



JISTEM: Journal of Information Systems and
Technology Management

E-ISSN: 1807-1775

tecsi@usp.br

Universidade de São Paulo
Brasil

Botelho da Costa Moraes, Marcelo; Seido Nagano, Marcelo
Sistemas de informação contábeis: uma abordagem orientada a objetos com agentes inteligentes
JISTEM: Journal of Information Systems and Technology Management, vol. 6, núm. 3, 2009, pp. 463-
482
Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203219575004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO CONTÁBEIS: UMA ABORDAGEM ORIENTADA A OBJETOS COM AGENTES INTELIGENTES

ACCOUNTING INFORMATION SYSTEMS: AN APPROACH FOCUSED ON OBJECTS WITH INTELLIGENT AGENTS

Marcelo Botelho da Costa Moraes
Marcelo Seido Nagano
Universidade de São Paulo, Brasil

ABSTRACT

Accounting aims at the treatment of information related to economic events within organizations. In order to do so, the double entry method is used (debt and credit accounting), which only considers monetary variations. With the development of information technologies, accounting information systems are born. 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. The objective of this work is to demonstrate an object-oriented modeling with intelligent agents use, for information development and analysis focused on users. The proposed model is also analyzed according to accounting information quality, necessary for accounting information users, capable to comply with the needs of different user groups, with advantages in applications.

Keywords: Accounting Information Systems; DCA Model; REA Model; Intelligent Agents; Object-Oriented.

RESUMO

A contabilidade busca o tratamento da informação de eventos econômicos que ocorrem dentro das organizações. Para tal, é utilizado o método das partidas dobradas (lançamentos de débito e crédito), que considera as variações monetárias do patrimônio. Com o advento da tecnologia da

Recebido em/*Manuscript first received*: 26/04/2009 Aprovado em/*Manuscript accepted*: 26/09/2009
Endereço para correspondência/ *Address for correspondence*

Marcelo Botelho da Costa Moraes, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção – Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, Endereço: Av. Trabalhador São-carlense, 400 – Centro São Carlos - SP - Brasil - 13566-590 E-mail: mbotelho@usp.br

Marcelo Seido Nagano, Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Produção – Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP Endereço: Av. Trabalhador São-carlense, 400 – Centro São Carlos – SP - Brasil - 13566-590 Fone: (16) 3373-9380 – Fax: (16) 3373-9425 E-mail: drnagano@usp.br

informação nascem, efetivamente, os sistemas de informação contábeis, onde na década de 80 surge o modelo REA, que se baseia no registro da informação com base na associação entre os recursos-econômicos, eventos-econômicos e agentes-econômicos. O objetivo deste trabalho é demonstrar uma modelagem de dados orientada a objetos com agentes inteligentes, para o desenvolvimento e análise da informação de acordo com as necessidades dos usuários. Dessa forma, o modelo proposto é analisado segundo as qualidades necessárias à informação contábil, demonstrando-se capaz de atender as necessidades de diferentes grupos de usuários com vantagens em sua aplicação.

Palavras-chave: Sistemas de Informação Contábeis; Modelo DCA; Modelo REA; Agentes Inteligentes; Orientado a Objetos.

1 INTRODUÇÃO

A contabilidade constitui uma ciência que pode ser definida como um sistema de informação e avaliação que tem como 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).

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

Além disso, segundo SFAC No. 2 de 1980, a informação deve ser compreensível para aqueles que possuam razoável conhecimento de negócios e atividades econômicas (FASB, 1980, p.16), mas não indica o quão profundo deve ser este grau de conhecimento. Essas características e necessidades intrínsecas à contabilidade devem ser observadas em seu sistema de informação. Decorre disso 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.

A forma mais clássica de registro dos eventos econômicos foi formalizada pelo frei Luca Pacioli no qual 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).

Outra forma de registro da informação é o modelo REA (*economic Resources, economic Events, economic Agents*), baseado na modelagem relacional de banco de dados. Essa abordagem é utilizada em ambientes de sistemas integrados, em que cada evento econômico é associado (Entidade-Relacionamento) a uma série de recursos econômicos e agentes econômicos (MCCARTHY, 2003, p. 428).

Existem diversas técnicas de modelagem na literatura de sistemas de informação (por exemplo, diagramas de entidade-relacionamento e diagramas de fluxos de dados), mas a preferência pelo modelo REA se deve a este ser uma técnica específica dentro da área de sistemas de informações contábeis (ROM; ROHDE, 2007, p. 51).

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é propor uma forma de modelagem de sistema de informações contábeis orientado a objetivos, com o suporte da ferramenta de agentes

inteligentes para auxiliar a tomada de decisão, de acordo com as diversas possibilidades de formatação dentre os diferentes tipos de usuários e decisões.

Para tanto são apresentados os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar os modelos de sistemas de informações contábeis;
- Verificar como podem se adequar diante necessidades de informação diferenciadas;
- Desenvolver uma modelagem orientada a objetos, com suporte de agentes inteligentes, que tenha maleabilidade no tratamento da informação;
- Comparar o sistema proposto com o modelo atual segundo as características qualitativas da informação contábil.

1.2 Justificativa

O estudo das formas de modelagem da informação torna-se relevante dentro da contabilidade, pois compreende a maneira como dados e informação são registrados. Cabe ressaltar que um dado é uma fonte bruta que não agrega valor, já a informação consiste na estruturação e relacionamento dos dados de forma a subsidiar a tomada de decisão.

Assim, o presente trabalho tem sua contribuição no aperfeiçoamento dos sistemas de informação contábeis, para que estes possam auxiliar uma gama maior de usuários da informação, que apresentem níveis de conhecimento e necessidades distintas sobre a contabilidade.

Nesse aspecto, a forma com que o banco de dados realiza seu armazenamento, proporciona acesso e busca aos dados e procede em sua formalização, são fundamentais para uma eficiente utilização pelo usuário, destacando-se o modelo REA nesse sentido.

Apesar disso, uma das características do modelo REA é sua limitação ao nível transacional, a maior parte da literatura sobre o assunto ignora a provisão de informação para tomada de decisão (ROM; ROHDE, 2007, p. 52), daí a necessidade da utilização de agentes inteligentes para contornar esta limitação.

Assim, a inteligência artificial tem sido aplicada com maior sucesso em tarefas de caráter estruturado, programável e repetitivo cuja obtenção do conhecimento humano não seja de extrema dificuldade (BALDWIN et al., 2004, p. 80). Nesse sentido, a utilização de sistemas especialistas é justificada pela estruturação do problema e pela possibilidade de extração do conhecimento existente dos contadores e/ou auditores.

1.3 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?

1.4 Metodologia

O presente trabalho possui caráter teórico, baseado fortemente na pesquisa bibliográfica e apresenta uma metodologia no desenvolvimento de sistemas de informação que utiliza a modelagem orientada a objetos conjuntamente a aplicação de agentes inteligentes para o tratamento da informação.

Assim, a partir das teorias existentes em sistemas de informação contábeis, aliadas ao ferramental de tecnologias de informação e sistemas inteligentes, o trabalho se utiliza de métodos dedutivos para apresentar como estas teorias podem ser aplicadas em conjunto no desenvolvimento de sistemas de informação contábeis que sejam mais aptos às necessidades organizacionais.

2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO CONTÁBEIS

Avanços na tecnologia de informação e o crescimento do uso da Internet requerem que administradores, contadores, auditores e acadêmicos tornem-se mais versados e conhecedores do desenho, operação e controle dos sistemas de informações contábeis (BEARD; WEN, 2007, p. 34), possuindo implicações diretas na segurança e confiabilidade do sistema.

Dessa forma, torna-se importante definir como os eventos econômicos podem ser classificados:

1. Transação, onde 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 o valor dentro da entidade sem que exista a participação de outra (BIRKETT, 1968, p. 170).

As transações se referem normalmente ao processo de negociação, enquanto as intra-ações estão relacionadas ao processo de agregação de valor. Nos dois casos a mensuração é 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.

Assim, é importante observar a redução da informação ao longo do processo de registro no sistema de informação contábil. Esse processo de sintetização, a partir do evento econômico, é utilizado para facilitar a compreensão dos usuários. 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).

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. Para uma melhor compreensão sobre os sistemas de informação contábeis existentes, a seguir são detalhados os modelos DCA e REA.

2.1 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 (negociação) ou intra-ação (produção), ocorre a partir de uma origem, ou seja, um sacrifício financeiro por meio da redução dos ativos ou na geração de passivos.

Com o advento da informática e o início da disseminação dos computadores e sistemas de processamento de dados os sistemas de informação das grandes corporações começaram a ser desenvolvidos dentro das linguagens computacionais disponíveis, para uso em grande escala.

Os atuais 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 contabilização. 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 retrabalho e perda da uniformidade e consistência da informação contábil, prejudicando sua comparabilidade, qualidade da informação que permite 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.

2.2 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 esta, gerando consigo modificações nos recursos econômicos. Daí sua denominação de REA, por relacionar aspectos de Recursos econômicos, Eventos econômicos e Agentes econômicos (*economic Resources, economic Events e economic Agents*).

Desenvolvido na década de 1980, 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).

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 possibilita a redução de problemas existentes no modelo tradicional, que se limita à mensuração monetária, sem informação multidimensional e muitas vezes classificada de maneira inapropriada, armazenando informação demasiadamente agregadas e sem integração com as outras áreas da empresa (MCCARTHY, 1982, p. 554).

O modelo define os recursos econômicos como o patrimônio da entidade, já os agentes econômicos são os atores responsáveis pelas alterações patrimoniais, podendo ser generalizado (Figura 1).



Figura 1. Exemplo de generalização. Fonte: MCCARTHY, 1982.

Já os eventos econômicos são as transações, por meio da negociação (compra e venda) dos recursos econômicos, ou intra-ações na agregação de valor aos recursos, realizadas por agentes econômicos internos ou em conjunto com agentes externos à

entidade (Figura 2).

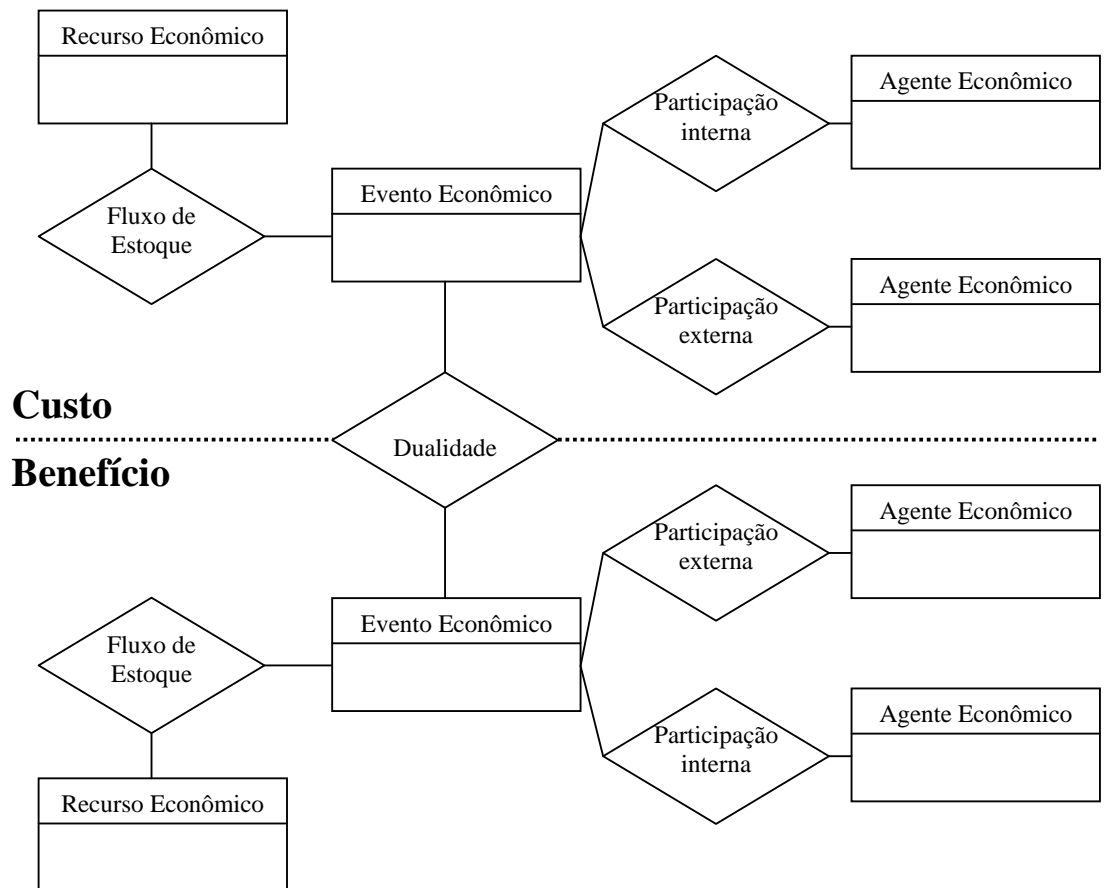


Figura 2. O padrão REA. Fonte: MCCARTHY, 2003.

Como cada evento envolve uma origem e uma aplicação de recursos, idéia central da partida dobrada, nesse modelo existe a dualidade do evento.

Isso demonstra dois tipos de relacionamentos de cada entidade, neste ponto o termo entidade possui uma interpretação segundo as teorias de banco de dados, se referindo a eventos, recursos e agentes: 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).

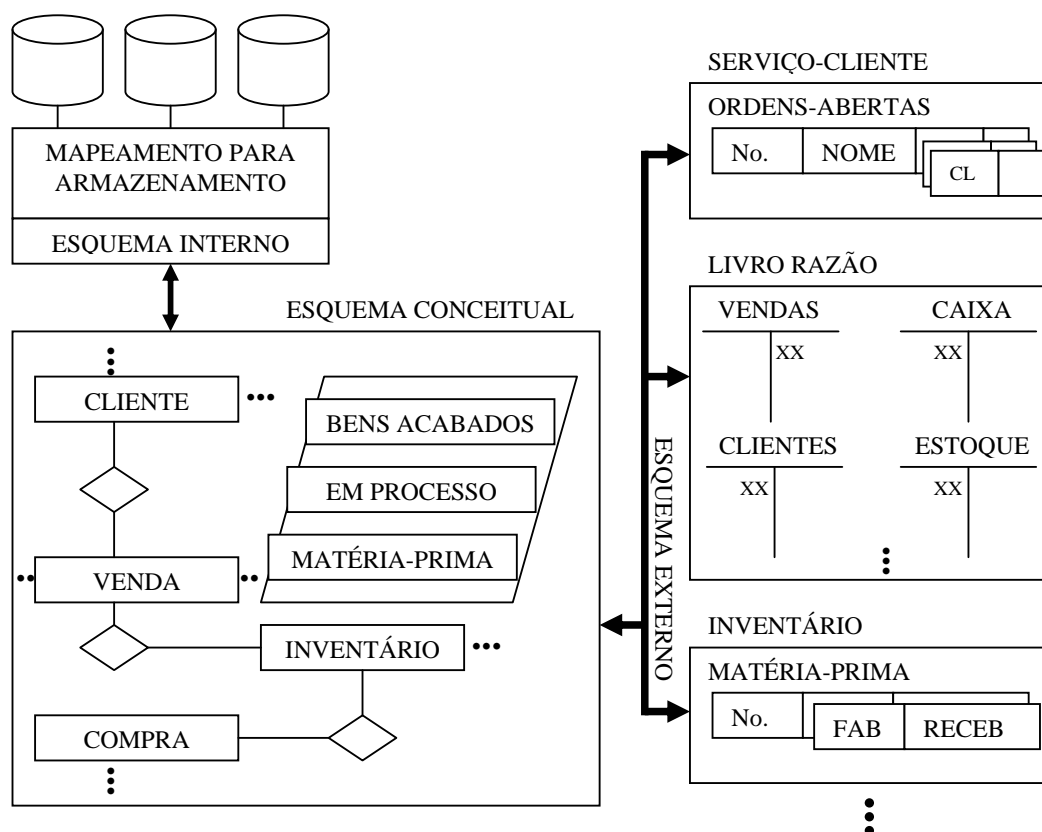


Figura 3. Especificação do esquema para banco de dados. Fonte: MCCARTHY, 1982.

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 (Figura 3).

Atualmente os sistemas ERP, por trabalharem as necessidades de recursos empresariais atendem ao 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.

Na comparação com entre o modelo REA e o SAP, um dos principais sistemas ERP existentes no mercado, são encontradas similaridades substanciais, apesar de serem apontadas situações em que o modelo REA é menos detalhado (O'LEARY, 2004, p. 78).

Além disso, empresas que implantaram sistemas ERP podem não utilizar toda a capacidade do sistema de capturar, processar e entregar informações financeiras e não-

financeiras para os tomadores de decisões em tempo (WIER et al., 2007, p. 186).

3 AGENTES INTELIGENTES

Os agentes inteligentes são um campo da inteligência artificial, baseados na computação, com ênfase na percepção, raciocínio e ação, sendo o raciocínio particularmente essencial para a funcionalidade de uma inteligência superior (WACHSMUTH, 2000, p.1).

Agente é aquele que realiza alguma atividade para outro, denominado como principal, possuindo autonomia no desempenho de suas funções.

Devido à inexistência de uma definição universalmente aceita, utilizam-se os conceitos de “noção fraca” e “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 com características de 1) autonomia, operando sem intervenção humana; 2) habilidade social, interagindo com outros agentes (humanos ou não); 3) reatividade, percebendo seu ambiente e responde; e 4) pró-atividade, onde toma iniciativa (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.

O agente inteligente percebe a entrada (*input*) do ambiente (Figura 4) e atua para alterar o ambiente, mas antes utiliza uma representação interna para observar os possíveis efeitos de métodos alternativos. Estas possibilidades são observadas através de uma base de métodos e sua exploração é guiada por um banco de conhecimento geral (WACHSMUTH, 2000, p.4).

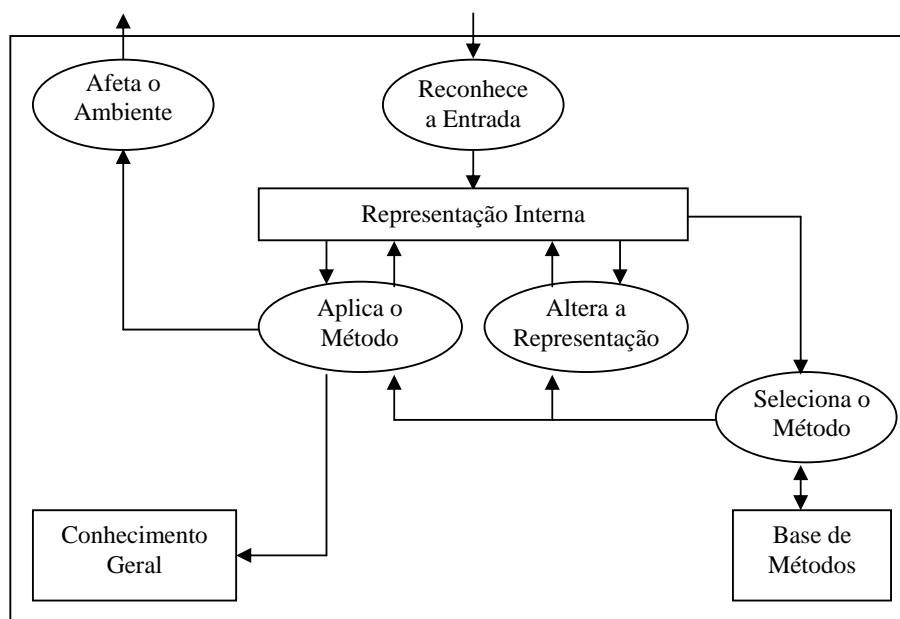


Figura 4. Diagrama funcional do agente inteligente generalizado. Fonte: Adaptado WACHSMUTH, 2000.

Observando as características dadas pelas noções de agência, dois aspectos são de extrema importância na determinação de um agente inteligente (Figura 5):

- **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).

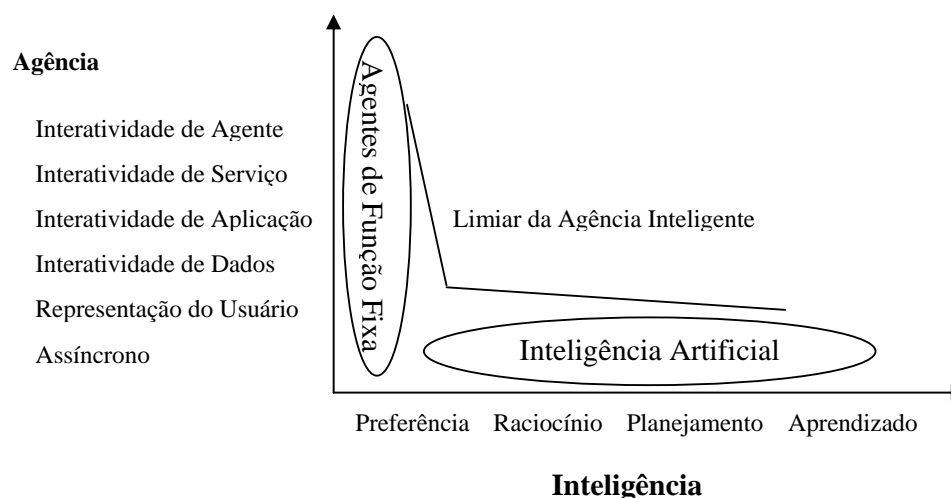


Figura 5. Escopo do Agente Inteligente. Fonte: Adaptado VASARHELYI; BONSON; HOITASH, 2005.

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

Dentre os diversos modelos existentes na área da inteligência artificial, neste trabalho são utilizados os sistemas especialistas. Mesmo assim, de acordo com a utilidade do agente inteligente, outras técnicas que podem ser empregadas.

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).

Pela utilização de agentes inteligentes em contabilidade, 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.

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 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).

4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO ORIENTADO A OBJETOS COM AGENTES INTELIGENTES

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

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 um sistema destinado 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 deste modelo é 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.

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.

Nos sistemas tradicionais os relatórios são desenvolvidos no próprio banco de dados, enquanto neste modelo REA orientado a objetos (REAOO) 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 o modelo 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, com a utilização de Agentes Inteligentes para o desenvolvimento da informação para os diferentes tipos de usuário, o esquema externo (conforme modelo REA) pode ser desenvolvido por meio de Agentes Inteligentes, onde este agente será um novo ator neste diagrama (Figura 6).

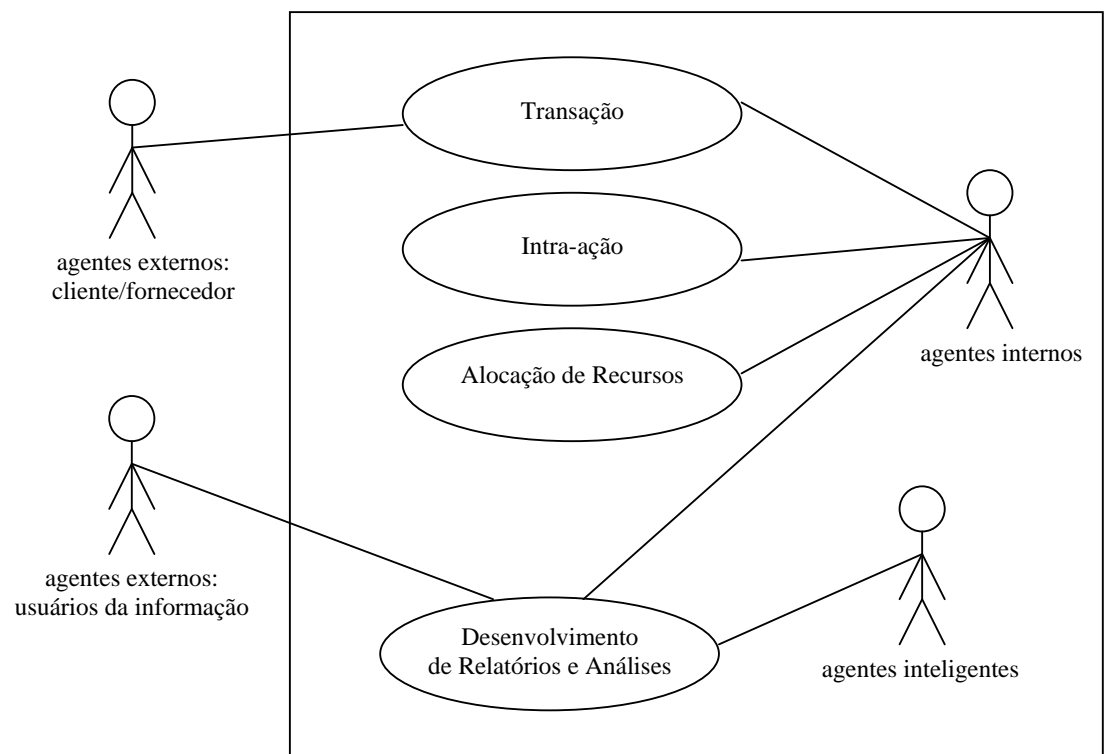


Figura 6. Diagrama de caso de uso – modelo geral para REA com aplicação de agentes inteligentes

Enquanto os agentes externos podem tomar parte nos eventos de transação como clientes e fornecedores, os agentes internos atuam na transação, são responsáveis pela intra-ação e alocação de recursos. Além disso, com a inserção de agentes inteligentes no desenvolvimento e análises de relatórios.

Normalmente, existem muitos objetos similares em um banco de dados, ou seja, eles respondem às mesmas mensagens, usam os mesmos métodos e têm 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, as entidades utilizadas no modelo REA 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, como na generalização do modelo REA, é possível determinar uma especialização para as classes de Recursos, Eventos e Agentes, conforme exemplo (Figura 7).

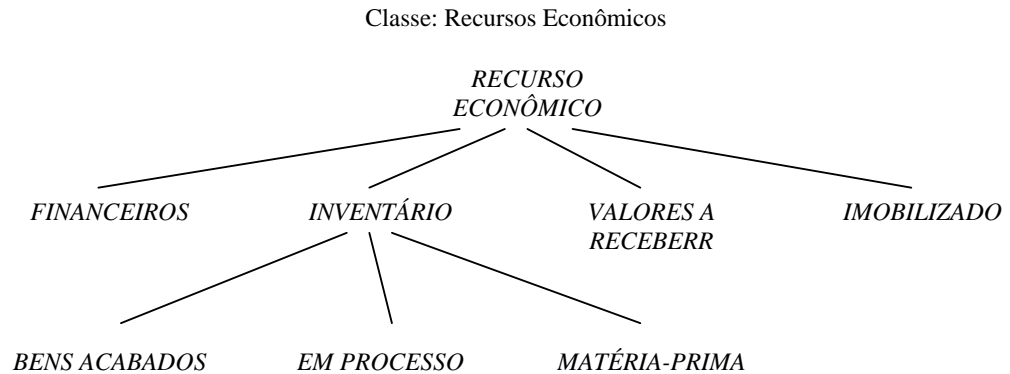


Figura 7. Hierarquia de classes

A partir da determinação das classes e suas especializações é possível compor o modelo geral do diagrama de classes dentro da proposta apresentada no modelo REA (Figura 8).

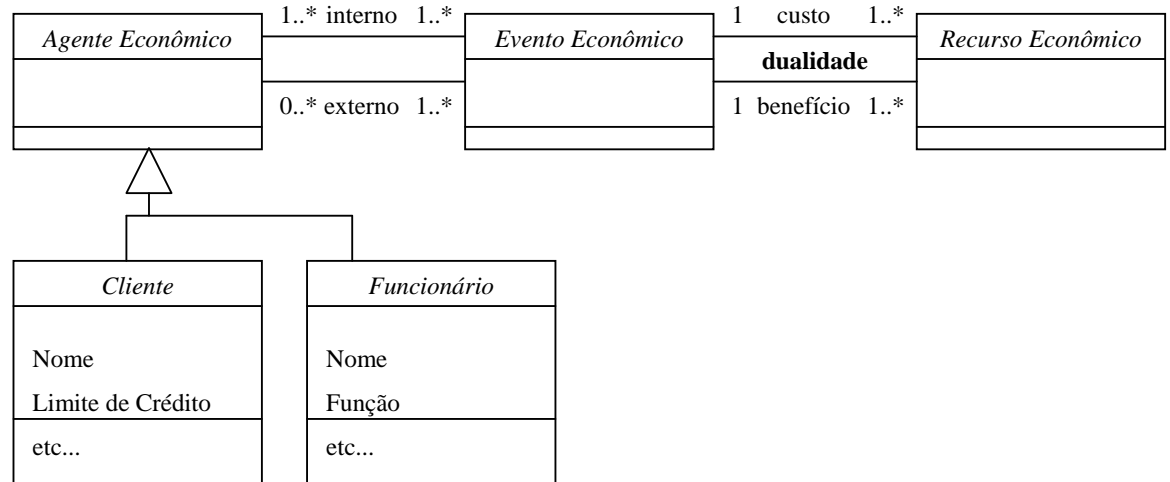


Figura 8. Modelo REA Orientado a Objetos

No modelo REA orientado a objetos (REAOO), um agente econômico, que pode ser interno ou externo, realiza um ou mais eventos econômicos e o próprio evento econômico gerado ocasiona a dualidade 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 com 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.

Este modelo, assim como o formato original do modelo REA, pode ser aplicado a qualquer situação dentro dos diversos tipos de organizações que realizem atividades econômicas.

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 sistema de agentes inteligentes que acessam o banco de dados por meio de interatividade de software e realizam sua função de interpretação (Figura 9).

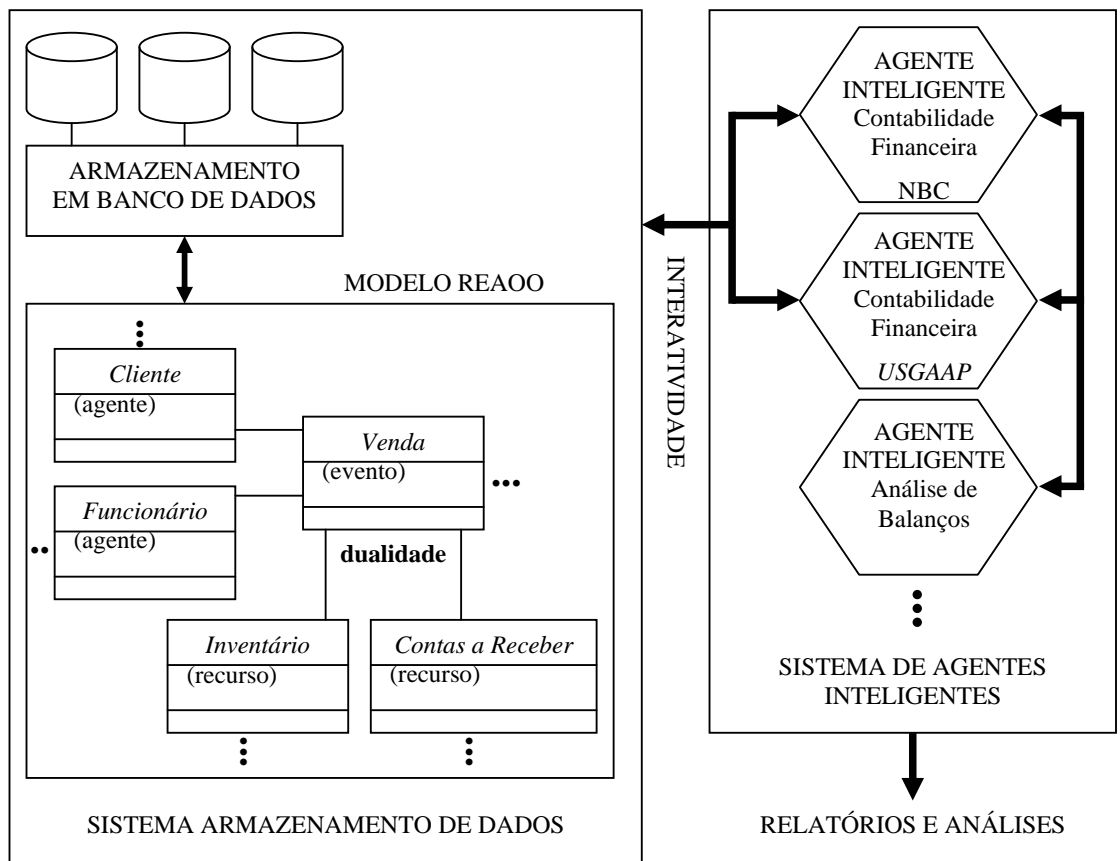


Figura 9. Modelo Geral - REA Orientado a Objetos com Agentes Inteligentes

Como exemplo da técnica de sistemas especialistas, pode-se comparar as diferentes maneiras de contabilizar um determinado evento, por exemplo, a determinação entre um investimento, se deve ser feito pelo Método do Custo ou pelo

Método da Equivalência Patrimonial.

Observando as alterações introduzidas pelas normas internacionais de contabilidade, através do IASB (*International Accounting Standards Board*), e pela Lei 11.638/07, cada vez mais cabe ao contador fazer inferências sobre a essência econômica dos eventos, para então determinar a forma adequada de contabilização.

A geração do conhecimento pelo Sistema Especialista que fará a inferência dentro de cada agente inteligente (Figura 9) deve ser feita pela extração do conhecimento do especialista, podendo ser este especialista um contador e/ou auditor, que tenha meios de estabelecer o conhecimento de maneira formal, essencialmente utilizando regras e heurísticas para tomada de decisão.

Dessa forma, de acordo com a necessidade colocada pelo usuário do sistema de informação, o sistema de agentes inteligentes irá desenvolver a contabilidade da organização segundo a forma contábil desejada, alterando apenas sua base de conhecimento, ou seja, as regras dos sistemas especialistas.

Após o desenvolvimento dos relatórios contábeis tradicionais (Balanço Patrimonial e Demonstração de Resultado do Exercício, por exemplo) o agente inteligente pode proceder na análise dos indicadores financeiros tradicionais novamente utilizando um sistema especialista desenvolvido para isso. Para isso este agente irá se basear nas realizações dos demais agentes inteligentes por meio da interatividade de agentes.

Assim, estes agentes inteligentes podem realizar monitoramento contínuo da situação e desempenho financeiro/operacional da entidade, de modo a retornar recomendações aos usuários internos do sistema auxiliando ou mesmo tomando decisões.

Cabe destacar que a preferência pela utilização de sistemas especialistas como ferramenta de inteligência artificial dos agentes inteligentes se deve a facilidade de estruturação do conhecimento de especialistas contábeis humanos (contadores), mas poderiam ser utilizadas outras formas de inteligência artificial. Um exemplo seria a utilização de redes neurais para a previsão de resultados.

5 RESULTADOS

Com base nas necessidades por parte dos *stakeholders*, a avaliação do sistema de informação contábil proposto pode ser feita a partir das quatro qualidades da informação contábil determinadas pelo Fasb.

- *Compreensibilidade*

Sob esta análise, o sistema proposto apresenta vantagens sobre os atuais sistemas, pois o modelo REAOO com agentes inteligentes proporciona o 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*

O REAOO com agentes inteligentes 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 REAOO pode utilizar agentes inteligentes para o desenvolvimento de previsões e projeções futuras, gerando um valor preditivo que os sistemas atuais são incapazes.

Outra fator 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. Novamente, os sistemas atuais são incapazes de realizar tais aplicações, mas com o modelo REAOO podem ser desenvolvidos agentes inteligentes específicos para desenvolvimento e controle, até mesmo para orçamentos e fluxos de caixa.

- *Confiabilidade:*

A confiabilidade da informação está intimamente ligada às definições das regras de negócios, nos sistemas tradicionais a confiabilidade está no desenvolvimento do sistema de armazenamento de dados. No modelo REAOO a confiabilidade deve ser observada apenas no agente inteligente.

Assim, a aplicação de agentes inteligentes na contabilidade financeira elimina a necessidade de rotinas computacionais para sua conversão de normas contábeis. No modelo REAOO a contabilização segundo diferentes normas contábeis é direta, sem necessidade de conversão, evitando problemas de confiabilidade neste processo e facilitando sua verificação em processos de auditoria.

- *Comparabilidade*

Esta qualidade indica a capacidade de comparar a informação contábil ao longo do tempo em uma mesma organização ou entre diferentes organizações, é neste ponto que o modelo REAOO mais se destaca.

A partir do momento em que a análise dos dados está dissociada de seu armazenamento, a comparação depende apenas do desenvolvimento de um novo agente inteligente para a finalidade requerida.

Assim, a partir do momento em que a empresa começa a utilizar o modelo REAOO ela estará armazenando dados dentro do modelo. Se alguns anos após houver a necessidade de mudar a forma de contabilização, ou mesmo, a forma de análise, basta alterar o agente inteligente responsável que o histórico estará disponível desde a origem do sistema REAOO.

No caso desta mesma organização, futuramente, decidir implantar um sistema de orçamento ou mesmo iniciar o desenvolvimento de sua contabilidade segundo normas contábeis de outro país, novamente basta que sejam desenvolvidos agentes inteligentes específicos para esta funcionalidade e a organização terá um histórico de informação e análises desde a implementação do sistema REAOO.

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

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. Mesmo as alterações relativas à Lei 11.638/07 poderiam ser introduzidas por meio de um novo agente inteligente e a organização teria suas demonstrações pela nova lei desde a origem do sistema.

No modelo proposto, qualquer alteração nos padrões implica apenas em adequação ou criação do agente inteligente específico, que a partir de então, pode recalcular todo o histórico, sem necessidade de ajustes (passíveis de erros).

6 CONCLUSÃO

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.

Alles, Kogan e Vasarhelyi (2008, p. 214) discutem a pesquisa contábil separando-a entre as pesquisas em sistemas de informação contábeis (SIC) e pesquisas que não são focadas em sistemas de informação contábeis, destacando a necessidade da agregação de valor nas pesquisas dos SIC, uma vez que esta área de pesquisa apresenta dificuldades metodológicas em apresentar seus resultados, pois dependem de aplicação e testes práticos raramente possíveis.

Assim, torna-se comum a verificação de problemas entre as necessidades apresentadas pelos contadores e as especificações existentes nos sistemas, que acabam por impossibilitar respostas adequadas, 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 o modelo padrão, 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 novos modelos, como neste trabalho, se torna pertinente, mas ao mesmo tempo complexa, por necessitar de conhecimentos multidisciplinares em áreas tão distintas e com dificuldades em sua aplicação.

Mesmo assim, por criar as bases para a aplicação de um modelo orientado a objetos com o suporte agentes inteligentes, este trabalho possibilita estudos futuros no desenvolvimento de novas aplicações de agentes inteligentes, com finalidades como custos, 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.

REFERÊNCIAS

- Alles, M. G., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2008). Exploiting comparative advantage: A paradigm for value added research in accounting information systems. *International Journal of Accounting Information Systems*, 9, 202-215.
- Babich, G. (1975). The application of information theory to accounting reports: an appraisal. *ABACUS*, 11(2), 172-181.
- Baldwin, A. A., Brown, C. E., Trinkle, B. S. (2006). Opportunities for artificial intelligence development in accounting domain: The case for auditing. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 14, 77-86.
- Barbera, A. T. (1987). Artificial intelligence in accounting: the future has arrived. *Review of Business*, 9(2), 17-21.
- Beard, D., & Wen, J. (2007, Maio). Reducing the Threat Levels for Accounting Information Systems. *The CPA Journal*, 77(95), 34-42.
- Birkett, W.P. (1968). Accounting inputs. *ABACUS*, 4(2), 164-173.
- Brown, C.E., & Phillips, M.E. (1995). *Expert systems for management accounting tasks*. Montvale: The IMA Foundation for Applied Research Inc.
- Chambers, R. J. (1998). Wanted: foundations of accounting measurement. *ABACUS*, 34 (1), 36-47.
- 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. (1997, Maio). In defense of double entry accounting. *The National Public Accounting*, 42(3), 33-34.
- Foltin, L. C., & Smith, L. M. (1994, Novembro). Accounting expert systems. *The CPA Journal*, 64(11), 46-53.
- Heinze, C. (2004). *Modelling intention recognition for intelligent agent systems*. Edinburgh: DSTO Systems Sciences Laboratory.
- Hendriksen, E. S., & Van breda, M. F. (1999). *Teoria da contabilidade* (5a ed.). São Paulo: Atlas.
- Iudícibus, S., Martins, E., & Gelbcke, E. R. (2000). *Manual de contabilidade das*

sociedades por ações (5a ed.). São Paulo: Atlas.

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

Mccarthy, W. E. (1982, Julho). The rea accounting model: a generalized framework for accounting systems in a shared data environment. *The Accounting Review*, 57(3), 554-578.

_____. (2003, Novembro). The rea modeling approach to teaching accounting information systems. *Issues in Accounting Education*, 18(4), 427-441.

O'leary, D. E. (2004). On the relationship between REA and SAP. *International Journal of Accounting Information Systems*, 5, 65-81.

Rom, A., & Rohdes, C. (2007). Management accounting and integrated information systems: A literature review. *International Journal of Accounting Information Systems*, 8, 40-68.

Sayed, H. E. (2006). ERPs and accountant's expertise: the construction of relevance. *Journal of Enterprise Information Management*, 19(1), 83-96.

Shim, J. K., & Rice, J. S. (1988, Junho). Expert systems applications to managerial accounting. *Journal of Systems Management*, 39(6), 6-13.

Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (1999). *Sistema de Banco de Dados* (3a ed.). São Paulo: Makron Books.

Sorter, G. H. (1969, Janeiro). An "events" approach to basic accounting theory. *The Accounting Review*, 44(1), 12-19.

Vasarhelyi, M. A., Bonson, E., & Hoitash, R. (2005). *Artificial intelligence in accounting and auditing: international perspectives* (Vol. 6). Princeton: Markus Wiener Publishers.

Verdaasdonk, P. (2003). An object-oriented model for ex ante accounting information. *Journal of Information Systems*, 17(1), 43-61.

Wachsmuth, I. (2000). The concept of intelligence in ai. In H. Cruse, J. Dean, & H. Ritter (Ed.). *Prerational Intelligence - Adaptive Behavior and Intelligent Systems without Symbols and Logic* (Vol. 1, pp.43-55). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Wier, B., Hunton, J., & Hassabelnaby, H. R. (2007). Enterprise resource planning systems and non-financial performance incentives: The join impact on corporate performance. *International Journal of Accounting Information Systems*, 8, 165-190.

Wooldridge, M., & Jennings, N. R. (1996). Intelligent agents: theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, 10(2), 1-62.