

# Application of Workflow in Multi-Agent System Organization

José R. F. Neri, Jomi F. Hübner

Departamento de Automação e Sistemas (DAS)  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Florianópolis, SC, Brasil  
jrf.neri@gmail.com, jomi@das.ufsc.br

Carlos H. F. Santos

Grupo de Pesquisa em Robótica (GPR)  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)  
Foz do Iguaçu, PR, Brasil  
cfh.santos@uol.com.br

**Abstract**— This paper presents a proposal for a model to integrate a workflow system into a multi-agent organizational model. Three alternatives are evaluated and the best alternative is integrated into the Moise organizational framework. An example of the chosen model is shown and a comparison based on workflow patterns is presented. The advantages of using this model are also discussed.

**Keywords**—workflow; agents; organization

## I. INTRODUÇÃO

De modo geral, uma organização é composta por grupos de agentes que se relacionam entre si a fim de alcançarem objetivos comuns. Estrutura organizacional é frequentemente vista como um meio de gerenciar dinâmicas complexas em sociedades. Isto implica que abordagens para modelagens organizacionais devem incorporar ambos os aspectos estruturais e dinâmicos de tais sociedades [5], [6]. As características que tornam o estudo das organizações um desafio bastante pesquisado é que elas são sistemas complexos, dinâmicos e adaptativos que evoluem [9].

Em [2] os autores citam quatro dimensões que são utilizadas na maioria dos modelos organizacionais. Estas dimensões são: Estrutural: A dimensão estrutural está ligada à especificação de papéis, grupos e relacionamentos entre estes, que podem ou não ser definidos a partir de objetivos organizacionais; Dialógica: A modelagem dialógica caracteriza-se pela especificação de estruturas de interação direta entre papéis por troca de mensagens tendo em vista a realização de objetivos organizacionais, diálogos, cenas e protocolos; Funcional: A dimensão funcional caracteriza-se pela especificação e decomposição de metas e a relação entre essas metas; Normativa: Na dimensão normativa são definidas as normas que interrelacionam e regulamentam elementos funcionais, estruturais e dialógicos.

Desta forma, a especificação funcional de alguns dos modelos organizacionais como o Moise [7], [8], TEAM [3], STEAM [10], [11] e Opera [4], [5] é formada a partir da decomposição de um objetivo em uma estrutura de árvore, onde a raiz é a meta global e as folhas são as metas locais. Essa estrutura utilizada por esses modelos possuem algumas limitações, tais como:

- Não permite que haja um encadeamento condicional: utilizado para modelar uma escolha entre duas ou mais alternativas, por exemplo: if e then da lógica de programação;
- Não permite que haja um encadeamento iterativo: algumas vezes é necessário executar a mesma tarefa, ou o mesmo grupo de tarefas, múltiplas vezes até que uma dada condição seja alcançada;
- Não possui tratamento de exceção: onde podem ser previstas as situações excepcionais que acontecem durante a execução de uma tarefa.

Considerando-se essas limitações apresentadas por alguns dos modelos organizacionais existentes, o que se propõe neste trabalho é a utilização de um modelo conceitual para integração de um sistema de workflow com um modelo organizacional de sistemas multiagentes. Isto tem o objetivo de utilizar o workflow para controlar o fluxo das metas da dimensão funcional de uma organização, tratando as limitações apresentadas acima e adicionando outras propriedades importantes que sistemas de workflow podem oferecer.

Sistemas de workflow são uma tecnologia capaz de coordenar e sincronizar a maneira com que as atividades de uma organização são executadas para a realização de uma determinada tarefa. Workflow é definido pela WfMC (Workflow Management Coalition) como “a automação total ou parcial de um processo de negócio, durante a qual documentos, informações e tarefas são passadas entre os participantes do processo” [13].

Segundo a WfMC, um processo é "um conjunto coordenado de tarefas (sequenciais ou paralelas) que são interligadas com o objetivo de alcançar um meta comum", sendo tarefa conceituada como "uma descrição de um fragmento de trabalho que contribui para o cumprimento de um processo" [13].

Este documento está dividido em sete seções. Na segunda seção, comenta-se sobre o modelo organizacional utilizado neste trabalho, o Moise. Na terceira seção são apresentadas três propostas e realizado um comparativo entre elas. Na quarta seção, descreve-se o modelo conceitual escolhido em maiores detalhes. Em seguida na quinta seção é mostrado um exemplo completo da utilização do modelo escolhido. Na sexta seção,

são apresentados os resultados e na sétima seção, apresentam-se as conclusões e algumas ideias que podem servir como direções para pesquisas futuras.

## II. MOISE

Dentre os vários modelos organizacionais existentes, neste projeto iremos focar no modelo Moise [8], [9], que é um modelo organizacional para projeto de sistemas multiagentes baseado em noções como papéis, grupos e missões. Para o Moise, a organização é vista como um meio para reduzir a complexidade do problema a ser resolvido, através do esclarecimento e da divisão de tarefas entre os agentes e da definição de relações entre eles. Moise define uma especificação explícita da organização utilizada pelos agentes para raciocinar sobre a organização e também utilizada como uma plataforma que impõe aos agentes uma especificação a ser seguida.

No Moise, a organização possui três dimensões: a estrutura (papéis), o funcionamento (planos globais) e as normas (obrigações). No aspecto estrutural, o Moise define como os papéis estão relacionados a outros elementos da organização, inclusive a outros papéis.

A especificação funcional do Moise, foco deste trabalho, é formada a partir da especificação de esquemas sociais que são compostos de planos e missões que visam atingir uma meta global. Uma meta global representa um estado do mundo desejado pela organização, enquanto uma meta local é um objetivo de um único agente. Planos determinam a coordenação da realização das metas. Uma missão é um conjunto de metas locais que pode ser atribuído a um agente através de seus papéis, sendo que este agente é responsável pela satisfação de todas as metas da missão.

O aspecto normativo liga os aspectos funcionais e aspectos estruturais, indicando quais as responsabilidades dos agentes nos planos globais.

## III. PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Esta seção apresenta três propostas de soluções para integrar sistemas de workflow a um modelo organizacional. É feito um comparativo entre os modelos propostos e explicado com maiores detalhes o modelo conceitual escolhido. As três propostas apresentadas abaixo são: modelo híbrido, modelo workflow com missões e modelo workflow.

### A. Modelo Híbrido

O modelo híbrido é composto por esquemas sociais, planos, metas, missões e um sistema de workflow. Essa proposta foi concebida com o intuito de utilizar tudo que existe atualmente no Moise, nada do Moise é excluído.

As modificações para esse modelo consistem na adição de um novo tipo de meta que não utiliza os planos fornecidos pelo esquema social do Moise, passando a utilizar o controle de fluxo fornecido por um sistema de workflow. Metas com fluxo controlado pelo motor de workflow passam a se chamar tarefas, para ficar de acordo com os conceitos de workflows.

Para cada meta global do tipo workflow existe um motor de workflow para controlar o fluxo das tarefas executadas pelos agentes, funcionando de forma semelhante a um processo. A

meta tipo workflow torna-se satisfeita quando todas as tarefas do processo estão satisfeitas e as tarefas do processo são alocadas de acordo com as missões dos agentes.

Por exemplo, na figura 1 as metas globais Destruir Inimigo e Defesa possuem um plano paralelo, a meta global Ataque, possui plano sequencial e podem ser cumpridas sem uma ordem pré-determinada, as metas Ataque e Defesa são usuais do Moise, entretanto a meta Captar Recurso é do tipo workflow, esse tipo de meta controla o fluxo das tarefas com um motor de workflow.

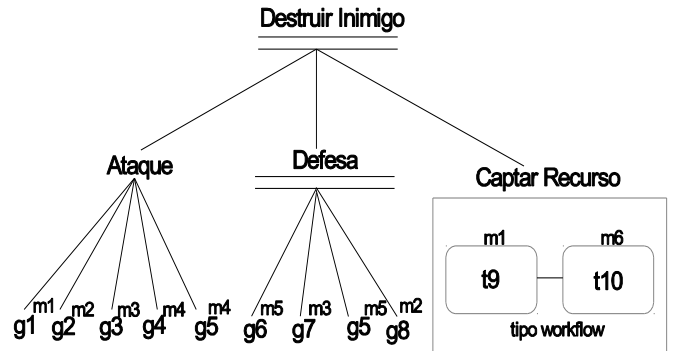


Figura 1: Modelo Híbrido.

### B. Modelo Workflow com Missões

O modelo workflow com missões é composto por um sistema workflow e missões do Moise, os esquemas sociais são substituídos por processos. Os papéis dos agentes continuam possuindo obrigações com missões, o que significa que os agentes devem se comprometer com as tarefas do workflow que estão associadas às suas missões. As missões ainda permanecem com o intuito de não precisar alterar a dimensão normativa do Moise. Não existem mais planos, o fluxo das tarefas é controlado apenas pelo sistema de workflow.

Na figura 2 é possível observar que cada tarefa possui uma missão associada. O agente que se compromete com a missão m1 deve cumprir as tarefas task1 e task3, e o agente que se compromete com a missão m2 deve cumprir as tarefas task2 e task4.

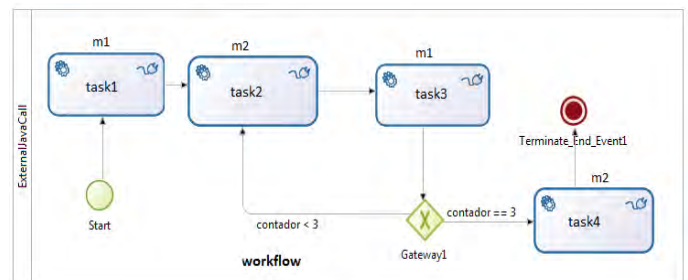


Figura 2: Modelo Workflow com Missões.

### C. Modelo Workflow

O modelo workflow é muito semelhante ao modelo workflow com missões, a diferença está no fato do modelo de workflow não utilizar mais missões, um agente se compromete

com uma tarefa de acordo com o seu papel no grupo, não existe mais a necessidade de assumir uma missão para só então assumir as tarefas dessa missão. Nesse caso a dimensão normativa no Moise precisa ser alterada. Por exemplo, no lugar de determinar obrigações para com missões, irá determinar obrigações para tarefas.

Esse modelo foi concebido pensando em ser o mais parecido possível com a teoria de workflows. Uma pessoa que já trabalha com sistemas de workflows não precisa aprender novos conceitos para começar a utilizá-lo.

#### D. Comparativo entre os modelos

Foi realizado um comparativo entre as vantagens e desvantagens apresentadas pelos três modelos propostos (tabela 1). Os contextos escolhidos para essa avaliação foram: usuários Moise, usuários workflow, aplicações antigas, desempenho, encadeamento iterativo e dimensão normativa. Cada item possui uma pontuação de acordo com o seu modelo, a pontuação vai de + a +++, sendo que + atende muito pouco ao item e +++ atende totalmente. A seguir são detalhados cada item do comparativo.

TABELA 1: QUADRO COMPARATIVO DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS APRESENTADAS PELOS TRÊS MODELOS.

Contextos	Híbrido	Workflow c/ Missões	Workflow
1 - Usuários Moise	++	+	+
2 - Usuários Workflow	+	++	+++
3 - Novos usuários	+	++	+++
4 - Desempenho	+	+++	+++
5 - Encadeamento iterativo	+	+	+++
6 - Dimensão normativa	+++	+++	+

1. Usuários Moise. Diz respeito a usuários antigos que já utilizam o Moise, o modelo híbrido ganhou a maior nota nesse item, pois possui a vantagem de utilizar tudo que existe atualmente na dimensão funcional do Moise. Um usuário habituado ao Moise, não precisa aprender todos os conceitos de workflow, podendo se adaptar aos poucos, pois esses conceitos somente serão utilizados quando a meta é do tipo workflow.
2. Usuários workflow. Usuários de um sistema workflow teriam maiores dificuldades para se adaptarem ao modelo híbrido, pois precisariam aprender conceitos de esquema social. O modelo workflow com missões ganhou uma nota inferior ao modelo workflow por utilizar missões, o que poderia confundir usuários de workflow.
3. Novos usuários. São usuários que nunca utilizaram o Moise e não possuem conhecimento sobre sistemas de workflow. O modelo híbrido leva desvantagem nesse quesito em relação aos demais, pois usuários levariam mais tempo aprendendo conceitos (tanto de workflows quanto do Moise) para utilizar todos os recursos do modelo híbrido.
4. Desempenho. Em relação ao desempenho o modelo híbrido ganhou a menor nota nesse quesito por possuir a necessidade de utilizar várias instâncias do motor de workflow, uma para cada meta do tipo workflow,

causando problemas de desempenho e escalabilidade. Nos modelos workflow com missões e workflow é necessário apenas um motor de workflow para a dimensão funcional do Moise.

5. Encadeamento iterativo. O modelo híbrido e workflow com missões possuem dificuldades de implementação de um encadeamento iterativo, onde uma determinada meta ou um grupo de metas podem ser alcançados várias vezes. Isso ocorre por causa do uso de missões, pois quando um agente cumpre todas as metas de sua missão, ele deixa a missão, não se comprometendo mais com as metas dessa missão. Entretanto caso o agente precise cumprir novamente uma meta dessa missão, isso não será possível, pois ele já abandonou a missão. O modelo workflow resolve esse problema de implementação, onde as tarefas são assumidas diretamente pelos agentes e o agente nunca deixa uma tarefa.
6. Dimensão normativa. Como o modelo workflow não utiliza missões, a dimensão normativa precisa ser reimplementada no modelo. O modelo híbrido e workflow com missões utilizam missões, não necessitando modificações na dimensão normativa.

Foi escolhido o modelo workflow para utilização nesse trabalho, porque ele conseguiu oferecer maiores vantagens em relação aos outros modelos apresentados. Pela tabela 1 é possível observar que o modelo workflow conseguiu pontuação máxima em quatro dos seis itens, enquanto o modelo workflow e modelo híbrido conseguiram apenas duas e uma pontuação máxima respectivamente. Os quesitos considerados mais importantes e que definiram essa escolha foram: usuários novos e encadeamento iterativo. Encadeamento iterativo por facilitar a próxima etapa desse projeto que é o desenvolvimento da proposta, e usuários novos, pois como não existem muitas aplicações com o Moise atual, não existe necessidade de focar num modelo para usuários Moise.

#### IV. AGREGAÇÃO DO WORKFLOW AO MOISE

Esta seção descreve o modelo conceitual escolhido para incorporação de um sistema de workflow ao modelo organizacional Moise. O modelo em uma visão geral é dividido em três componentes: a organização, o ambiente e os agentes.

O componente organização engloba o motor de workflow e o estado organizacional. O estado organizacional é um elemento importante na integração de um sistema de workflow ao Moise, nele estão contidos a especificação organizacional, a entidade organizacional, os fatos, regras e normas que os agentes têm obrigação ou permissão de se comprometerem. O estado organizacional informa ao motor de workflow quando uma tarefa foi reativada e avisa das possíveis exceções geradas por uma tarefa, três tipos de exceções são possíveis: exceção de tempo, exceção de recursos e exceção de remoção. Uma exceção de tempo ocorre quando o tempo determinado para executar uma tarefa foi ultrapassado, uma exceção de recursos acontece quando não há recursos suficientes para a execução de uma tarefa e uma exceção de remoção ocorre quando uma tarefa é removida por um agente.

O ambiente segue a proposta de Agents & Artifacts [12], onde o ambiente é formado por vários artefatos, um artefato pode ser qualquer objeto do ambiente, como por exemplo, os recursos necessários para a execução de uma tarefa. O ambiente informa ao sistema de workflow quando uma tarefa foi executada por um agente e informa ao estado organizacional os recursos disponíveis atualmente no ambiente.

Os agentes atuam sobre o ambiente e sobre a organização, são responsáveis por cumprir as obrigações designadas pela organização, tais como: participar de um determinado grupo, assumir um papel na organização ou executar uma tarefa. Um agente pode receber e dar ordem para outros agentes, pode monitorar o fluxo das tarefas através de métricas de processo fornecidas pelo workflow ou pelo estado organizacional, pode pensar sobre processos, verificar gargalos, atrasos, delegar tarefas, criar novas tarefas e cancelar ou remover tarefas. Caso uma tarefa não possua nenhum papel associado na organização, ela pode ser executada por um agente externo ou por um humano.

A figura 3 apresenta o modelo conceitual de forma detalhada. O componente motor de workflow é constituído por processos e pelo estado das tarefas. Em um processo, existe um conjunto de tarefas interligadas de forma sequencial ou paralela, visando alcançar um objetivo comum da organização. O estado das tarefas armazena as exceções geradas pelo estado organizacional, receber as tarefas executadas pelos agentes e informar aos processos e ao estado organizacional as mudanças nos estados das tarefas.

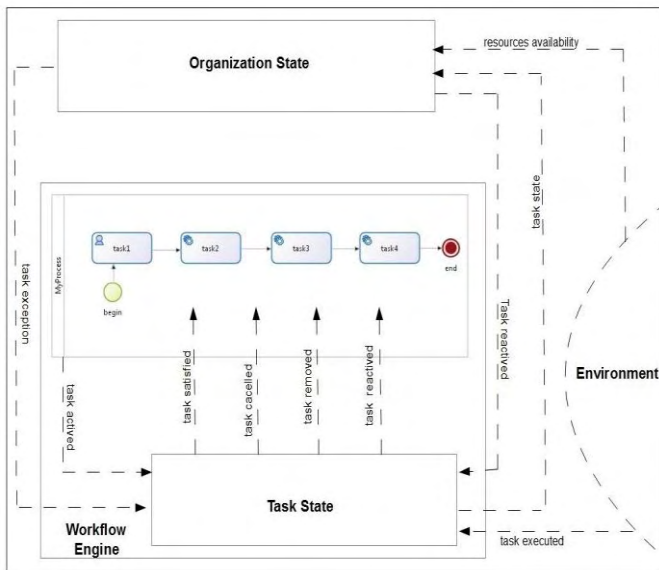


Figura 3: Modelo Conceitual.

Os estados possíveis de uma tarefa (figura 4) são: inativa, ativa, satisfeita, cancelada ou removida. Todas as tarefas de um processo iniciam-se no estado inativa, caso os pré-requisitos para tornar uma tarefa habilitada sejam atingidos, a tarefa se torna ativa e pronta para ser executada. O fluxo do processo é interrompido até que uma tarefa ativa seja cancelada ou satisfeita. Para uma tarefa torna-se satisfeita sua

cardinalidade precisa ser alcançada, ou seja, número de vezes que a tarefa precisa ser executada para se tornar satisfeita.

Uma tarefa ativa é cancelada, caso ocorram uma exceção de recurso ou uma exceção de tempo, caso uma exceção de recurso aconteça, o fluxo do processo pode tomar um caminho alternativo, onde tarefas para captação de recursos serão ativadas, uma vez que os recursos necessários para a execução da tarefa foram captados, a tarefa que causou a exceção será reativada, tornando-se ativa novamente. Uma tarefa cancelada por exceção de tempo fica cancelada por prazo indeterminado até que um agente de monitoração decida reativar a tarefa.

Uma tarefa satisfeita pode ser ativada novamente, caso os seus pré-requisitos de habilitação sejam atingidos. Se uma exceção de remoção acontecer, a tarefa é excluída do processo e ao contrário de uma tarefa cancelada uma tarefa removida não pode mais se tornar ativa. Quando o processo termina todas as tarefas são finalizadas.

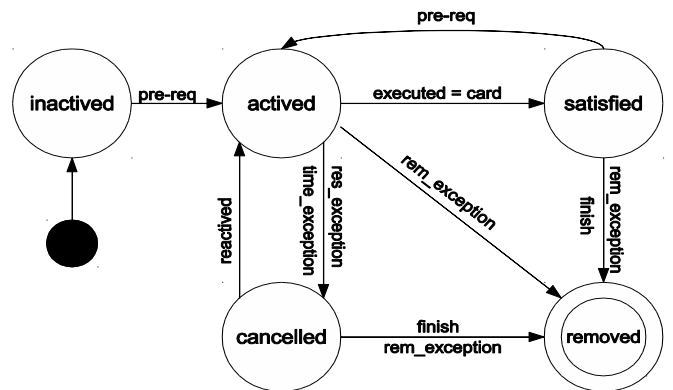


Figura 4: Estados possíveis de uma tarefa.

Através das obrigações geradas pelo estado organizacional é que um agente fica ciente do momento que deve executar suas tarefas. Uma vez que a tarefa é executada a obrigação do agente é cumprida. O modelo proposto não utiliza planos, o fluxo de tarefas é controlado por um motor de workflow, permitindo trabalhar com fluxos complexos, não possíveis na versão do Moise sem a integração.

## V. ESTUDO DE CASO

Esta seção apresenta um exemplo completo da utilização do modelo escolhido e mostra um comparativo entre a dimensão funcional com e sem agregação de um sistema de workflow. Conforme pode ser visto na figura 5, na especificação estrutural foi definido o grupo laticínio composto pelos papéis fazendeiro, entregador e operário. Os papéis fazendeiro e operário possuem cardinalidade de 1 a 5, ou seja, no mínimo 1 e no máximo 5 agentes podem assumir esses papéis. O papel entregar possui cardinalidade de 1 a 3 e fazendeiro e o papel operário possui autoridade sobre o papel entregador.

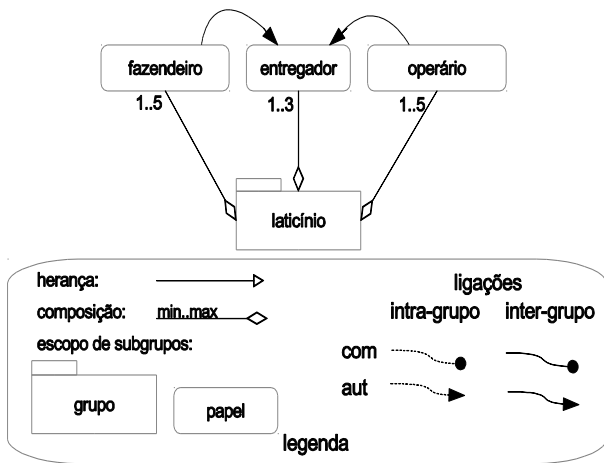


Figura 5: Dimensão Estrutural.

A figura 6 apresenta um processo definindo a especificação funcional de fabricação de queijo. Um laticínio precisa entregar uma encomenda de 1000 peças de queijo para um supermercado. Para cumprir esse objetivo são utilizados três papéis como descrito na especificação estrutural: o papel fazendeiro, o papel entregador e o papel operário.

As tarefas são assumidas pelos agentes no momento em que estes assumem um papel no grupo laticínio. Conforme especificado na tabela 2, o agente que assume o papel de fazendeiro é responsável por tirar o leite das vacas, o entregador é encarregado de levar o leite ao laticínio e entregar a encomenda de 1000 peças de queijos ao supermercado e o agente operário é encarregado de fabricar o queijo.

O fluxo do processo inicia-se com a tarefa ordenhar leite da vaca, em seguida o leite é entregue ao laticínio para que produção do queijo possa ser iniciada. O queijo é produzido até o leite acabar ou até que a meta de 1000 peças de queijos seja alcançada. Caso o leite termine o fluxo do processo é reiniciado, voltando para a tarefa de tirar o leite da vaca.

Esse fluxo de processo não seria possível na dimensão funcional do Moise sem integração do workflow, pois os planos do Moise não suportam encadeamento condicional e nem o encadeamento iterativo. Sem encadeamento iterativo, uma meta satisfeita não ficaria mais ativa para ser satisfeita novamente. Sem encadeamento condicional, o fluxo do processo não conseguiria decidir qual caminho seguir depois da tarefa fazer queijo se tornar satisfeita, ele ativaria as tarefas entregar encomenda, tirar leite da vaca e fazer queijo.

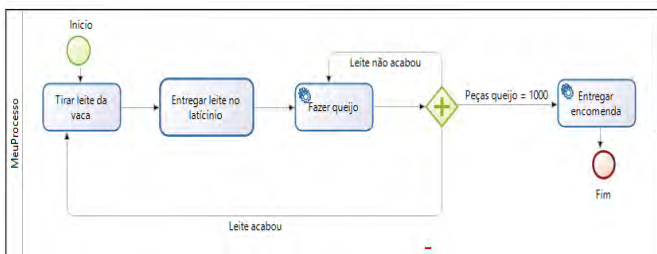


Figura 6: Dimensão Funcional.

A relação entre a especificação estrutural e a especificação funcional é feita pela especificação normativa. Na especificação normativa são descritas as tarefas com as quais um papel tem permissão ou obrigação de se comprometer.

TABELA 2 : DIMENSÃO NORMATIVA.

PAPEL	RELAÇÃO DEONTICA	TAREFA
FAZENDEIRO	OBRIGAÇÃO	TIRAR LEITE DA VACA
ENTREGADOR	OBRIGAÇÃO	ENTREGAR LEITE NO LATICINIO, ENTREGADOR ENCOMENDA
OPERÁRIO	OBRIGAÇÃO	FAZER O QUEIJO

## VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### A. Comparativo entre os modelos

Padrões de workflow têm atraído a atenção de pesquisadores e da indústria de software devido as suas potenciais vantagens. Em [1] são descritos 21 padrões de workflow para controle de fluxo (e.g., sequencial, paralelo, condicional). Tais padrões são úteis tanto para a definição de workflows, como para validar o poder de expressão das linguagens e ferramentas de workflow. Os padrões descrevem diversas maneiras, através das quais, dados podem ser representados em definições de workflow.

A tabela a seguir sumariza os resultados da pesquisa em termos de suporte aos padrões de workflow propostos. Para cada combinação, é indicado se o modelo suporta ou não o padrão. Como convenção, atribui-se “suportado” para padrões suportados direta e/ou indiretamente pela ferramenta, e “não suportado” para padrões não suportados pela ferramenta.

TABELA 3 : PADRÕES DE FLUXOS.

Padrão	Moise	Moise + Workflow
1 (Sequence)	Suportado	Suportado
2 (Parallel Split)	Suportado	Suportado
3 Synchronization	Suportado	Suportado
4 (Exclusive Choice)	Suportado	Suportado
5 Simple Merge	Suportado	Suportado
6 Multi-choice	Suportado	Suportado
7 Synchronizing Merge	Não suportado	Suportado
8 Multi-merge	Não suportado	Não suportado
9 Discriminator	Não suportado	Não suportado
10 Arbitrary Cycles	Não suportado	Suportado
11 Implicit Termination	Não suportado	Não suportado
12 MI Without Synchronization	Não suportado	Suportado
13 MI With a Prior Design Time Knowledge	Não suportado	Suportado

Pela tabela 3 é possível notar que o Moise com a agregação do workflow suporta 10 dos 13 padrões apresentados. Enquanto que o Moise sem a integração suporta apenas 6 dos 13 padrões. Com suporte ao padrão Arbitrary Cycles uma ou mais tarefas podem repetir ciclicamente, permitindo 'loop'. Isso demonstra vantagem de agregar workflow ao Moise, pois é possível resolver o problema de encadeamento iterativo e condicional.

### B. Vantagens Encontradas

Abaixo são apresentadas algumas vantagens encontradas na utilização de workflow em organização de sistemas multiagentes:

**Padrões de Fluxos Prontos:** Na dimensão funcional do Moise sem agregação do workflow, a modelagem dos fluxos é difícil, pouco intuitiva e não há padrões de fluxos prontos a serem seguidos como em sistemas de workflow. Algumas vantagens de utilizar padrões de fluxos prontos são:

- Eles foram provados. Os padrões refletem a experiência, conhecimento e soluções dos desenvolvedores que tiveram sucesso usando esses padrões em seus trabalhos;
- São reusáveis. Os padrões provêm uma solução pronta que pode ser aplicada a diferentes problemas;
- São expressíveis. Os padrões provêm um vocabulário comum de soluções que podem expressar muitas soluções, sucintamente.

**Interface gráfica intuitiva:** Ao contrário do Moise que não utiliza uma ferramenta para modelagem dos fluxos de metas da organização, a maioria das ferramentas de sistemas de workflow possuem um editor gráfico para modelagem dos fluxos de tarefas no padrão BPMN (Business Process Modeling Notation), trata-se de uma notação padrão para o desenho de fluxogramas em processos de negócios.

**Agentes podem raciocinar sobre workflow:** Utilizando um componente BAM (Business Activity Monitoring) um agente monitora o workflow, verifica gargalos, atrasos, pensa sobre o processo e cria novos processos em tempo de execução. Caso um agente se recuse a executar uma tarefa ele pode delegar a tarefa para outro agente ou mudar o papel do agente, realizando assim o refinamento e ajuste de processos.

**Utilização de um Motor de regras:** Um componente BRM (Business Rules Management) é uma tecnologia que permite aos usuários finais definirem regras de negócio de forma declarativa. Regras de negócio ficam em um repositório separado, e podem ser consultados pelos agentes em tempo de execução. Isso facilita a institucionalização das regras de negócio na organização, a transparência sobre as regras existentes e redução do esforço de manutenção de sistema.

**Agentes podem utilizar dos conectores do workflow:** Agentes podem utilizar de um banco de dados, acessar webservices, enviar e-mail, entre outras possibilidades que conectores do workflow oferecem.

**Tarefas podem ser executadas por humanos ou por agentes:** Alguns fluxos de tarefas podem ser totalmente automatizados, sendo todas as tarefas executadas por agentes.

Em outros fluxos de tarefas, algumas são executadas por humanos e outras por agentes, aumentando a interação entre esses dois.

## VII. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresenta uma proposta de agregação de um sistema de workflow ao modelo organizacional Moise. São avaliadas três alternativas para o modelo de integração e a alternativa escolhida foi apresentada com maiores detalhes. Com o estudo de caso, foi ilustrado o uso do encadeamento condicional e iterativo na dimensão funcional do Moise. Isso foi possível graças a utilização de um motor de workflow no controle do fluxo das tarefas.

Os próximos passos do trabalho são a avaliação do modelo através da definição e desenvolvimento da arquitetura de implementação e a comparação com as outras propostas de aplicações de sistemas multiagentes que utilizam sistemas de workflow. Na comparação serão apresentados os componentes atendidos e não atendidos pelas propostas.

## REFERENCIAS

- [1] Aalst, W.M.P. van der; Hee, K. van. (2002) "Workflow Management": models, methods, and systems. London: The MIT Press.
- [2] Coutinho, L. R., Sichman, J. S., Boissier, O. (2006). Organizational Modeling Dimensions in Multiagent Systems. In: IBERAGENTS, Ribeiro Preto, SP, Brasil. Anais.
- [3] Decker, K.; Lesser, V. Task environment centered design of organization. In: AAI Spring Symposium on Computational Organization Design. Menlo Park: AAAI, 1994.
- [4] Dignum, V. A model for organization interaction: based on agents, founded in logic. Tese (doutorado) – Utrecht University, 2004. SIKS Dissertation Series No. 2004-1.
- [5] Dignum, V.; Meyer, J.; Weigand, H.; Dignum, F. An organizational-oriented model for agent societies. In: (RASTA '02), at AAMAS, Bologna, Italy, 16 July 2002.
- [6] Ferber, J.; Michel, F.; Báez-Barranco, J. Agre: Integrating environments with organizations. In: Environments for Multi-Agent Systems. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. (Lecture Notes in Computer Science, v. 3374), p. 48-56.
- [7] Hannoun, M., Boissier, Oliver and Sichman, J. S., e Sayettat, C. (1999). Moise: Un modèle organisationnel pour la conception de systèmes multi-agents. Em Acts des thèmes Journées Francophones Intelligence Artificielle Distribuée & Systèmes Multi-Agents. Hermès Science Publications.
- [8] Hübner, J. F. (2003). Um Modelo de Reorganização de Sistemas Multiagentes. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- [9] Okuyama, F. Y. (2008). Modelo MAS-SOC: Integrando Ambientes e Organizações para Simulações Baseadas em Sistemas Multiagentes Situados, Tese. UFRGS-RS.
- [10] Tambe, M. Towards flexible teamwork. Journal of Artificial Intelligence Research, v. 7, p. 83-124, 1997.
- [11] Tambe, M.; Adibi, J.; Al-Onaizan, Y.; Erdem, A.; Kaminka, G. A.; Marsella, S. C.; Muslea, I. Building agent teams using a explicit teamwork model and learning. Artificial Intelligence, v. 110, p. 215-239, 1999.
- [12] Omicini, A.; Ricci, A.; Viroli, M. Artifacts in the A&A meta-model for multi-agent systems. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA, USA, v. 17, p. 432-456, 2008.
- [13] WfMC (2008). "Workflow Management Coalition Terminology & Glossary", Document Number WfMC-TC-1011, Document Status - Issue 3.0.