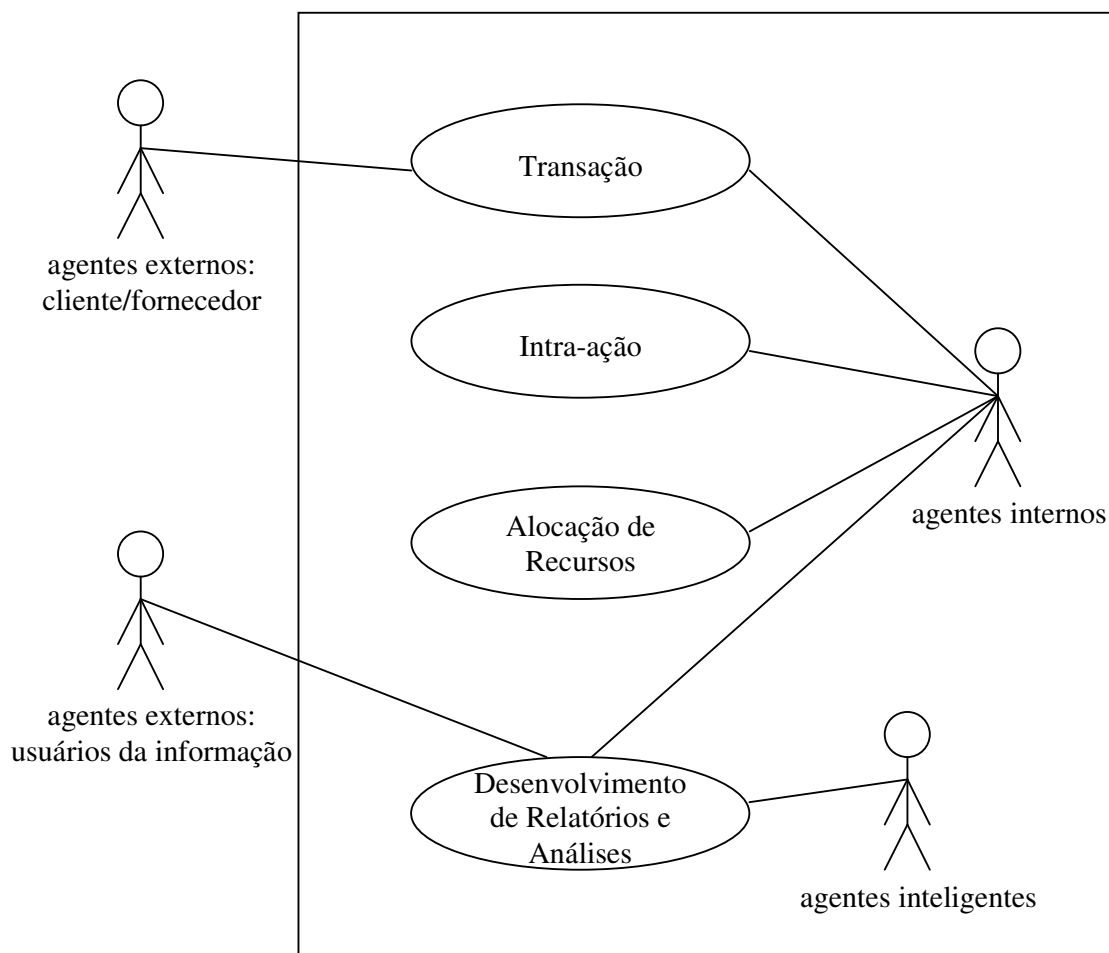


Figura 17. Diagrama de caso de uso – modelo geral para REA com aplicação de agentes inteligentes

Observe que enquanto os agentes externos podem tomar parte nos eventos de transação como clientes e fornecedores, os agentes internos além de atuarem na transação (como vendedores) também são os responsáveis pela intra-ação (operários de produção, por exemplo) e na alocação de recursos (gerentes ou responsáveis). Além disso, com a inserção de agentes inteligentes no desenvolvimento de relatórios e análises que atendem tanto a usuários externos (credores, governo, investidores, etc.) quanto a usuários internos (gerentes, gestores, diretoria e outros).

Uma abordagem mais detalhada do diagrama de caso de uso pode ser desenvolvida para sistemas específicos, mas, novamente, o objetivo deste trabalho consiste na proposta de um modelo de aplicação generalizado.

4.1.2 Diagrama de Classes

O diagrama de classes corresponde à utilização dos conceitos de classes e sua comunicação com as demais classes para a formatação do sistema. Para tal, a definição de classes e objetos é primordial no entendimento deste diagrama.

Basicamente, um objeto corresponde a uma entidade no modelo Entidade-Relacionamento. Apesar disso, toda a interação do objeto com o restante do sistema é via mensagens (pedidos entre os objetos), assim, os objetos são independentes, sendo considerados dados encapsulados.

Em geral, um objeto tem associado a ele (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 1999, p.251):

- Um conjunto de variáveis que contém os dados para o objeto; as variáveis correspondem aos atributos no modelo E-R;

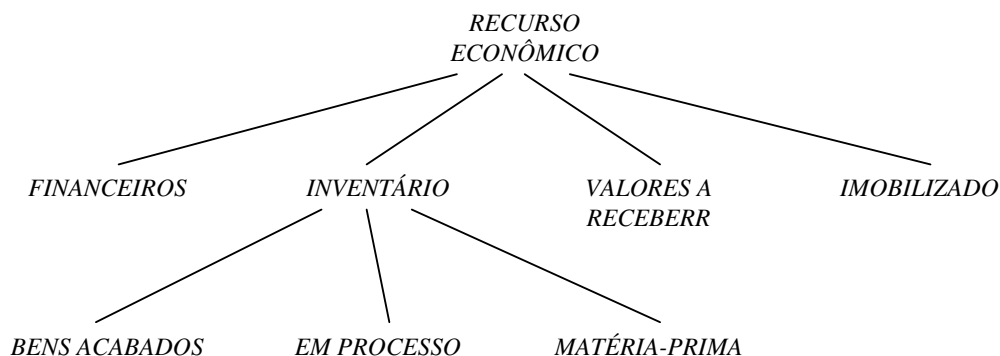
- Um conjunto de mensagens ao qual o objeto responde;
- Um conjunto de métodos, cada qual sendo um corpo de código para implementar a mensagem.

Normalmente, existem muitos objetos similares em um banco de dados, ou seja, eles respondem às mesmas mensagens, usam os mesmos métodos e tem variáveis de mesmo nome e tipo. Dessa forma, o agrupamento desses objetos similares se dá por meio das classes (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 1999, p.252).

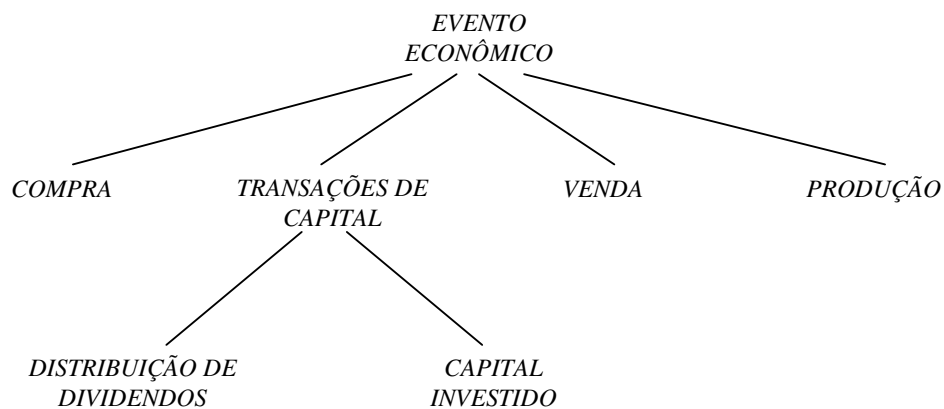
Com isso, dentro da modelagem proposta, as entidades utilizadas no modelo REA (recursos, eventos e agente) podem ser consideradas como classes. Na modelagem orientada a objetos para banco de dados, uma classe pode possuir hierarquia de especialização, ou seja, o relacionamento ISA, que indica uma classe como sendo especialização de outra (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 1999, p.253).

Assim, analogamente a generalização apresentada no modelo REA (Figura 4), é possível determinar uma especialização para as classes Recursos Econômicos, Eventos Econômicos e Agentes Econômicos (Figura 18).

(a) Classe: Recursos Econômicos



(b) Classe: Eventos Econômicos



(c) Classe: Agentes Econômicos

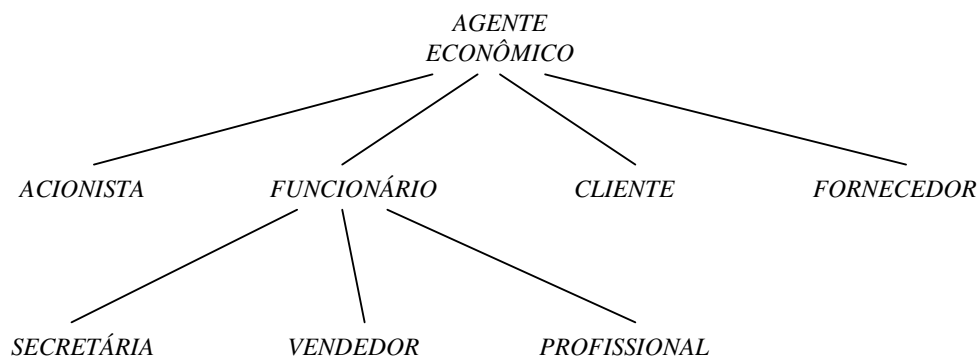


Figura 18. Hierarquia de classes

A partir da determinação das classes e suas especializações é possível compor o modelo geral do diagrama de classes (Figura 19) dentro da proposta apresentada no modelo REA – conforme notação sobre o diagrama de classes no ANEXO B.

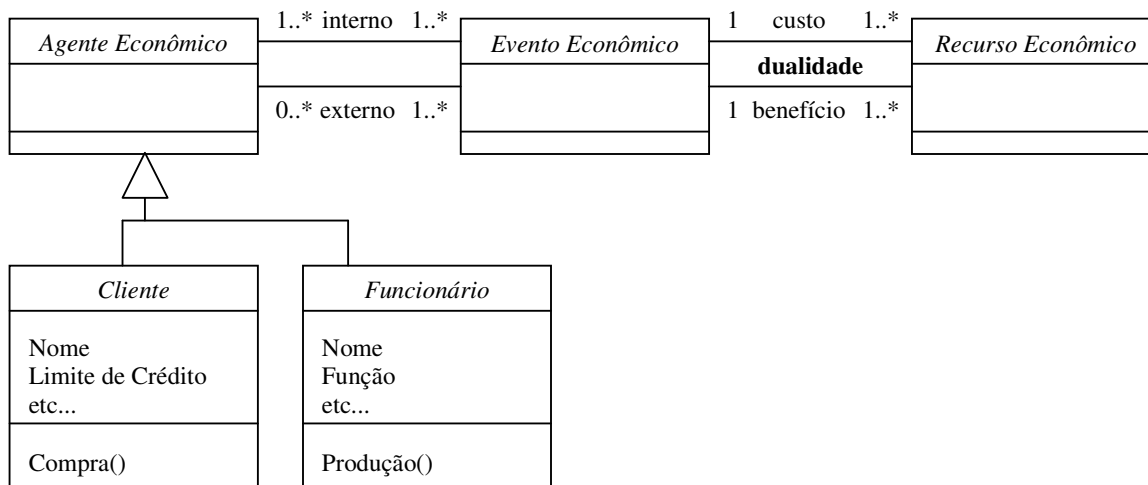


Figura 19. Modelo REA orientado a objetos

No modelo REA Orientado a Objetos (REAOO) proposto, um agente econômico, que pode ser interno ou externo (apesar de sempre existir ao menos um agente interno no processo), realiza um ou mais eventos econômicos e o próprio evento econômico gerado ocasiona a dualidade (Custo *vs.* Benefício) em relação aos recursos, proporcionando consumo (custo) e geração (benefício) de um ou mais recursos simultaneamente.

No caso geral da comercialização de um produto fabricado na própria entidade, um cliente (agente econômico externo) pode adquirir um ou mais produtos junto a um vendedor (agente econômico interno), ocasionando um evento econômico (venda) que terá impacto nos recursos econômicos, seja sob a forma de custo de uma ou mais unidades, seja na forma de benefício com o recebimento financeiro ou direito de recebimento futuro.

Analogamente ao exemplo, um funcionário (agente econômico interno) pode efetuar a produção (evento econômico) que altera os recursos econômicos sob a forma de custo em matéria-prima e mão de obra, e benefício como produtos acabados.

Este modelo, assim como o formato original do modelo REA baseado em Entidade-Relacionamento, pode ser aplicado a qualquer situação dentro dos diversos tipos de organizações que realizem atividades econômicas. Torna-se importante salientar que na

comunicação entre os agentes inteligentes e o banco de dados proposto são armazenados dados, de acordo com os diferentes tipos de eventos. De maneira sintética, cada classe possui em seu banco de dados os seguintes objetos:

- Recursos (classe):
 - Tipo de Recurso;
 - Valor Recurso;
 - Vida Útil (para bens ativos);
 - Quantidade (física);
- Eventos (classe):
 - Tipo de Evento;
 - Data do Evento;
 - Tipo de Produto (para eventos de intra-ação)
 - Quantidade Produzida (para eventos de intra-ação);
 - Forma de Pagamento/Recebimento (para eventos de transação);
 - Data de Pagamento/Recebimento (para eventos de transação);
- Agentes (classe):
 - Tipo de Agente (interno ou externo);
 - Função;
 - Nome;
 - Salário (para agentes internos);
 - Demais informações cadastrais.

O próximo passo, dentro da UML, seria o diagrama de atividades, onde são apresentadas todas as atividades, mas como este estudo trata de uma proposta de modelo conceitual geral para utilização do modelo REA orientado a objetos com agentes inteligentes os demais diagramas não são necessários e nem desenvolvidos.

4.1.3 Proposta de Aplicação de Agentes Inteligentes

Como apresentados anteriormente os agentes inteligentes são um campo da inteligência artificial, estes sistemas computacionais tem por objetivo auxiliar os usuários não apenas pelo desempenho de atividades de maneira autônoma, mas também por utilizarem técnicas de inteligência artificial em sua realização.

No modelo REA OO proposto a partir do caso de uso (Figura 17) os agentes inteligentes tomam para si as atividades de desenvolvimento de relatórios bem como sua análise. Se observado no modelo REA em sua forma original o desenvolvimento de relatórios no banco de dados baseado em Entidade-Relacionamento fica a cargo do "Esquema Externo", onde os modelos de relatórios seriam desenvolvidos a partir do banco de dados.

A proposta deste modelo REA Orientado a Objetos com a utilização de Agentes Inteligentes consiste no uso de agentes inteligentes não apenas para desempenhar a função do "Esquema Externo", dando maior maleabilidade e possibilidade de tratamento da informação ao sistema como será demonstrado, além de possibilitar que o próprio agente inteligente atue na análise da informação gerada.

Dessa forma, o agente inteligente interage diretamente com o modelo REA Orientado a Objetos proposto, obtendo os dados necessários para o desenvolvimento e análise de relatórios.

A premissa básica é a separação do registro dos dados de sua formatação e análise, enquanto o banco de dados proposto atua no armazenamento dos dados, o agente inteligente pode realizar a concepção da informação e sua análise.

Daí a necessidade de um sistema orientado a objetos, uma vez que o agente possui a necessidade de atuação independente, sendo ele por si só um sistema. Tanto que sua

representação na modelagem UML é de um ator, que desempenha determinada atividade que proverá informação tanto aos usuários internos e externos, também chamados de agentes.

Para a inteligência artificial dos agentes inteligentes são empregados Sistemas Especialistas. Qualquer outro tipo de inteligência artificial poderia ser utilizado para tal finalidade, mas, devido a grande estruturação do conhecimento em forma de regras existentes para esta proposta e a facilidade de compreensão obtida por meio das regras nos Sistemas Especialistas, estes foram selecionados.

Na exemplificação do modelo proposto são apresentados 2 agentes inteligentes, em áreas distintas da contabilidade:

- Contabilidade Financeira: também conhecida como Contabilidade Societária, esta área da contabilidade visa o registro da situação patrimonial e suas alterações; e
- Contabilidade de Custos: área que objetiva a mensuração dos custos relativos à atividade fim da entidade, atualmente existem diversas metodologias de custeio.

A partir da geração de informação efetuada pelos agentes inteligentes, estas devem ser armazenadas em um repositório de informação, um outro banco de dados, que neste caso armazena apenas a informação já analisada e processada.

A atuação do agente inteligente se dá de maneira autônoma, ou seja, o agente inteligente é um software separado do banco de dados, que o acessa remotamente e, atuando por meio de buscas, obtém os dados desejados que sejam necessários para sua atividade de desenvolvimento e/ou análise da informação.

Dessa forma, o sistema de informação contábil será composto por dois ambientes separados, o primeiro é o ambiente de armazenamento de dados, onde o modelo REA orientado a objetos atua, e o segundo ambiente é composto por um ou mais agentes

inteligentes que acessam o banco de dados por meio de interatividade de software e realizam sua função de interpretação (figura 20).

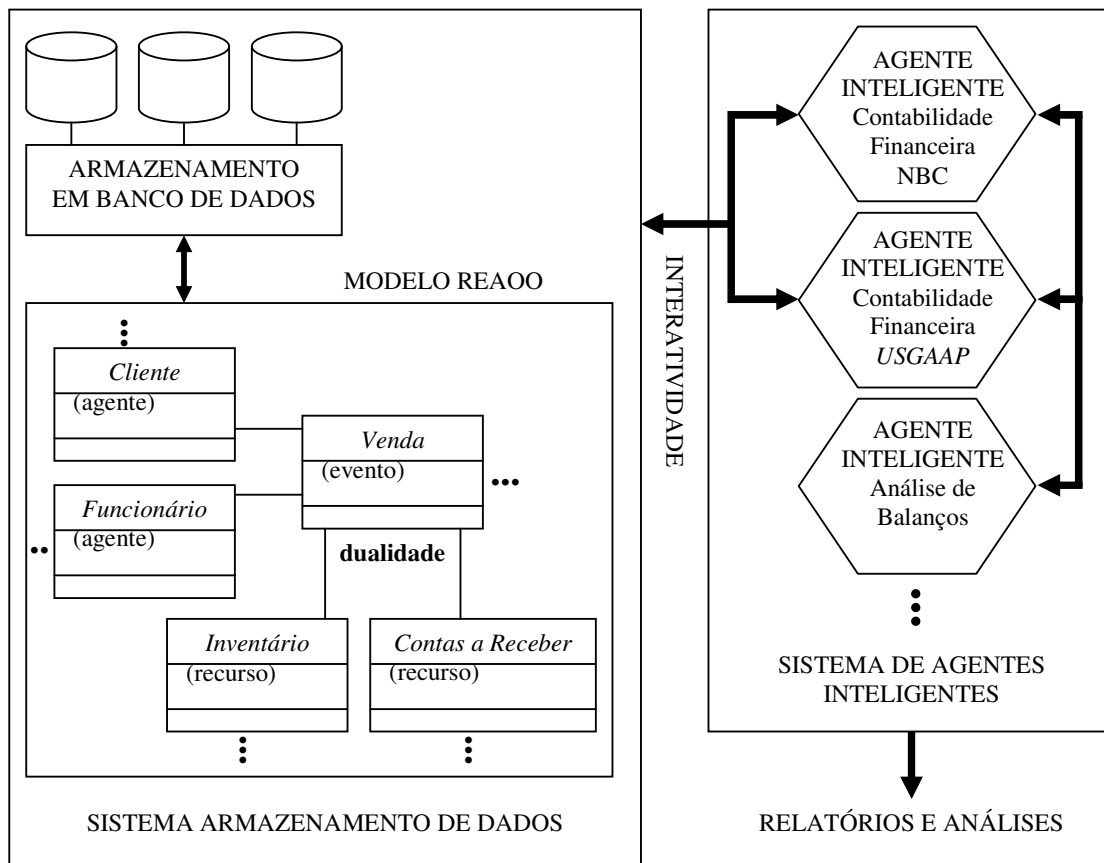


Figura 20. Proposta do Modelo Geral - REA orientado a objetos com agentes inteligentes

Assim, ao mesmo tempo aliam características de autonomia, como a interatividade de dados, aplicação e serviços neste caso, com as características de inteligência artificial de preferência e raciocínio na formatação e análise da informação.

4.1.3.1 Agentes Inteligentes – Contabilidade Financeira

Como no caso da Contabilidade Financeira os relatórios selecionados apenas utilizam informações provenientes dos lançamentos de débito e crédito do Livro Razão o modelo

proposto busca atender a diferentes padrões internacionais selecionados. Neste caso, são utilizados as Normas Brasileiras de Contabilidade (NBC) e o padrão Norte-Americano definido pelo FASB (conhecido por *USGAAP – United States Generally Accepted Accounting Principles*).

Assim, para cada padrão contábil diferente, deve ser desenvolvido um novo agente inteligente, bem como um novo agente inteligente para cada nova necessidade de análise e/ou interpretação da informação.

Para evidenciar as diferenças entre os padrões contábeis (NBC e *USGAAP*) este agente será desenvolvido para realizar a contabilidade financeira dos casos gerais de comercialização, mas também abordando aspectos específicos, como:

- Depreciação: diferenças em taxas e prazos de depreciação;
- Despesas com Pesquisa e Desenvolvimento: tratamento como ativo diferido ou despesa do exercício;
- Arrendamento Mercantil (*Leasing*) Financeiro: contabilização como ativo ou como despesa de arrendamento;
- Gastos Pré-Operacionais: tratamento como ativo diferido ou despesa do exercício.

A partir da definição da aplicação, são desenvolvidas as regras como base do conhecimento do Sistema Especialista.

- Sistema Especialista NBC

Para este sistema especialista, específico para as Normas Brasileiras de Contabilidade, define-se um plano de contas para definição das contas a serem trabalhadas nas demonstrações contábeis. Em seguida são utilizadas regras, neste caso de exemplo as regras são baseadas em Iudícibus, Martins e Gelbcke (2000):

- Regra 1 (Operação de Compra – a Vista): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Compra de Mercadorias e [Evento-Forma de Pagamento] = a Vista, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Mercadorias, Crédito: Disponibilidades;
- Regra 2 (Operação de Compra – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Compra de Mercadorias e [Evento-Forma de Pagamento] = a Prazo, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Mercadorias, Crédito: Fornecedores[Agente-
Nome];
- Regra 3 (Operação de Venda – a Vista): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Venda de Mercadorias e [Evento-Forma de Pagamento] = a Vista, *Então* [Recurso-Valor Recurso(valor de custo)] Débito: Custo da Mercadoria Vendida, Crédito: Mercadorias; [Recurso-Valor Recurso(valor de venda)] Débito: Disponibilidades; Crédito: Receita de Vendas;
- Regra 4 (Operação de Venda – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Venda de Mercadorias e [Evento-Forma de Pagamento] = a Prazo, *Então* [Recurso-Valor Recurso(valor de custo)] Débito: Custo da Mercadoria Vendida, Crédito: Mercadorias; [Recurso-Valor Recurso(valor de venda)] Débito: Clientes; Crédito: Receita de Vendas;
- Regra 5 (Depreciação): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Depreciação, *Então* [Recurso-(Valor Recurso)/(Vida Útil) "método das cotas constantes"] Débito: Despesa Com Depreciação, Crédito: Depreciação Acumulada[Recurso-
Nome];
- Regra 6 (Despesas com Pesquisa e Desenvolvimento – a Vista): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Pesquisa e Desenvolvimento, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Ativo Diferido, Crédito: Disponibilidades; [Recurso-(Valor Recurso)/(Vida Útil)] Débito: Despesa Com Amortização, Crédito:

Amortização Acumulada[Recurso-Nome] (esta é a amortização periódica do ativo);

- Regra 7 (Despesas com Pesquisa e Desenvolvimento – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Pesquisa e Desenvolvimento, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Ativo Diferido, Crédito: Duplicatas a Pagar; [Recurso-(Valor Recurso)/(Vida Útil)] Débito: Despesa Com Amortização, Crédito: Amortização Acumulada[Recurso-Nome] (esta é a amortização periódica do ativo);
- Regra 8 (Arrendamento Mercantil Financeiro – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Leasing Financeiro, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Despesa de Leasing, Crédito: Arrendamento Mercantil;
- Regra 9 (Gastos Pré-Operacionais – a Vista): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Gastos Pré-Operacionais, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Ativo Diferido, Crédito: Disponibilidades; [Recurso-(Valor Recurso)/(Vida Útil)] Débito: Despesa Com Amortização, Crédito: Amortização Acumulada[Recurso-Nome] (esta é a amortização periódica do ativo);
- Regra 10 (Gastos Pré-Operacionais – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Gastos Pré-Operacionais, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Ativo Diferido, Crédito: Duplicatas a Pagar; [Recurso-(Valor Recurso)/(Vida Útil)] Débito: Despesa Com Amortização, Crédito: Amortização Acumulada[Recurso-Nome] (esta é a amortização periódica do ativo);
- Regra 11 (Pagamentos): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Pagamentos, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Fornecedores/Duplicatas a Pagar, Crédito: Disponibilidades.

Diversas outras operações podem ser transformadas em regras, de acordo com suas características para interpretação contábil sob a forma de débitos e créditos (modelo DCA), sendo facilmente desenvolvidas de acordo com as Normas Brasileiras de Contabilidade, mas como o objetivo do trabalho é propor o modelo para efeito de comparação, estas regras são consideradas suficientemente ilustrativas.

- Sistema Especialista *USGAAP*

Para este sistema especialista que atua de acordo com as normas determinadas pelo FASB são utilizadas as seguintes regras como exemplo, com base em KPMG (2001):

- Regra 1 (Operação de Compra – a Vista): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Compra de Mercadorias e [Evento-Forma de Pagamento] = a Vista, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Mercadorias, Crédito: Disponibilidades;
- Regra 2 (Operação de Compra – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Compra de Mercadorias e [Evento-Forma de Pagamento] = a Prazo, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Mercadorias, Crédito: Fornecedores[Agente-
Nome];
- Regra 3 (Operação de Venda – a Vista): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Venda de Mercadorias e [Evento-Forma de Pagamento] = a Vista, *Então* [Recurso-Valor Recurso(valor de custo)] Débito: Custo da Mercadoria Vendida, Crédito: Mercadorias; [Recurso-Valor Recurso(valor de venda)] Débito: Disponibilidades; Crédito: Receita de Vendas;
- Regra 4 (Operação de Venda – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Venda de Mercadorias e [Evento-Forma de Pagamento] = a Prazo, *Então* [Recurso-Valor Recurso(valor de custo)] Débito: Custo da Mercadoria Vendida, Crédito:

Mercadorias; [Recurso-Valor Recurso(valor de venda)] Débito: Clientes;
Crédito: Receita de Vendas;

- Regra 5 (Depreciação): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Depreciação, *Então* [Recurso-(Valor Recurso)x(Fração de uso) "método das somas dos dígitos"]
Débito: Despesa Com Depreciação, Crédito: Depreciação Acumulada[Recurso-Nome];
- Regra 6 (Despesas com Pesquisa e Desenvolvimento – a Vista): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Pesquisa e Desenvolvimento, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Despesas com P&D, Crédito: Disponibilidades;
- Regra 7 (Despesas com Pesquisa e Desenvolvimento – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Pesquisa e Desenvolvimento, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Despesas com P&D, Crédito: Duplicatas a Pagar;
- Regra 8 (Arrendamento Mercantil Financeiro – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Leasing Financeiro, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: [Recurso-Nome], Crédito: Arrendamento Mercantil; [Recurso-(Valor Recurso)/(Vida Útil) "método linear"] Débito: Despesa Com Depreciação, Crédito: Depreciação Acumulada[Recurso-Nome] (depreciação periódica do ativo);
- Regra 9 (Gastos Pré-Operacionais – a Vista): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Gastos Pré-Operacionais, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Despesas Pré-Operacionais, Crédito: Disponibilidades;
- Regra 10 (Gastos Pré-Operacionais – a Prazo): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Gastos Pré-Operacionais, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Despesas Pré-Operacionais, Crédito: Duplicatas a Pagar;

- Regra 11 (Pagamentos): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Pagamentos, *Então* [Recurso-Valor Recurso] Débito: Fornecedores/Duplicatas a Pagar, Crédito: Disponibilidades.

Note que algumas regras são iguais as do agente inteligente anterior (regras 1, 2, 3, 4 e 11), enquanto as demais (regras 5, 6, 7, 8, 9 e 10) apresentam tratamento diferenciado pelo agente, isto devido as especificidades dada a cada norma, pois normas de outros países, ou mesmo normas internacionais, apresentam regras diferentes de ambos.

Dessa forma, de acordo com a necessidade colocada pelo usuário do sistema de informação contábil, o sistema de agentes inteligentes irá desenvolver a contabilidade financeira segundo o modelo DCA paralelamente para as duas formas, alterando apenas sua base de conhecimento, ou seja, as regras dos sistemas especialistas.

Assim, por exemplo, caso um organização tenha gasto determinada quantia na adaptação de suas instalações, o que caracteriza um evento econômico de “gastos pré-operacionais”, pelas regras do sistema especialista segundo que segue as normas brasileiras este valor deve ser considerado um ativo permanente (ativo diferido) e amortizado ao longo do tempo. Já no caso das regras *USGAAP* este evento econômico terá seu valor (recurso econômico) considerado como despesa do período em que ocorreu.

Outro ponto importante a destacar é que para a contabilização em diferentes normas é necessário também fazer todo o processo de ajuste cambial, uma vez que existe uma flutuação da relação cambial entre as moedas ao longo do período. Como o agente inteligente possui autonomia e habilidade de comunicação com outros sistemas, este pode ser programado para buscar diariamente a cotação da moeda estrangeira (o dólar no caso de utilização das normas Norte-Americanas) e já efetuar a aplicação das regras sobre os valores ajustados.

Ou seja, o [Recurso-Valor Recurso] a ser obtido junto ao banco de dados pode ser multiplicado por um fator de ajuste cambial da data de ocorrência em todas as regras do Sistema Especialista *USGAAP*.

- Sistema Especialista Análise de Balanços

Após o desenvolvimento dos relatórios contábeis tradicionais (Balanço Patrimonial e Demonstração de Resultado do Exercício, por exemplo) o agente inteligente pode proceder no cálculo e análise dos indicadores financeiros tradicionais de análise de balanços novamente utilizando um sistema especialista como inteligência artificial. Para isso este agente irá se basear nas realizações dos demais agentes inteligentes por meio da interatividade de agentes, conforme figura 20.

Para tal, são utilizados indicadores financeiros, baseado em Matarazzo (2003, p. 152):

- Estrutura de Capital
 - Participação do Capital de Terceiros (Endividamento): demonstra o grau de endividamento da empresa;
 - Composição do Endividamento: demonstra qual o perfil do endividamento entre curto e longo prazo;
 - Imobilização do Patrimônio Líquido: indica os investimentos de capital próprio em ativos fixos;
 - Imobilização dos Recursos não Correntes: indica os investimento de capital próprio e capital de terceiros de longo prazo em ativos fixos;
- Liquidez
 - Liquidez Geral: caracteriza a capacidade de pagamento no longo prazo;
 - Liquidez Corrente: difere-se do anterior ao focar apenas na capacidade de pagamento no curto prazo, 1 período;

- Líquida Seca: indica a capacidade de pagamento da entidade no curtíssimo prazo, inferior a 1 período;
- Rentabilidade
 - Giro do Ativo: demonstra a relação entre as receitas e o ativo;
 - Margem Líquida: indica a relação entre os lucros obtidos e as receitas geradas;
 - Rentabilidade do Ativo: relaciona os lucros aos investimentos no ativo;
 - Rentabilidade do Patrimônio Líquido: relaciona os lucros ao capital próprio da empresa.

Assim, ao proceder nos cálculos destes indicadores (fórmulas podem ser observadas no ANEXO C – Indicadores Financeiros) o agente pode atuar com regras para análise dos indicadores, de acordo com limitações impostas tanto pela própria administração sobre o bom desempenho financeiro, quanto pelo mercado, de acordo com políticas de crédito de fornecedores, por exemplo.

Com isso, são utilizadas como exemplo as seguintes regras:

- Estrutura de Capital

- Regra 1 (Estrutura de Endividamento): *Se* [Participação do Capital de Terceiros] > 70% e [Composição do Endividamento] > 60%, *Então* Retornar ("Alto Índice de Endividamento concentrado no Curto Prazo: recomendação de diminuição do endividamento ou alongamento do perfil da dívida");
- Regra 2 (Capacidade de Pagamento): *Se* [Liquidez Corrente] < 0,7 e [Liquidez Seca] < 0,4, *Então* Retornar ("Problemas com o pagamento de dívidas no curto prazo: recomendação de incremento dos recebimentos a vista ou renegociação do perfil da dívida de curto prazo");

- Regra 3 (Rentabilidade): *Se* [Rentabilidade do Ativo] < 70% e [Giro do Ativo] > 1,5, *Então* Retornar ("Baixa rentabilidade frente as vendas obtidas: recomendação de aumento do preço de venda ou redução dos custos, com impacto no aumento da margem líquida").

Destaca-se que os valores utilizados aqui como limites de padrão para análise são caracterizam-se apenas como um caso ilustrativo, pois tais determinações dependem da empresa, de sua atividade, do setor em que se situa e principalmente das definições da administração da organização que define os limites operacionais de sua atuação, como descrito anteriormente.

Assim, este agente inteligente de contabilidade financeira realiza um monitoramento contínuo da situação e desempenho financeiro da entidade, de modo a retornar recomendações aos usuários internos do sistema de modo que estes possam tomar decisões com base nas sugestões. Cabe ao engenheiro do conhecimento responsável pela base de conhecimento, os ajustes de parâmetros das regras e a manutenção dos pontos de referência utilizados.

Outra opção é a verificação destes parâmetros junto a outras entidades, desde que tais informações estejam disponíveis, de modo que o próprio agente inteligente possa realizar a busca dos parâmetros. Outra forma de análise é o cálculo comparativo histórico, por exemplo:

- Regra 4 (Evolução da Rentabilidade): *Se* [Rentabilidade do Ativo(t_1)]/[Rentabilidade do Ativo(t_0)] - 1 < 0,2, *Então* Retornar ("Queda nos padrões de rentabilidade superior a 20% no período").

Novamente, ressalva-se a questão da análise como sendo uma interpretação da realidade da organização, sendo este apenas um exemplo ilustrativo.

4.1.3.2 Agentes Inteligentes – Contabilidade de Custos

No caso da Contabilidade de Custos, existem diversas metodologias de custeio, ou seja, apuração dos custos, para fins gerenciais. Assim, para exemplificação da base de conhecimento dos agentes inteligentes para esta finalidade são utilizadas duas metodologias de custeio, que proporcionam aos usuários internos do sistema de informação contábil a análise sobre os custos dos produtos fabricados.

Na utilização do modelo REA Orientado a Objetos para a contabilidade de custos, os agentes econômicos envolvidos são apenas internos e os eventos econômicos são de intra-ação.

Neste caso, são utilizadas as seguintes metodologias de custeio:

- Custeio Pleno por Absorção: basicamente esta metodologia de custeio divide os custos em diretos (aqueles que são diretamente aplicados no produto), essencialmente matéria-prima e mão-de-obra direta, e custos indiretos de fabricação (aqueles são utilizados em 2 ou mais produtos, de maneira a impossibilitar sua aplicação direta) conhecidos como CIF. Desta forma, os custos diretos são atribuídos aos respectivos produtos e os CIF's são absorvidos pelos produtos de acordo com critérios de rateio;
- Custeio Variável: esta metodologia de custeio considera os custos fixos, aqueles que não variam em função da quantidade produzida dentro de certas limitações, como uma ineficiência necessária, por isso, apenas os custos variáveis, que variam de acordo com a quantidade produzida são considerados. E pela comparação entre o preço de venda e o valor dos custos variáveis obtém-se a margem de contribuição, pela qual é possível analisar quais produtos agregam maior valor para a empresa, ao mesmo tempo em que o ponto de equilíbrio determina a quantidade necessária de vendas para fazer frente aos custos fixos.

- Sistema Especialista Custeio por Absorção

Neste sistema especialista são utilizadas regras para apuração dos custos unitários por meio do custeio por absorção, baseado em Martins (2003, p. 57):

- Regra 1 (Apuração dos Custos Diretos): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Produção, [Recurso-Tipo de Recurso] = Matéria-Prima e [Agente-Função] = Mão-de-Obra Direta, *Então* [Recurso-Em Processo] = [Recurso-Em Processo] + Soma[Recurso-Valor Recurso];
- Regra 2 (Apuração dos Custos Diretos): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Produção, [Agente-Função] = Mão-de-Obra Direta, *Então* [Recurso-Em Processo] = [Recurso-Em Processo] + Soma[Agente-Salário];
- Regra 3 (Apuração do CIF): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Produção e [Recurso-Tipo de Recurso] \neq Matéria-Prima, *Então* CIF[Intra-ação] = CIF[Intra-ação] + Soma[Recurso-Valor Recurso];
- Regra 4 (Apuração do CIF): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Produção, [Agente-Função] \neq Mão-de-Obra Direta, *Então* CIF[Intra-ação] = CIF[Intra-ação] + Soma[Agente-Salário].

Para efeito de simplificação do exemplo, os custos diretos considerados são apenas matéria-prima e mão-de-obra direta. Observe que enquanto os custos diretos são associados diretamente ao "tipo de produto" nas regras 1 e 2, o CIF apurado nas regras 3 e 4 (que agregam demais recursos e mão-de-obra indireta) não é associado a um produto, para tal, ele necessita ser rateado por algum critério estabelecido.

- Rateio CIF (critério: números de horas trabalhadas)

- Regra 5 (Rateio CIF): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Produção, *Então* [Recurso-Em Processo(determinado produto)] = [Recurso-Em Processo

(determinado produto)] + (CIF[Intra-ação] / Horas Trabalhadas (determinado produto)).

Por questão de simplificação do exemplo, foi adotado apenas um critério de rateio, mas na prática, diferentes critérios podem ser criados, de acordo com o desenvolvimento de regras específicas para tal.

Após a finalização do período, os produtos "em processo" que forem finalizados têm seu status alterado para o de "produtos acabados" no banco de dados.

- Sistema Especialista Custeio Variável

No caso do sistema especialista para o custeio variável, basta que os custos variáveis estejam especificados nas regras:

- Regra 1 (Custeio Variável): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Produção, *Então* Custo Variável Unitário = [Recurso-Tipo de Recurso (Matéria-Prima) para determinado produto] / [Evento-Quantidade Produzida].

Isso, se considerados como custos variáveis somente a matéria-prima, uma vez que na prática a mão-de-obra contratada acaba por possuir uma condição de custo fixo, apesar disso, regras também podem ser delimitadas para demais casos.

Além disso, este agente pode efetuar a análise da relação entre custo, volume e lucro, por exemplo, analisando o Ponto de Equilíbrio Contábil, que determina um lucro zero, ou seja, receitas iguais a custos e despesas:

- Regra 2 (Análise Ponto de Equilíbrio): *Se* [Evento-Tipo de Evento] = Produção, *Então* PEC = Custos Fixos / (Preço de Venda - Custo Variável Unitário), Retornando ("O Ponto de Equilíbrio Contábil é alcançado com a venda de [PEC] unidades").

Desse modo, o agente inteligente para contabilidade de custos pode, além de efetuar cálculos de custos, indicar meios para que a gestão da organização obtenha melhores resultados, provendo informação e facilitando o processo de decisão.

5 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Os sistemas de informação podem ser desenvolvidos com foco em diversas aplicações ou áreas, além disso, seu desenvolvimento fica a cargo de especialistas que devem possuir uma visão multidisciplinar sobre os objetivos a que estes sistemas se propõem e as ferramentas computacionais disponíveis para tal.

Dessa forma, a modelagem de um sistema de informação é subjetiva em termos metodológicos, pois envolve fortemente a visão do desenvolvedor sobre os problemas e objetivos proposto. Nesse sentido, uma abordagem que vise avaliar a qualidade dos sistemas de informação é fundamental em uma proposta como esta.

Mesmo assim, não existe método formal para ajudar os desenvolvedores a avaliar as necessidades dos usuários, quão bem estas necessidades estão sendo atendidas pelo sistema, e como o sistema deveria parecer ou se comportar para servir a estas necessidades (GUIMARAES; STAPLES; MCKEEN, 2007, p. 30).

Basicamente, a avaliação da qualidade ou da aptidão dos sistemas de informação recai sobre alguns aspectos técnicos e sociais das organizações e as principais formas de mensuração do desempenho dos sistemas de informação estão em modelos de contingência ou na busca pelas falhas na aplicação (KANELLIS; LYCETT; PAUL, 1999, p. 66).

As formas de avaliação que seguem o modelo de contingência trabalham de acordo com o contexto organizacional, analisando os impactos, a utilização do sistema e seus participantes (SERAFEIMIDIS; SMITHSON, 2000, p. 97), algumas com metodologias quantitativas, que buscam mensuração, outras com uma abordagem qualitativa.

Já a avaliação por meio dos insucessos se concentra na distância existente entre a situação real e a situação desejada por um grupo de *stakeholder*, sendo estes grupos de pessoas que compartilham de uma gama de valores que definem as características do sistema de informação (BEYNON-DAVIES; OWENS; WILLIAMS, 2004 p.277).

Observando especificamente os modelos de avaliação de sistemas de informação que analisam as contingências das organizações, a abordagem quantitativa se baseia em testes de hipóteses e levantamentos estatísticos que buscam a mensuração de alguns aspectos, dentre eles se destacam (GUIMARAES; STAPLES; MCKEEN, 2007, p. 32):

- Utilização do sistema de informação: mensurando o grau de utilização do sistema implantado, apesar de muitas vezes a utilização não ser voluntária;
- Impactos no trabalho gerados pelo sistema de informação: medindo os impactos gerados pelo sistema na forma e agilidade do trabalho, incluindo a utilização de sistemas especialistas e inteligência artificial;
- Benefícios do sistema de informação: benefícios gerados pela adoção do sistema.

Por outro lado, na avaliação subjetiva dos sistemas de informação, tanto nos modelos de contingência quanto na avaliação dos insucessos, um ponto principal se destaca, os *stakeholders*. Diversos grupos de pessoas, que possuem interesses e são afetadas pela implantação ou mudança nos sistemas de informação, em diferentes níveis organizacionais podem se tornar avaliadores dos sistemas de informação, até mesmo pela característica

subjetiva dos processos de avaliação de acordo com suas necessidades (SERAFEIMIDIS; SMITHSON, 2000, p. 98).

Como este trabalho está focado na proposição conceitual de um sistema de informação contábil que não foi aplicado na realidade organizacional, não existem usuários em contato com o sistema de informação proposto. Assim, uma abordagem quantitativa de análise da relação entre a utilização, os impactos no trabalho e os benefícios do sistema de informação torna-se impraticável.

Apesar disso, uma avaliação por meio das necessidades dos *stakeholders* pode ser realizada. Para isso, torna-se necessário definir os *stakeholders* dos sistemas de informação contábeis, ou seja, identificar os usuários da informação contábil, e quais qualidades são importantes a eles.

5.1 Usuários da Informação Contábil

A contabilidade possui como uma de suas finalidades o provimento de informação para diversos usuários, tanto internos quanto externos. Estes usuários da informação são em última instância os *stakeholders*, assim, suas necessidades e formas de obtenção são extremamente relevantes.

Os principais usuários da informação contábil formam quatro grandes grupos:

- Credores: aqueles que emprestam recursos para a entidade, tanto recursos financeiros (empréstimos bancários, por exemplo) como não financeiros (fornecedores que proporcionam crédito na venda a prazo);

- Governo: por meio de seus órgãos reguladores em diversas esferas o governo utiliza a informação contábil para fins de controle e cobrança de impostos;
- Investidores: em entidades de qualquer porte os investidores são essenciais no provimento original de recursos;
- Gestores: são os administradores, gerentes e demais usuários internos que efetivamente comandam a entidade.

Os gestores são o único grupo de usuários internos, os demais são externos à entidade, com exceção nos casos de pequenas empresas onde normalmente os investidores são também os gestores. Podem existir outros grupos, ou mesmo considerar a sociedade em que a entidade está inserida como um *stakeholder*, mas isto depende da existência de uma relação econômica ou de poderes entre a entidade e os usuários, como ocorre nestes casos.

Cada um destes grupos possui sua importância na atividade econômica e necessita de informações diferenciadas:

- Credores: desejam conhecer a capacidade de pagamentos bem como a situação de comprometimento existente desta capacidade;
- Governo: utiliza a contabilidade para apuração de impostos e controle da economia;
- Investidores: querem indicações sobre a rentabilidade e risco de seu investimento;
- Gestores: precisam de informação sobre todos os aspectos anteriores, além do desempenho da entidade e do cumprimento de suas metas.

Na prática os usuários externos (credores, governo e investidores) acabam por utilizar somente as demonstrações contábeis divulgadas pela entidade, sem contato direto com o sistema de informação, já os gestores possuem necessidades que podem ser modificadas ao

longo do tempo ou mesmo de entidade para entidade, pois sem elas não serão capazes de tomar decisões.

Apesar disso, para todos estes usuários, existem qualidades comuns na informação contábil que devem ser observadas.

5.2 Qualidades da Informação Contábil

A informação contábil é o resultado final dos sistemas de informação contábeis, tendo como objetivo auxiliar os usuários da contabilidade na tomada de decisões. Para tal finalidade, a informação contábil deve apresentar algumas características de modo a apresentar melhor desempenho em sua função (Figura 21).

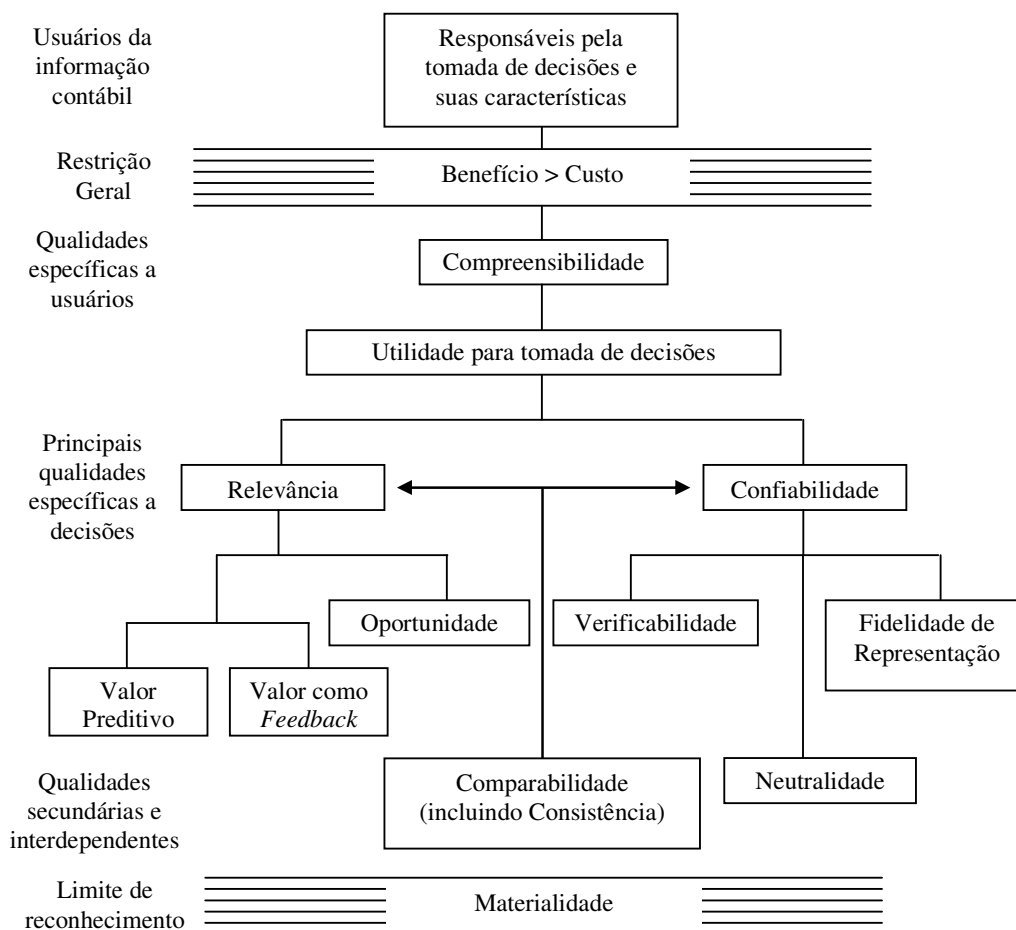


Figura 21. Hierarquia das qualidades em contabilidade (Adaptado HENDRIKSEN; VAN BREDA, 1999)

Assim, para uma informação ser válida, os benefícios gerados por ela devem ser maiores que seus custos de obtenção. Além disso, ela deve ser útil para a tomada de decisão, mas são os seguintes aspectos os mais importantes nesta análise:

- **Compreensibilidade:** uma informação só pode ser utilizada se for compreendida, deste modo, a compreensibilidade, ou seja, a capacidade do usuário entender a informação é necessária;
- **Relevância:** a informação deve ser importante para a tomada de decisão, de modo a estar disponível no momento certo (oportunidade), ser capaz de proporcionar uma visão futura (valor preditivo) e propiciar a confirmação ou correção de expectativas anteriores (valor como *feedback*);

- **Confiabilidade:** a informação deve ser confiável, ela também deve representar a realidade (fidelidade de representação), ser verificável a qualquer momento (verificabilidade) e sem qualquer viés (neutralidade) que possa prejudicá-la;
- **Comparabilidade:** a informação deve ser comparável, ou seja, deve ocorrer a manutenção dos padrões contábeis ao longo do tempo (consistência) para que a situação da entidade possa ser comparada com seu histórico ao longo do tempo.

Tudo isso, dentro de limites de importância econômica dos fatos (materialidade).

5.3 Avaliação do Sistema de Informação Contábil Proposto

Dentro teoria de avaliação de sistemas de informação exposta e com base na avaliação por parte das necessidades dos *stakeholders*, a avaliação do sistema de informação contábil proposto (REAOO) pode ser feita a partir das quatro qualidades da informação contábil.

- Compreensibilidade

Sob esta análise, o sistema proposto apresenta vantagens sobre os atuais sistemas, principalmente em relação ao modelo DCA, pois este modelo só produz demonstrações contábeis gerais, como Balanço Patrimonial e Demonstração de Resultados do Exercício. Já o modelo REA, por meio do esquema externo apresenta uma maior gama de possibilidade de relatórios, mesmo assim, o modelo proposto (REA orientado a objetos com agentes inteligentes) proporciona a possibilidade de desenvolvimento de agentes inteligentes que

sejam capazes de desenvolver relatórios mais específicos aos diferentes tipos de usuários, de acordo com sua capacidade de compreensão e nível de conhecimento sobre contabilidade.

- *Relevância*

Sob o aspecto da relevância, o sistema de informação proposto tem como preceito a geração de informação relevante para a tomada de decisão, de modo oportuno, ou seja, quando necessário, mas são nos aspectos de valor preditivo e valor como *feedback* em que ele se destaca.

Enquanto os modelos DCA e REA focam essencialmente o armazenamento da informação passada, o modelo proposto pode utilizar agentes inteligentes (baseados em outras técnicas de inteligência artificial, como redes neurais) para o desenvolvimento de previsões e projeções futuras, como base em dados históricos, gerando um valor preditivo que os sistemas atuais são incapazes de incorporar.

Outra questão é o valor como *feedback*, neste caso é interessante que expectativas anteriores sejam confirmadas caso ocorram, ou corrigidas caso contrário. Essencialmente esta qualidade é aplicada na comparação entre o previsto e o realizado em orçamentos e fluxos de caixa. Novamente, os sistemas atuais (DCA e REA) são incapazes de realizar tais aplicações, mas com a modelagem proposta podem ser desenvolvidos agentes inteligentes para orçamentos e fluxos de caixa.

- *Confiabilidade:*

Esta qualidade da informação, que a caracteriza em ser confiável, está intimamente ligada às definições das regras de negócios, nos sistemas tradicionais a confiabilidade está na modelagem do sistema. No sistema DCA a confiabilidade é verificada na forma de desenvolvimento do armazenamento de débitos e créditos, já no modelo REA a confiabilidade

está mais focada na definição do esquema externo. No modelo proposto, a confiabilidade deve ser observada apenas nas regras do agente inteligente.

Assim, na aplicação de agentes inteligentes na contabilidade financeira, para geração de demonstrações contábeis emitidas usando padrões brasileiros ou norte-americanos, usualmente os sistemas (no modelo DCA) realizam a contabilização em um padrão base (o brasileiro) e desenvolvem rotinas computacionais para sua conversão. No modelo proposto, a contabilização segundo as normas norte-americanas (*USGAAP*) é direta, sem necessidade de conversão, evitando problemas de confiabilidade neste processo e facilitando sua verificação em processos de auditoria.

Além disso, a definição das regras fica a cargo do engenheiro do conhecimento, que pode ser o próprio contador, devido à facilidade para a definição de regras, ou mesmo a validação por parte dele.

- Comparabilidade

Esta qualidade indica a capacidade de se comparar a informação contábil ao longo do tempo em uma mesma entidade ou entre diferentes entidades. Nesta qualidade é que o modelo proposto mais se destaca.

A partir do momento em que a análise dos dados, na geração de informação, está dissociada de seu armazenamento a comparação fica simplesmente vinculada ao desenvolvimento de um novo agente inteligente para a finalidade requerida.

Por exemplo, na aplicação de agentes inteligentes para a contabilidade de custos, o desenvolvimento poderia ocorrer da seguinte maneira, o sistema é desenvolvido com base no modelo proposto e o sistema especialista de custeio por absorção é implementado.

No caso de passados 10 períodos a partir da implementação do modelo proposto, e a entidade deseja utilizar a partir de agora o custeio variável, basta o desenvolvimento do sistema especialista de custeio variável e sua incorporação ao agente inteligente.

A partir de então, o agente inteligente seria capaz de calcular e analisar o custeio variável não apenas deste momento em diante, mas, devido ao armazenamento da informação bruta, o custeio variável estaria disponível desde a origem do armazenamento de dados no sistema (10 períodos antes).

Com isso, as possibilidades de comparação tornam-se limitadas apenas à origem do armazenamento de dados no modelo proposto, pois, em qualquer momento futuro a análise proporcionada pelos agentes inteligentes poder ser replicada historicamente.

Isso é uma característica do sistema proposto que possibilita em caso de mudanças em padrões contábeis ou metodologias de cálculos, não incorram em perda dos parâmetros de comparação histórica, ou seja, teoricamente nunca haverá perda da consistência.

Normalmente, com as mudanças de legislação, ou mesmo novas necessidades de análise (utilização de novas metodologias de custeio, por exemplo) acabam por obrigar as entidades na sua adoção a fazer ajustes em períodos anteriores (ficando restrito a poucos períodos) para questão de comparação.

No modelo proposto, qualquer alteração nos padrões implica apenas em adequação das regras do sistema especialista, que a partir de então pode recalcular todo o histórico, sem necessidade de ajustes (passíveis de erros).

Mesmo para a utilização de padrões contábeis internacionais, basta o desenvolvimento do novo agente inteligente, com uma nova base de regras para o sistema especialista (ou mesmo outra técnica de inteligência artificial) para que se obtenham todas as demonstrações contábeis em padrões internacionais desde a origem do sistema.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de informação contábeis, como demonstrado, são de natureza fundamental para a tomada de decisão nas entidades, apesar disso, grande parte da modelagem e desenvolvimento dos sistemas não observa as necessidades dos usuários ou a forma de trabalho da contabilidade.

Torna-se comum a verificação de problemas entre as necessidades apresentadas pelos contadores e as especificações existentes nos sistemas que acabam por impossibilitar uma resposta adequada, como exposto por Sayed (2006, p. 93).

Analisando a evolução das tecnologias de informação e sua aplicação nos sistemas de informação contábil é possível observar que praticamente não houve aperfeiçoamento na forma de trabalho. O modelo DCA, que ainda é padrão de mercado, não evoluiu com o surgimento da computação.

Atualmente a maioria dos sistemas simplesmente replica de maneira computacional e automática a forma de entradas por partidas dobradas nos livros contábeis. Apenas com o surgimento do modelo REA que a contabilidade começou a enxergar a computação como uma forma de melhorar os processos.

Mas estas iniciativas ainda são pontuais, talvez pelo desconhecimento dos contadores sobre as tecnologias existentes e também do desconhecimento dos desenvolvedores de sistemas de informação sobre a contabilidade.

Nesse sentido, a concepção de novas propostas como neste trabalho se tornam pertinentes, mas ao mesmo tempo complexas, por necessitarem de conhecimento multidisciplinar em áreas tão distintas. Mesmo assim, os contadores deveriam conhecer os requerimentos de um sistema de informação, bem como participar do seu desenvolvimento e gestão (BRECHT; MARTIN, 1996, p. 21), pois eles atuam como conselheiros na tomada de decisão ou mesmo como decisores.

Apesar disso, o trabalho apresenta como limitação principal a impossibilidade de aplicação prática do modelo conceitual, uma vez que seu desenvolvimento seria impraticável para o escopo deste trabalho.

Mesmo assim, por criar as bases para a aplicação de agentes inteligentes, este trabalho possibilita estudos futuros no desenvolvimento de novas aplicações de agentes inteligentes, com finalidades como previsão, orçamento, simulação e diversas outras, em praticamente todos os objetivos a que a contabilidade se propõe e utilizando-se de outras técnicas de inteligência artificial.

Como continuidade deste trabalho fica a proposta do desenvolvimento de pesquisas para a modelagem de novos agentes inteligentes e, principalmente, a sua aplicação prática nas organizações, bem como estudos dirigidos, com técnicas *survey* ou estudos de caso, junto a usuários da informação contábil.

REFERÊNCIAS

ALLEN, B. P. Case-based reasoning: business applications. **Association for Computing Machinery, Communications of ACM**, v. 37, n. 3, p. 40-42, mar 1994.

BABICH, G. The application of information theory to accounting reports: an appraisal. **ABACUS**, v. 11, n. 2, p. 172-181, 1975.

BAILEY JR., A. D. et al. A Formal Algorithmic Model Compatible with the Conceptual Modeling of Accounting Information Systems. **Accounting, Management & Information Technology**, v. 2, n. 2, p. 57-76, 1992.

BAKER, W.M.; WITMER, P.R. Intelligent agents go to work for management accountants. **Management Accounting**, v. 78, n. 10, p. 32-35, abr. 1997.

BARBERA, A.T. Artificial intelligence in accounting: the future has arrived. **Review of Business**, v. 9, n. 2, p. 17-21, 1987.

BAYDOUN, N.; WILLET, R. Cultural relevance of western accounting systems to developing countries. **ABACUS**, v. 31, n. 1, p. 67-92, 1995.

BEYNON-DAVIES, P.; OWENS, I.; WILLIAMS, M. D. Information systems evaluation and the information systems development process. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 17, n. 4, p.276-282, 2004.

BIRKETT, W.P. Accounting inputs. **ABACUS**, v. 4, n. 2, p. 164-173, 1968.

BRECHT, H. D.; MARTIN, M. P. Accounting Information Systems: The Challenge of Extending Their Scope to Business and Information Strategy. **Accounting Horizons**, v. 10, n. 4, p. 16-22, 1996.

BROWN, C.E.; PHILLIPS, M.E. **Expert systems for management accounting tasks**. Montvale: The IMA Foundation for Applied Research Inc, 1995, 204 p.

CHAMBERS, R.J. Wanted: foundations of accounting measurement. **ABACUS**, v. 34, n. 1, p. 36-47, 1998.

CHOE, J.M. The Relationship among performance of accounting information systems, influence factors, and evolution level of information systems. **Journal of Management Information Systems**, v. 12, n.4, p. 215-239, 1996.

COLES, S.; ROWLEY, J. Revisiting decision trees. **Management Decisions**, v. 33, n. 8, p. 46-50, 1995.

DAVID, J. S. **An empirical analysis of REA accounting systems, productivity, and perceptions of competitive advantage**. 1995. f. 149. Tese (PhD em Contabilidade) – Universidade Estadual de Michigan, Michigan, 1995.

DIAS FILHO, J.M. **Características qualitativas da informação contábil: o problema da compreensibilidade à luz da teoria semiótica e da comunicação**. 2001. f. 215. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

DUNN, C.L.; GRABSKI, S.V. Perceived semantic expressiveness of accounting systems and task accuracy effects. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 1, p. 79-87, 2000.

EDWARDS, J.R. The origins and evolution of double accounting system: an example of accounting innovation. **ABACUS**, v. 21, n. 1, p. 19-43, 1985.

FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS BOARD. **SFAC/01**: Objectives of financial reporting by business enterprises. Norwalk: FASB, 1978, 28 p.

_____. **SFAC/02**: Qualitative characteristics of accounting information. Norwalk: FASB, 1980, 60 p.

FISHER, S.A. In defense of double entry accounting. **The National Public Accounting**, v. 42, n. 3, p. 33-34, mai. 1997.

FOLTIN, L.C.; SMITH, L.M. Accounting expert systems. **The CPA Journal**, v. 64, n. 11, p. 46-53, nov. 1994.

FRISHAMMAR, J. Information use in strategic decision making. **Management Decision**, v. 41, n. 4, p. 318-326, 2003.

GUIMARAES, T.; STAPLES, D. S.; MCKEEN J. Assessing the Impact from Information Systems Quality. **The Quality Management Journal**, v. 14, n. 1, p. 30-44, 2007.

HEINZE, C. **Modelling intention recognition for intelligent agent systems**. Edinburgh: DSTO Systems Sciences Laboratory, 2004, 249 p.

HENDRIKSEN, E.S.; VAN BREDÁ, M.F. **Teoria da contabilidade**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999, 550 p.

IUDÍCIBUS, S.; MARTINS, E.; GELBCKE, E.R. **Manual de contabilidade das sociedades por ações**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2000, 508 p.

JORDAN, M.I.; BISHOP, C.M. Neural networks. **ACM Computing Surveys**, v. 28, n. 1, p. 73-73, mar. 1996.

KANELLIS, P.; LYCETT, M.; PAUL, R. J. Evaluating business information systems fit: from concept to practical application. **European Journal of Information Systems**, v. 8, n. 1, p. 65-76, 1999.

KAUFFMAN, R.J.; MARCH, S.T.; WOOD, C.A. Design principles for long-lived internet agents. **International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, v. 9, n. 4, p. 217-236, dez. 2000.

KESH, S. Case based reasoning. **Journal of Systems Management**, v. 46, n. 4, p. 14-19, jul/ago. 1995.

KIM, S.H. Learning agent architecture for design and manufacturing on the web: an extension of enterprise resources capabilities. **International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, v. 9, n. 1, p. 15-24, mar. 1999.

KNAUS, M.. **Object-Oriented Accounting** – A Framework for a Modern Accounting Information Systems. 2001. f. 409. Tese (PhD em Ciências Econômicas) – Universidade de Zurique, Zurique, 2001.

KPMG. **Comparações entre Práticas Contábeis**. 2. ed. São Paulo: DPP Brasil, 2001, 69 p.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Management Information Systems** – New Approaches to Organization & Technology. 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998, 693 p.

MACINTOSH, N. B. et al. Accounting as a simulacrum and hyperreality: perspectives on income and capital. **Accounting, Organization and Society**, v. 25, p. 13-50, 2000.

_____.; SHEARER, T. The accounting profession today: a poststructuralist critique. **Critical Perspectives on Accounting**, v. 11, p. 607-626, 2000.

MATARAZZO, D. C. **Análise Financeira de Balanços**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003, 459 p.

MATHEWS, R. L. A computer programming approach to the design of accounting systems. **ABACUS**, v. 3, n. 2, p. 133-152, 1967.

MCCARTHY, W.E. The rea accounting model: a generalized framework for accounting systems in a shared data environment. **The Accounting Review**, v. 57, n. 3, p. 554-578, jul. 1982.

_____. The rea modeling approach to teaching accounting information systems. **Issues in Accounting Education**, v. 18, n. 4, p. 427-441, nov. 2003.

MEDEIROS, E. **Desenvolvendo Software com UML 2.0 Definitivo**. 1. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2004, 264 p.

O'DONNELL, E.; DAVID, J. S. How information systems influence user decisions: a research framework and literature review. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 1, p. 178-203, 2000.

QUINLAN, J. R. Learning decision tree classifiers. **ACM Computing Surveys**, v. 28, n. 1, p. 71-72, mar. 1996.

MONARD, A. C.; BARANAUSKAS, J. A. Indução de Regras e Árvores de Decisão. In: REZENDE, S. O. (Coord.). **Sistemas Inteligentes – Fundamentos e Aplicações**. 1. ed. Barueri: Manole, 2005, p. 115-139.

RUMELHART, D.E.; WIDROW, B.; LEHR, M.A. The basics ideas in neural networks. **Association for Computing Machinery, Communications of ACM**, v. 37, n. 3, p. 86-92, mar. 1994.

RUSSERL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 1. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1995, 932 p.

SAYED, H. E. ERPs and accountant's expertise: the construction of relevance. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 19, n. 1, p. 83-96, 2006.

SERAFEIMIDIS, V.; SMITHSON, S. Information systems evaluation in practice: a case study of organizational change. **Journal of Information Technology**, v. 15, n.1, p. 93-105, 2000.

SHIM, J.K.; RICE, J.S. Expert systems applications to managerial accounting. **Journal of Systems Management**, v. 39, n. 6, p. 6-13, jun. 1988.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1999, 808p.

SORTER, G.H. An “events” approach to basic accounting theory. **The Accounting Review**, v. 44, n. 1, p. 12-19, jan. 1969.

STOCKEN, P. C.; VERRECCHIA, R. E. Financial Reporting Systems Choice and Disclosure Management. **The Accounting Review**, v. 79, n. 4, p.1181-1203, 2004.

SUTTON, S. G. Enterprise systems and the re-shaping of accounting systems: A call for research. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 7, p. 1-6, 2006.

TURBAN, E. **Expert Systems and Applied Artificial Intelligence**. 1. ed. Virginia: Macmillan Publishing Company, 1992, 804 p.

_____.; RAINER JR., R. E.; POTTER, R. E. **Administração de tecnologia da informação: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Campus, 2003, 617 p.

VASARHELYI, M. A.; BONSON, E.; HOITASH, R. **Artificial intelligence in accounting and auditing: international perspectives – Volume 6**. Princeton: Markus Wiener Publishers, 2005, 257 p.

VERDAASDONK, P. An object-oriented model for ex ante accounting information. **Journal of Information Systems**, v. 17, n. 1, p. 43-61, 2003.

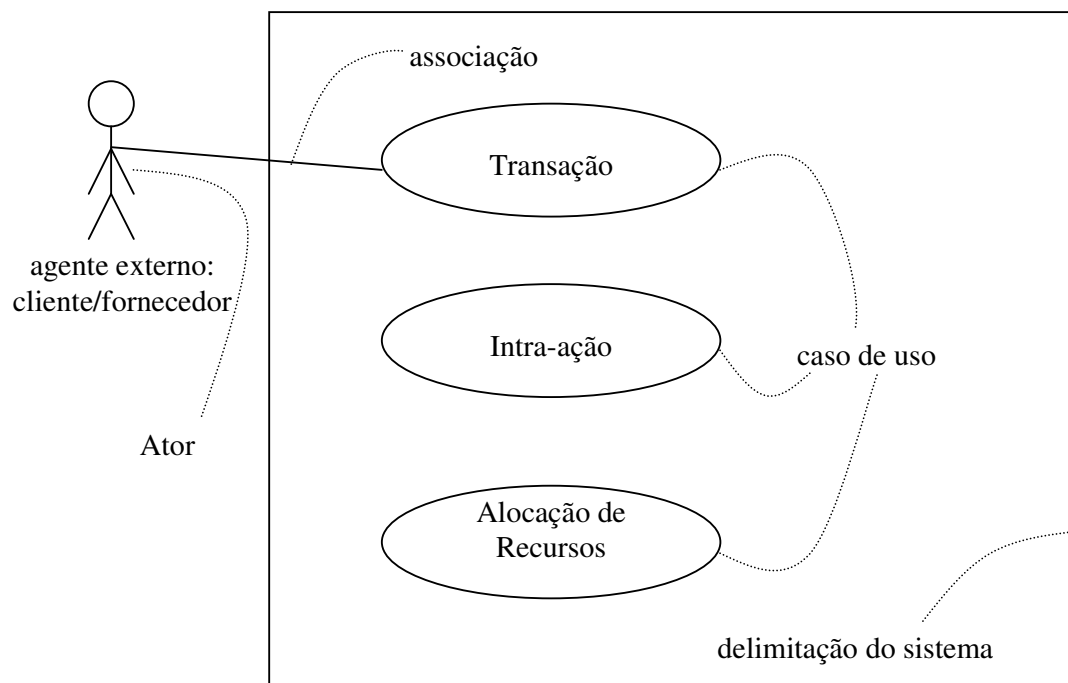
WACHSMUTH, I. The concept of intelligence in ai. In: CRUSE, H.; DEAN, J.; RITTER, H. (Ed.). **Prerational Intelligence - Adaptive Behavior and Intelligent Systems without Symbols and Logic**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000 v. 1, p. 43-55.

WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. Intelligent agents: theory and practice. **Knowledge Engineering Review**, v. 10, n. 2, p. 1-62, 1996.

YAN, Y.; YEN, J.; BUI, T. A multi-agent-based negotiation support system for distributed transmission cost allocation. **International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, v. 10, n. 3, p. 187-200, set. 2001.

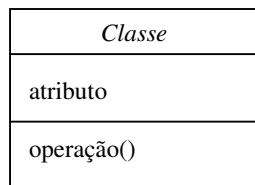
YAO, L. J.; CHAN, S. H.; PROKOFIEVA, M. Comparison of relational, er, and object-based approaches in modeling financial statements. In: IRS AIS, 2005, Las Vegas. **Annals of International Research Symposium of Accounting Information Systems**, University of Nevada, p. 1-26, 2005.

ZHANG, D.; TSAI, J.J.P. Machine learning and software engineering. **Software Quality Journal**, v. 11, p. 87-119, 2003.

ANEXO A – Notação UML Caso de Uso

ANEXO B – Diagrama de Classes

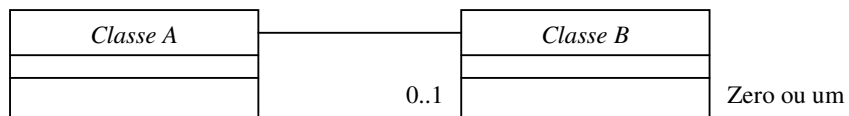
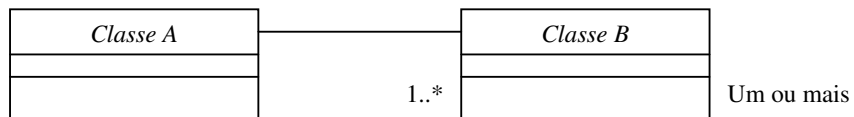
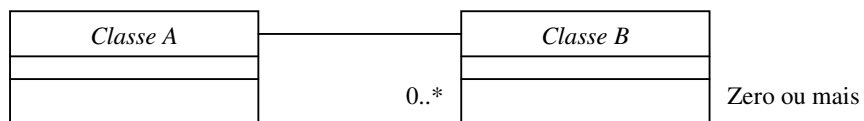
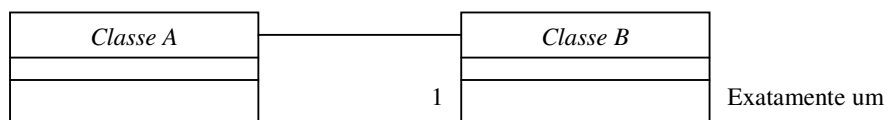
Classe



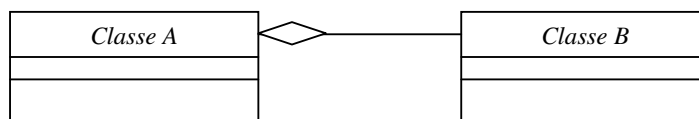
Associação



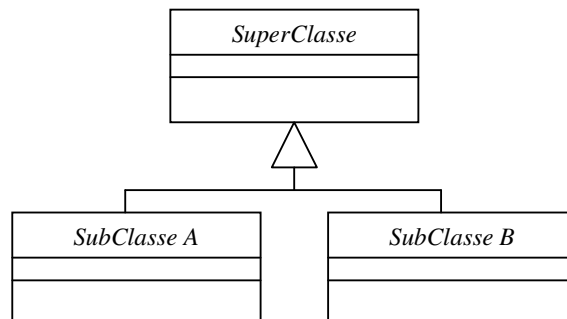
Cardinalidade (Associação Múltipla)



Agregação



Herança



ANEXO C – Indicadores Financeiros

Estrutura de Capital	Fórmula
Participação de Capitais de Terceiros	$\frac{\text{Capitais de Terceiros}}{\text{Patrimônio Líquido}} \times 100$
Composição do Endividamento	$\frac{\text{Passivo Circulante}}{\text{Capitais de Terceiros}} \times 100$
Imobilização do Patrimônio Líquido	$\frac{\text{Ativo Permanente}}{\text{Patrimônio Líquido}} \times 100$
Imobilização de Recursos não Correntes	$\frac{\text{Ativo Permanente}}{\text{Patrimônio Líquido} + \text{Exigível a Longo Prazo}} \times 100$

Liquidez	Fórmula
Liquidez Geral	$\frac{\text{Ativo Circulante} + \text{Realizável a Longo Prazo}}{\text{Passivo Circulante} + \text{Exigível a Longo Prazo}}$
Liquidez Corrente	$\frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}}$
Liquidez Seca	$\frac{\text{Disponível} + \text{Tit. Rec.} + \text{Outros Ativos. Ráp. Conversibilidade.}}{\text{Passivo Circulante}}$

Rentabilidade	Fórmula
Giro do Ativo	$\frac{\text{Vendas Líquidas}}{\text{Ativo}}$
Margem Líquida	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Vendas Líquidas}} \times 100$
Rentabilidade do Ativo	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Ativo}} \times 100$
Rentabilidade do Patrimônio Líquido	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido Médio}} \times 100$

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)